

Max Planck Research Group
Epistemes of Modern Acoustics

Sound & Science: Digital Histories



Scan licensed under: [CC BY-SA 3.0 DE](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/) | Max Planck Institute for the History of Science



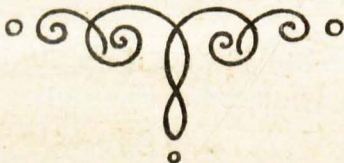
**MAX PLANCK INSTITUTE
FOR THE HISTORY OF SCIENCE**

Hellmont, Naturalalphabet
in PHONETISCHE BIBLIOTHEK
in den Heften 3.4/5.6-1916



**INTERNATIONALES
ZENTRALBLATT FÜR
EXPERIMENTELLE
PHONETIK**

VOX



**NEUGEGRÜNDET MIT UNTERSTÜTZUNG DER
HAMBURGISCHEN
WISSENSCHAFTLICHEN
STIFTUNG
VON H. GUTZMANN UND
G. PANCONCELLI-CALZIA**

**FISCHERS MEDIZINISCHE BUCHHANDLUNG BERLIN. W 62.
L. FRIEDERICHSEN & CO. HAMBURG.**

25. Jahrgang

1915

Internationales Zentralblatt **VOX**
für experimentelle Phonetik

1915

25. Jahrgang

(Fortsetzung der 1891 von A. und H. GUTZMANN gegründeten
*Medizinisch-pädagogischen Monatsschrift für die gesamte
Sprachheilkunde*)

K 4705 - 25.26

1915. 1916

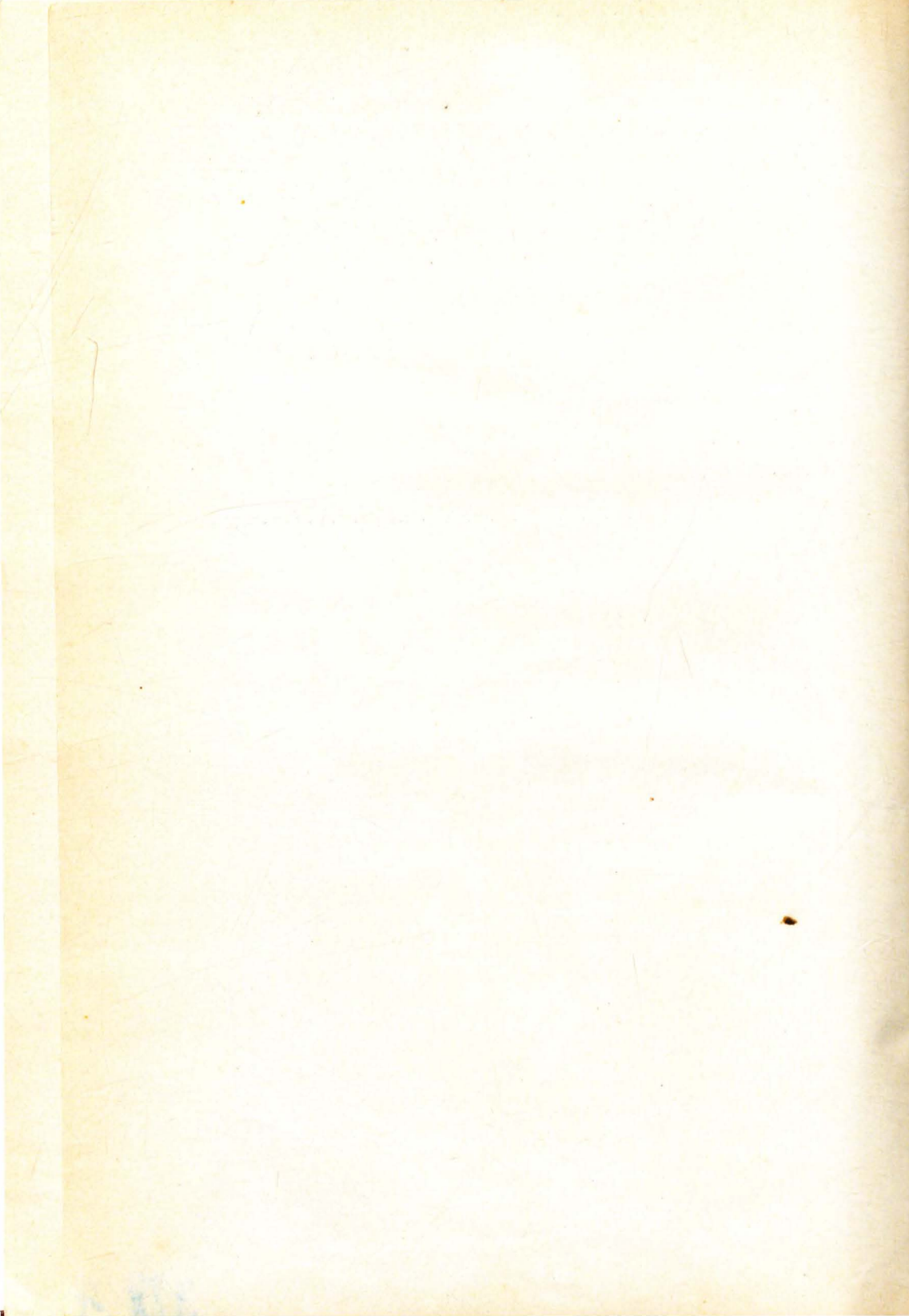
INHALT

Originalarbeiten:

- STREIM. — *Inwieweit Ausmessungen von kymographischen Tonhöhen-Aufnahmen mit der Wirklichkeit übereinstimmen* . . . 1
- WETHLO. — *Zur Technik der Stroboskopie* 271

Verschiedenes:

- Erklärung* 278



P2 1915. 1344

**INTERNATIONALES
ZENTRALBLATT FÜR
EXPERIMENTELLE
PHONETIK**

VOX

**NEUGEGRÜNDET MIT UNTERSTÜTZUNG DER
HAMBURGISCHEN
WISSENSCHAFTLICHEN
STIFTUNG
VON H. GUTZMANN UND
G. PANCONCELLI-CALZIA**

**FISCHERS MEDIZINISCHE BUCHHANDLUNG BERLIN, W 62.
L. FRIEDERICHSEN & CO. HAMBURG.**

25. Jahrgang

Kgl. Bibliothek 24 II. 16

1915

Verlag von Fischer's medicin. Buchhandlung H. Kornfeld,
Herzogl. Bayer. Hof- und K. u. K. Kammer-Buchhändler
in Berlin W. 62, Keithstraße 5.

Einführung in die Angewandte Phonetik

Ein pädagogischer Versuch

von

Dr. G. Panconcelli-Calzia.

Mit 119 Abbildungen im Text und 3 Lichtdrucktafeln.

Preis: Geh. 5 Mark, geb. 5,50 Mark.

Das Werk bezweckt, dem angehenden Linguisten nach den Methoden der experimentellen Phonetik einen elementaren Einblick in den für seine Zwecke in Betracht kommenden Teil der angewandten Phonetik zu gewähren.

Dieses Büchlein, dessen Lektüre vielleicht auch dem Gesangs-, Sprech- und Taubstummenlehrer nützlich sein kann, will also die vorhandenen Werke weder verdrängen noch ersetzen, sondern eine bescheidene Existenz neben ihnen führen.

Internationales Zentralblatt **VOX** für experimentelle Phonetik 1915: 25. Jahrgang

(Fortsetzung der 1891 von A. und H. GUTZMANN gegründeten
*Medizinisch-pädagogischen Monatschrift für die gesamte
Sprachheilkunde*)

Inhalt von Heft 1/6:

Originalarbeiten:

	Seite
H. STREIM, <i>Inwieweit Ausmessungen von kymographischen Tonhöhen-Aufnahmen mit der Wirklichkeit übereinstimmen</i>	1
WETHLO, <i>Zur Technik der Stroboskopie</i>	271

Vermischtes:

<i>Erklärung</i>	278
------------------	-----

INTERNATIONALES ZENTRALBLATT FÜR EXPERIMENTELLE PHONETIK

VOX

Heft 1/6

25. Jahrgang

1915

*Aus dem Phonetischen Laboratorium
des Seminars für Kolonialsprachen zu Hamburg
(Leiter: Dr. G. Panconcelli-Calzia)*

INWIEWEIT AUSMESSUNGEN VON KYMO- GRAPHISCHEN TONHÖHEN - AUFNAHMEN MIT DER WIRKLICHKEIT ÜBEREIN- STIMMEN

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN
VON
H. STREIM, HAMBURG

I. GEGENSTAND

Zur Bearbeitung umfangreicher und genauer Untersuchungen über die Tonhöhe bedienen wir uns im phonetischen Laboratorium des Tonhöhenmeßapparates von Dr. E. A. MEYER¹³ *) Die nach dieser Methode gewonnenen Kurven geben vorzügliche Anhaltspunkte für die Arbeit auf diesem Gebiete. Auffällig ist jedoch, daß die meisten Kurvenbilder kleine Zickzackbewegungen aufweisen. Ich habe innerhalb der letzten drei Jahre neben vielen Stichproben verschiedensten Inhalts fast die gesamten Kymographenaufnahmen des Hottentottischen, annähernd 2000 Kurven, ausgemessen, und immer wieder machte ich dieselbe Erfahrung. Anfangs suchten wir nach keiner besonderen Erklärung für diese merkwürdige Erscheinung. Berechtigter Weise führten wir es zunächst auf eine ungeschickte Handhabung

*) Die Ziffern weisen auf die Bibliographie hin.

des Apparates durch den Anfänger zurück. MEYER¹³ ist derselben Meinung:

„Die Genauigkeit der erhaltenen Tonkurven hängt natürlich einerseits von der Präzision des Baues des Apparates, andererseits aber auch in hohem Grade von der Geübtheit des Untersuchers im Einstellen auf die Periodengrenzen und von der Schärfe der Ausprägung dieser Grenzen in der Stimmkurve ab.“ (S. 239).

Als aber auch bei späteren Messungen trotz großer Übung diese Zacken blieben, nahmen wir an, ein unsicheres Halten eines anzugebenden Tones sei häufig die Ursache. Diese Annahme fanden wir von MEYER bestätigt:

„Die ausgezogene Linie, die die unteren Endpunkte der kurzen senkrechten Striche verbindet, stellt die Tonbewegung dar. Die kleinen Ausbuchtungen dieser Linie beruhen zum Teil auf Meßfehlern, zum Teil aber auch auf wirklichen Unregelmäßigkeiten des Stimmtons.“ (S. 239).

POLLACK¹⁴ unterstützt von HAUSER⁶, die das Tonhöhengebiet in ganz anderer Weise bearbeitet haben (durch Umwandlung von Glyphik in Graphik), kamen zu ähnlichen Resultaten. POLLACK¹⁴:

„Die Betrachtung unserer Tonhöhenkurven lehrt 1.
2. daß abgesehen von diesen Schwankungen viel kürzere, annäherungsweise mit der Periode des Grundtones zusammenfallende Variationen der Tonhöhe fast stets vorkommen. Letzteres zeigt, daß die menschliche Stimme beim Aussprechen eines Vokales in einem fortwährenden Zittern um die betreffende Höhenlage begriffen ist.“ (S. 7—8).

Nun war aber wiederholt beim Registrieren der Stimme von Gewährsleuten mit absolut musikalischem Ohr vollkommene Treffsicherheit der Versuchsperson in der Stimmgebung festgestellt worden, während die Tonhöhenkurven eine Unsicherheit anzeigten. Da wurde die Frage aufgeworfen: Könnten diese Zickzacklinien nicht in vielen Fällen auch durch Unzuverlässigkeit der Apparatur der Registrierung hervorgerufen werden? Neben der Möglichkeit, bei der *Auswertung der graphischen Bilder* veranlaßt zu werden (vgl. MEYER¹³) hat wohl auch *dieser* Einwurf seine Berechtigung. Und zwar richtete ich zunächst die Aufmerksamkeit auf den Motor, als die treibende Kraft der Registrierapparate. Ich ging von dem Gedanken aus, daß eine ungleichmäßig laufende Triebkraft Erschütterungen bewirkt, die in unregelmäßig registrierten Wellenlängen zum Ausdruck kommen. Solche Wellenlängen, Abszissenwerte, mit einem Meßapparate bearbeitet, müssen Zickzackkurven zeitigen.

Diese Frage war der näheren Untersuchung wert. So stellte ich mir als erstes die Aufgabe, das ZIMMERMANN'SCHE *Kymographion*, den im Laboratorium gebräuchlichsten Apparat, auf die Regelmäßigkeit seines Motors hin, zu untersuchen.

II. HISTORISCHER ÜBERBLICK

Wie ungemein wichtig es ist, einen mit konstanter Geschwindigkeit arbeitenden Motor zu besitzen, wurde stets, so lange man auf experimental-phonetischem Gebiete gearbeitet hat, mit Nachdruck betont. Jedoch gibt es meines Wissens, so viel auch

*) Die Ziffern weisen auf die Bibliographie hin.

schon über diese Frage geschrieben worden ist, nur wenig ausführlichere Arbeiten. Darum habe ich den Versuch gemacht, dieses Thema weitgehendst auszuführen.

1. Schon MAREY¹² sagt:

„Si l'on veut s'en rapporter à l'uniformité d'un rouage d'horlogerie, il faut l'avoir constatée expérimentalement, ce qui se fait en y pointant des signaux à des intervalles de temps égaux et en constatant que ces signaux sont distants les uns des autres de longueurs parfaitement égales. A cet effet on peut recourir à l'inscription des battements d'un pendule astronomique, ou à celle des vibrations d'un diapason. Supposons que nous ayons tracé pendant plusieurs tours du cylindre les vibrations d'un même diapason; si l'uniformité du cylindre a été parfaite, les vibrations seront toujours également espacées. Sur l'une des lignes sinuées tracées par le diapason, prenons une ouverture de compas qui contienne 10 vibrations et portons cette ouverture sur l'une quelconque des autres lignes, elle devra partout contenir 10 vibrations. Quand on a répété avec succès cette expérience un certain nombre de fois sur un cylindre, on voit quel degré de confiance on peut accorder à la régularité de la marche de son rouage moteur.“ (S. 461).

MAREY's¹² Kontrolluntersuchungen sind genauer durchgearbeitet als die anderer Forscher. Für unsere Zwecke wäre diese Technik aber nicht exakt genug.

2. Manche Anregung für meine Arbeit verdanke ich den Ausführungen LANGENDORFF's¹⁰:

Im ersten, allgemeinen Teil seines Buches, im zweiten Abschnitte über die „*Registrierapparate*“ gibt er uns weitgehendste Auskunft über die Leistungsfähigkeit verschiedener gebräuchlicher Motore. Im zweiten, speziellen Teil spricht er unter anderem auch über „*Zeitvermerkung und Signalschreibung*“. Einleitend bemerkt er dazu:

„Die vollständige Verwertung einer graphischen Aufzeichnung ist nur dann möglich, wenn man die Geschwindigkeit kennt, mit welcher sich während des Aufzeichnens die aufnehmende Fläche beim Schreibapparat vorbeibewegt hat. Benutzt man einen durch ein Uhrwerk und dergleichen getriebenen, mit guter Regulationsvorrichtung versehenen Registrierzylinder, so genügt die Ermittlung der Drehungsgeschwindigkeit, um daraus den Zeitwert größerer und kleinerer Abschnitte der Abszisse zu entnehmen.“ (S. 119).

Zur Feststellung der Umdrehungsgeschwindigkeit bediente man sich, wie LANGENDORFF¹⁰ erwähnt, anfangs der Zählwerke, wie an der VOLKMANN'schen Trommel. In der neueren Zeit sind sie durch die Chronographen ersetzt, die ein weit sichereres Orientierungsmittel über die Regelmäßigkeiten der Motore geben. Wiederholt und nachdrücklich betont der Verfasser die Wichtigkeit der Zeitschreibung. Er verlangt bei jeder Registrierung eine erneute Zeitmarkierung, da die Apparate stets allen möglichen Veränderungen ausgesetzt sind. Diesen einleitenden Bemerkungen folgen Ausführungen über die Zeitmarkierer als Kontrolle einer regelmäßigen Motorgeschwindigkeit.

3. JAQUET⁹ führt uns eigene Untersuchungen über die Regelmäßigkeit der Motore neben den eingehender behandelten Zeitmarkierungsprüfungen vor. Aus seiner Untersuchungstechnik habe ich manches für die Bearbeitung meiner Materialien verwenden

können. Für die Untersuchungen der Motore stützte er sich auf die Resultate seiner Chronographenprüfungen (Jaquet⁹ (S. 28) Resultate über das ZIMMERMANN'sche Kymographion). Besonders beachtenswert ist, daß JAQUET⁹ großes Gewicht auf exakte Messung der Kontrollkurven legt. Das vielfach so übliche Meßverfahren mit dem Zirkel ist auch seiner Ansicht nach eine recht unsichere Auswertung. Dieser Einsicht verdanken wir den von ihm konstruierten *Kurvenanalysator* (JAQUET⁹ (S. 35—35)).

4. STRAUB¹⁹ bezweckte mit seinem Elektromotor-Kymographion eine einfache, handliche Variierung der Geschwindigkeit durch Veränderung der treibenden Kraft selbst, nicht durch komplizierte Auswechslung der Räderübersetzung (S. 574) und Änderung des Regulators. STRAUB¹⁹ geht dann des Näheren auf seinen Motor ein, ihn häufig mit dem Federmotor des LUDWIG-BALZAR'schen vergleichend. Für mich war es nun von besonderem Interesse, daß der Verfasser recht ausführlich über die Konstanz der Geschwindigkeit seines Motors berichtet. Er zeigt, wie er sie geprüft hat und welche Resultate sich aus den Untersuchungen ergaben.

„Von allergrößter Bedeutung für die Brauchbarkeit des Instruments ist natürlich die Gleichmäßigkeit seines Ganges. Ich glaube behaupten zu dürfen, daß die ja bei keinem Instrument vermeidbare Inkonzanz bei dem neuen Kymographion auf ein praktisch bedeutungsloses Minimum herabgedrückt ist.“ (S. 580).

Zur Prüfung bediente er sich bei schnellerem Gange einer Stimmgabel 100 v. d. bei langsamerem,

„neben der vergleichenden Ausmessung der einzelnen Intervalle mit dem Zirkel noch einer, der Noniusmethode ähnlichen, Kontrolle, indem er bei gleichbleibendem Stromverbrauche zweimal untereinander verzeichnet, während der Dauer je einer Trommelumdrehung die Sekundenintervalle registrierte (.). Diese Methode läßt noch Ungenauigkeiten erkennen, die durch Ausmessen mit dem Zirkel nicht mehr entdeckt werden können.“ (S. 580—581).

Der Verfasser gibt an, daß er bei dieser Art der Schwankungsmessung einen Maximalfehler von $\pm 4\%$ feststellen konnte und zwar bei langsamem Gang, bei dem die Gleichmäßigkeitsverhältnisse am ungünstigsten sind. Durch eine Kombination von schnellster Motorgeschwindigkeit und zentraler Friktionsscheibenübersetzung soll der Fehler vermieden werden. Die Fehler führt STRAUB¹⁹ auf

„den Rest der jedem Elektromotor anhaftenden Periodizität des Ganges“ zurück. (S. 581).

5. Wie STRAUB¹⁹ so hebt auch BLIX¹ die Vorteile eines durch einen Elektromotor getriebenen Kymographions hervor, und hat zu diesem Zwecke einen besonderen Elektromotor von SANDSTROM bauen lassen.

Dieser Apparat soll, was Variierung als auch Konstanz der Geschwindigkeit betrifft, Vorzügliches leisten. In seiner Bauart zeigt er verschiedene Abweichungen von dem STRAUB'schen. Auch BLIX machte weitgehendste Untersuchungen über die Regelmäßigkeit der Geschwindigkeit und zwar in der der Noniusmethode ähnlichen Verschiebungsregistrierung eines Zeitmarkierers. Er

benutzte den JAQUET'schen *Sekundenmarkierer*, bei einigen Versuchen diesen mit dem MARCEL DEPREZ'schen *elektrischen Signal* verbindend. Eine Tabelle und verschiedene Bilder, aus seiner Versuchsserie herausgenommen, geben über seine Resultate Auskunft.

6. GARTEN⁵ versäumt es nicht, wiederholt auf die Wichtigkeit eines Gleichmaßes in der Motorbewegung der Registrierapparate hinzuweisen. Er führt unter anderem manches über seine Untersuchungen auf diesem Gebiete vor, seine dabei erzielten Resultate angehend (vgl. seine Resultate über Feder- und Elektromotor und fallendes Gewicht S. 104 u. ff.).

Nach einer kurzen Übersicht über verschiedene Kymographien beschreibt GARTEN⁵ ein neues, von ihm zusammengestelltes Photokymographion. Die Prüfung über die Konstanz der Geschwindigkeit nahm er, wie folgt, vor:

„Zunächst erfolgte eine Aufnahme bei 1,59 m Geschwindigkeit; dann wurden 30 blinde Schüsse abgegeben und endlich eine zweite Aufnahme vorgenommen. Ich erhielt für die Schwingungen der Zungenpfeife (106,4 v. d. in 1^m) und auch der Ordinaten von je 0,889 auf die Filmstrecke von 10 cm vollständige Deckung beim Übereinanderlegen beider Aufnahmen. In der Hauptsache dürfte es von der Güte der Feder abhängen, ob eine so weitgehende Konstanz sich an allen Apparaten wird erreichen lassen.“ (S. 114).

GARTEN prüfte somit die Konstanz der Geschwindigkeit auf photographischem Wege.

7. Für die Bearbeitung des Aufsatzes, besonders des literarischen Teiles, benutzte ich O. FRANK's⁴ Ausführungen als Ausgangspunkt. Auch FRANK spricht eingehendst über ein bedingtes Gleichmaß in der Motorbewegung:

„Leider fehlt es bis jetzt an systematischen Untersuchungen über die Leistungen der einzelnen Konstruktionen. Fast durchgängig haben sich die Erfinder damit begnügt, die Vorzüge ihrer Konstruktion hervorzuheben, ohne die Leistungen der Apparate nach jeder Richtung objektiv zu würdigen. Die Herstellung guter Kymographien wird mehr als eine Kunst betrachtet, statt daß man die Prinzipien der Konstruktion entwickelt und der Allgemeinheit zugänglich gemacht hätte. Und doch erscheint die Bildung solcher Prinzipien von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Sehr wichtig ist ja die Erzielung einer gleichmäßigen Bewegung der Schreibfläche.“ (S. 2).

Zur Kontrolle dieser Bewegung benutzte man, wie der Verfasser angibt, die Chronographie. Man beschränkte sich aber leider darauf, nur größere Zeitintervalle in betracht zu ziehen.

„Unter allen Umständen ist zu bedenken, daß eine Sicherheit für die genaue zeitliche Auswertung bei ungleichmäßiger Bewegung der Schreibfläche nur für den Anfang und das Ende der registrierten Intervalle besteht. Für kleinere Intervalle als die registrierten kann der zeitliche Verlauf unter diesen Umständen nicht sicher ermittelt werden.“ (S. 2.)

Dieser Einwurf ist berechtigt, denn wie häufig beobachtet man bei einem Uhrwerk bei größeren Abständen gewisses Gleichmaß; dagegen bei kleineren Unregelmäßigkeiten, die natürlich innerhalb der größeren Intervalle ausgeglichen werden. Resultate, für die daher die Auswertung größerer Intervalle die Unterlage ist, sind unzuverlässig.

Die Ursachen der Unregelmäßigkeit sieht der Verfasser in der Veränderung der bewegenden Kraft, den Reibungswiderständen bei Anwendung von Zahnrädern, in der unsteten Berührung der Zähne usw. (vgl. S. 22 oben).

FRANK¹ gibt somit Anregung zu einer weitgehendsten Untersuchungsmethodik über die Leistungsfähigkeit der Registrierapparate, besonders Gewicht auch auf eine exakte Messungstechnik legend. Gerade dieser letzte Punkt ist, meines Wissens, außer von JAQUET⁹ nicht exakt genug durchgearbeitet worden. Allerdings bemerkt BLIX¹ ganz richtig:

„Die Fehler sind hier für die meisten physiologischen Versuche ganz belanglos.“ (S. 414).

Eine größere Genauigkeit in der Untersuchung und der Auswertung der Kontrolle muß dagegen auf experimental-phonetischem Gebiet angewandt werden, wo es sich um die Fixierung kleinerer und kleinster Zeitintervalle in den phonetischen Erscheinungen handelt (vgl. S. 5 Bemerkung unter FRANK¹ über kleine und größere Intervalle).

III. UNTERSUCHUNGSTECHNIK

Diese Arbeit bezweckte ursprünglich nur die Orientierung über die Leistungsfähigkeit des ZIMMERMANN'schen Kymographions, betreffs der Konstanz seiner Geschwindigkeit. Die Prüfung des Apparates erfolgte auf Grund von Registrierungen einer elektrischen Stimmgabel mit Platinkontakt, aufgenommen während der ganzen Bewegungsdauer des Uhrwerks. Die Bearbeitung der Auswertung dieser Aufnahmen führte zu wenig befriedigenden Resultaten und veranlaßte daher eine Erweiterung und Änderung des gefaßten Planes in verschiedener Hinsicht: Der Untersuchung des ZIMMERMANN'schen Kymographions wurden solche anderer Registrierapparate zur Seite gestellt. Andere Tonerreger und andere Geschwindigkeiten wurden in die Beobachtungsreihe aufgenommen. Ausmessungen auf verschiedenen Meßapparaten, ausgewertet von verschiedenen Personen, zu den verschiedensten Zeiten, vervollständigten das Untersuchungsmaterial, das zur leichteren Bearbeitung und gleichzeitig als eine Kritik der angewandten Untersuchungstechnik dienen sollte.

1. Chronographen

Eine zuverlässige Kontrolle der Registrierapparate bedingt einen genauen Maßstab (vgl. JAQUET⁹ (S. 6-7 und 26)). Das nächstliegende, die menschliche Stimme ist hier natürlich unbrauchbar, da sie der Veränderung sehr stark ausgesetzt ist. So kamen die *Chronographen* in Betracht (vgl. LANGENDORFF¹⁰ (S. 119 u. ff.) und FRANK⁴ (S. 11 u. ff.)) und zwar Tonerreger, deren einzelne Schwin-

gungen einem sehr kleinen Bruchteil einer Sekunde entsprechen, also auch bei größter Geschwindigkeit benutzt werden können.

A) Die *elektromagnetische Stimmgabel von 100 v. d.* von ZIMMERMANN Leipzig (Katalog 25 Nr. 1703) kam als erster Chronograph in Anwendung.

Von Interesse ist JAQUET's⁹ Urteil über dieselbe. Anschließend an die Resultate seiner Prüfungen sagt er:

„Nach dieser Messung wäre also die elektrische Stimmgabel als ein präzises, chromometrisches Instrument anzusehen, welches den höchsten Anforderungen zu genügen imstande ist.“ (S. 15).

Ehe ich meine Untersuchungen begann, wurde die Stimmgabel, ohne Elektromotor, in der *Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zu Charlottenburg* geeicht. Nachfolgend eine Kopie des Prüfungsscheines (18. Juli 1914):

Die Zahl S , der ganzen oder Doppel-Schwingungen, welche die Gabel bei der Temperatur von $t^{\circ}C$ in der Sekunde ausführt, wenn sie in freier Hand gehalten mit kleiner Amplitude schwingt, wird durch die Formel angegeben:

$$S = 99,7 \pm 0,1 - 0,01 (t - 20).$$

Der Temperaturkoeffizient ist nicht besonders bestimmt, sondern nach den allgemeinen Erfahrungen an Stimmgabeln ähnlicher Form und Tonhöhe angenommen.

Die Stimmgabel ist durch Aufbringen des Prüfungsvermerkes PTR 262 gekennzeichnet.

Laut Prüfungsschein ist bei dieser Stimmgabel ein Durchschnittsverlust von $3/1000$ Schwingung pro $1/100$ Sekunde zu verzeichnen. Diesem Fehler muß, wenn er bedeutend genug ist, bei der Bearbeitung der Resultate Rechnung getragen werden.

Dieser elektromagnetische Tonerreger wurde von 4 Volt aus den Akkumulatorenzellen angetrieben, deren Spannung durch einen Voltmeter geprüft war. Es wäre vielleicht richtiger gewesen, die geeichte Stimmgabel ohne elektrischen Kontakt zu verwenden, um nämlich eine mögliche Beeinträchtigung der Schwingungszahl durch den elektrischen Strom zu vermeiden. Wegen des umfangreichen Materials mußte von der angeschlagenen Stimmgabel abgesehen werden. Eine Aufnahme mit dieser wird den etwaigen Fehler kontrollieren.

Als Stützpunkt für den Zeitschreiber diente ZIMMERMANN's *Universalstativ*. (Kat. 25 Nr. 4248—50.) Das Stativ stand auf Gummistückchen, um Erschütterungen zu dämpfen und die Standfestigkeit zu erhöhen. Früher als den Registrierapparat setzte ich den Markierer in Bewegung, damit er beim Einsetzen der Registrierung die sogenannte Anfangsgeschwindigkeit überwunden hatte, alsdann schrieb er während der ganzen Bewegungsdauer des Uhrwerks.

B) An diese Untersuchung reihte sich als 2. Chronographenzeichnung die *angeschlagene Stimmgabel*, und zwar die geeichte ohne Kontakt.

C) Es folgte alsdann der BERNSTEIN'sche *Federunterbrecher* mit Quecksilberkontakt, verbunden mit dem PFEL'schen *Federsignal*,

beide von ZIMMERMANN (Katalog 25 Nr. 1725 und Nr. 1830) ausgeführt.

D und E) Ferner wurden erneute Aufnahmen mit der *elektromagnetischen Stimmgabel* vorgenommen: Einmal verbunden mit dem *Federsignal* von PFEIL, das andere Mal ersetzte am Tonereger ein *langer Aluminiumzeiger* die früher verwandte kurze Hornfeder. Diese Registrierungen bezweckten feinere, spitzere Zacken (vgl. Resultate S. 37—38). Die Zeichnung mit dem Signal erfolgte bei geringerer Geschwindigkeit.

Die 4 letztgenannten Prüfungen waren Stichproben von 100 bis 200 Schwingungen, aufgezeichnet 1' nach Beginn der Motorbewegung, ebenso die später erwähnten Experimente, mit den anderen Motoren und Geschwindigkeiten, den verschiedenen Meßapparaten-, -personen und -zeiten.

2. Aufnahmeapparate

A) Federmotore

a) ZIMMERMANN'sches Kymographion

Unter den im phonetischen Laboratorium befindlichen Registrierapparaten wählte ich das große ZIMMERMANN'sche Kymographion (Katalog 25 Nr. 2100 a 2100/1) und zwar den neuesten, wenigst gebrauchten Apparat, ohne Senkvorrichtung für diese Motoruntersuchung. Er war von der Fabrik ungefähr 1910 geliefert worden. Das Kymographion ist vollständig erschütterungsfrei auf einer Marmorplatte, auf einem massiven Tisch montiert. *Genau gearbeitet und gut reguliert* (vgl. LANCENDORFF¹⁰ (S. 17/18)) sind die unbedingten Forderungen, die man an einen Präzisionsmotor stellt. Die Grundbedingungen schienen uns auch in dem vorzüglich gearbeiteten ZIMMERMANN'schen Kymographion erfüllt; bis wir durch die Resultate, ausgewertet auf dem MEIER'schen Meßapparat, stutzig und mißtrauisch wurden. Allerdings bedachten wir dabei, daß, falls die Ungenauigkeiten durch den Motor verursacht wurden, der Grund wahrscheinlich in dem längeren Gebrauch und der damit verbundenen Abnutzung zu suchen sei.

Das Uhrwerk sollte in seinem ganzen Bewegungsverlaufe geprüft werden. Deshalb erfolgte die Registrierung durch die elektromagnetische Stimmgabel sofort beim Lösen der Bremse vom vollständig aufgezogenen Uhrwerk, das nach einer *Stoppuhr* (ZIMMERMANN'scher Katalog 25 Nr. 1250) in 3'20 8/10" abgelaufen ist.

Der Kymographion-Zylinder hat die Normalgröße von 18 cm Höhe und 50 cm Umfang. Beim Herabsenken der Trommel kann nur annähernd $\frac{2}{3}$ ihrer Höhe ausgenutzt werden. Diesem Umstande zufolge mußte die Aufnahme in Unterbrechungen vorge-

nommen werden. Auf 13 Kymographionstreifen war schließlich die ganze Uhrwerksbewegung untergebracht.

Dieser Gesamtaufnahme schlossen sich die Stichproben mit den anderen Tonerregern an.

b) Das Grammophonuhrwerk

Als 2. *Federmotor* wurde das *Grammophonuhrwerk* eines Apparates der DEUTSCHEN GRAMMOPHON-A.-G. Type *Engelmarke* (Katalog 1912—13, Nr. 38) untersucht.

FRANK⁴ bezeichnet die Grammophon-Motore als sehr brauchbar, besonders wegen ihrer guten Regulatoren. (S. 4).

Da die Drehungsgeschwindigkeit bei diesen Uhrwerken eine bedeutend größere ist, als sie die Registrierung auf der Kymographiontrommel bedingt, so wurde durch eine neukonstruierte Übertragungsscheibe das Übersetzungsverhältnis reguliert. Die Chronographie erstreckte sich auch hier auf alle beschriebenen Tonerreger.

B) Elektromotore

a) 2-Voltmotor

In unserem phonetischen Laboratorium haben wir eine Reihe von Schülerkymographien, die von einem 2-Voltmotor (Excelsior-Werk, Köln) angetrieben werden. Ehe wir diese Motore benutzen konnten, ließen wir sie einer gründlichen Revision unterziehen.

STRAUB¹⁰ (S. 575) warnt davor, solche Motore, die als richtige Fabrikware gekennzeichnet sind, in den Laboratoriumsbetrieb aufzunehmen; besonders da, wo man auf eine variierende Geschwindigkeit angewiesen ist. Für uns kommen diese Erwägungen weniger in Betracht; denn 1. ermöglichen wir bei diesen Instrumenten eine Veränderung der Geschwindigkeit durch Verschiebung des Trommelmußs zur Friktionsscheibe und 2. treibt der Motor nur ein Schülerkymographion, für das eine besondere Präzision nicht unbedingt erforderlich ist.

Auch diese Apparate unterzog ich einer Prüfung zu Vergleichungszwecken.

b) 110-Voltmotor

Ein anderer Elektromotor, der hier und da, wenn auch in selteneren Fällen, im Laboratorium Verwendung findet, ist der 110-Voltmotor (von Kaiser, Leipzig), der der städtischen Gleichstromleitung angeschlossen wird (siehe BLIX¹ und LOHMANN RINK¹¹, STRAUB¹⁰). Auch ihn stellte ich in meine Untersuchungsreihe hinein.

C) Das fallende Gewicht

Um die Reihe der Untersuchungen zu vervollständigen, wurde auch der *Gewichtsmotor des LIORERGRAPHEN* (vgl. Bibl.¹⁵) einer Prüfung unterzogen und zwar in derselben Weise wie bei Motor 2, 3 und 4.

3. Verschiedene Geschwindigkeiten

Die Prüfung des ZIMMERMANN'schen Kymographions erfolgte bei größtmöglicher Apparatbewegung, d. h. größte Uhrwerks- und Zylindergeschwindigkeit, letztere in 65° auf der Trommelskala angegeben. Auf Grund der Methode des Tourenzählens stellte sich heraus, daß g 65 eine Drehungsgeschwindigkeit von 1 Tour in $1\frac{2}{3}$ Sekunden angibt oder (bei dem Trommelumfang von 500 mm) 300 mm per Sekunde im Durchschnitt gerechnet. Wie weit sich diese Angabe mit der Wirklichkeit deckt, wird sich später zeigen. Zu den Vergleichungskurven zählen ein paar Stichproben, aufgenommen am ZIMMERMANN'schen Kymographion bei geringerer Geschwindigkeit, m 65. Das Uhrwerk war also auf mittlere Geschwindigkeit eingestellt. Eine noch langsamere Bewegung, k 65, ward nicht verwendet, da die Stimmgabelschwingungen alsdann ineinandergelaufen wären. Bei den andern Motoren habe ich es bei *einer* Geschwindigkeit belassen, selbstverständlich der gebräuchlichsten. Für die Versuche war diese ausreichend.

4. Meßvorrichtungen

Nach meiner Ansicht ist in dieser Untersuchungstechnik die exakte Auswertung der Kontrollaufnahmen die wichtigste Forderung. Erfolgt die Ausmessung der Markierungen in zuverlässiger, genauer Weise, so wird es selbst da, wo verschiedene Faktoren das Wirklichkeitsbild entstellen, möglich sein, zu annehmbaren Resultaten zu kommen (vgl. FRANK⁴ (S. 30—31)).

JAQUET⁹: „Es genügt nicht, die graphischen Methoden so vervollkommen zu haben, daß die dabei gewonnenen Kurven eine möglichst exakte Reproduktion des untersuchten Vorganges darstellen; es genügt auch nicht diese Kurven mit einer genauen zuverlässigen Zeitregistrierung versehen zu haben, wenn man nicht imstande ist, die dadurch erreichten Vorteile, durch eine ganz präzise Messung der Kurven zur Geltung zu bringen.“ (S. 35).

In den meisten Fällen war bisher da, wo es sich um umfangreichere Ausmessungen handelte, der Zirkel in Anwendung gekommen. Die Genauigkeit einer solchen Messung läßt wohl mancherlei zu wünschen übrig.

JAQUET⁹: „Mit einiger Übung kann man zwar mit dem Zirkel ziemlich genaue Linienabschnitte messen, so lange dieselben sich auf einer fortlaufenden geraden Linie befinden; man bringt es sogar fertig, Kurven mit gleichgroßen Ordinaten zu messen. Dieses Instrument versagt aber, sobald es sich darum handelt, unregelmäßige Kurven zu analysieren. Dazu braucht man notwendig einen Apparat, mit welchem man gleichzeitig Abszissen und Ordinaten messen kann, und zwar mit der gleichen Genauigkeit, mit welcher die Kurven geschrieben worden sind.“ (S. 35).

Die Auswertungen wurden:

A) mit dem *Komparator des Tonhöhenmeßapparates* von MEYER-SCHNEIDER, einer Neukonstruktion des Apparates von MEIER¹³ vorgenommen (vgl. MEIER¹³ — SCHNEIDER¹⁷ — STILKE¹⁸).

B) bediente ich mich des Meßtisches von DIEL, Leipzig, mit dem Mikroskop von ZEISS (Kat. 33, 1906 S. 59 Fig. 27). Okul. 2. Obj. a3. Für umfangreiche Messungen ist er ungeeignet, da man hintereinanderweg nur ein kleines Stück von höchstens 10 Schwingungen messen kann.

EDE) kam der Meßapparat MEYER-SCHNEIDER noch einmal in Anwendung, jedoch in veränderter Form, als ein Ergebnis dieser Untersuchungen (S. 41—44).

Diese Änderungen waren unter Leitung des Institutsmechanikers, Herrn SCHUMANN ausgeführt worden; ich möchte ihm hier für seine freundliche Unterstützung danken.

Da bei diesen Auswertungen wahrscheinlich nicht nur der Fehler des Apparats zu beachten ist, sondern auch der persönliche Faktor des Messenden sich geltend macht, ließ ich wiederholt ein- und dieselben Kurven von verschiedenen Personen auf verschiedenen Apparaten messen. Die Wahl fiel nicht nur auf solche, die in derartigen Arbeiten mehr oder weniger bewandert sind, sondern es wurden auch ganz fernstehende herangezogen. Weitere Auswertungen ein- und desselben Stückes, vorgenommen zu verschiedenen Zeiten, dienen zur Kontrolle, wieweit die jeweilige Leistungsfähigkeit des Arbeitenden auf die Sicherheit des Ausmessens Einfluß gewinnt.

Der Auswertung des gesamten Materials gingen ein paar Messungen in MARY'scher¹² Art voran. Die Markierungen auf jedem der 13 Kymographionstreifen wurden in mehrere Gruppen zu je 10 Schwingungen eingeteilt und jede Gruppe mit dem letztgenannten Apparat ausgemessen. Zu Vergleichungszwecken ward auch noch eine Mittelwertberechnung vorgenommen.

Die eigentliche Bearbeitung der Aufnahmen bestand in der Ausmessung jeder *einzelnen* Schwingung. Jede einzelne Schwingung auf den Kymographionstreifen wurde vor der Auswertung laufend numeriert. 20066 Schwingungen mußten mit dem Komparator bearbeitet werden. Die Messung vollzog sich in bekannter Weise, die Werte bis zu $\frac{1}{1000}$ Bruchmillimetern vom Apparat ablesend.

Die Aufschreibungen wurden von zwei Damen des Laboratoriums, Fräulein OELFKE und Fräulein HORWITZ gemacht, ebenso später die Nachzeichnung der graphischen Darstellung zu photographischen Zwecken. Durch gegenseitige Kontrolle prüften sie die Berechnungen aufs genaueste. Für die mit größter Sorgfalt und Geduld ausgeführte Arbeit möchte ich den beiden Helferinnen danken. Die Ausmessung und graphische Darstellung des gesamten Materials führte ich selbst aus. Ferner möchte ich Herrn GUTERMANN für die von ihm ausgeführten mathematischen Arbeiten danken.

5. Graphische Darstellung

Das umfangreiche Material bedingte eine übersichtliche Anordnung und Darbietung der gewonnenen Schwingungsgrößen.

Eine Bearbeitung rein numerischer Werte war sehr bedenklich und fast unmöglich. Die graphische Darstellung erschien hier als das sicherste Mittel zum Ziele zu kommen (vgl. LANGENDORFF¹⁰ (S. 3)).

Die Abszissenwerte wurden auf Millimeterpapier gezeichnet. In den ersten Proben wurden die einzelnen Zahlen genau mit ihren kleinsten Bruchteilen, den 100stel und 1000stel dargestellt. Die entstandenen Kurven waren jedoch so unklar und infolge der vielen Zacken so schwer zu lesen, daß ein Reduzieren der 100stel und 1000stel auf 10tel geeigneter erschien. In dieser Darstellung wurden die graphischen Bilder klarer, die vielen Zacken fielen fort. Von größter Wichtigkeit aber war, daß das gravierende Moment in der reduzierten Kurve ebenso gut zum Ausdruck kam wie zuvor. Die beim Ablesen vom Meßapparat beachteten 100stel und 1000stel wurden natürlich für die Reduzierung berücksichtigt.

Der Originalkarton der graphischen Darstellung hat eine Größe von 0,75:1,00 m, die Photographie ist auf $\frac{1}{10}$ reduziert. In der Länge von 1 m sind 200 Schwingungen gezeichnet; je 5 mm sind 1 Schwingung oder $\frac{1}{100}$ Sek.

Um die neuen Kurvenreihen stets mit einem vollen 100ter beginnen zu lassen, ist die jeweilig 200ste Schwingung als erste in die neue Kurvenreihe eingestellt worden.

Jedes der drei die Höhe des Kartons ausfüllenden Faches ist eine räumlich dargestellte Schwingungsgröße von 4 mm, auf der Zeichnung durch 200 mm gekennzeichnet. 5 mm in der Ordinateurichtung sind somit $\frac{1}{10}$ Millimeter Schwankungsbreite in der Schwingungsgröße. Die Ziffern am Rande der Tafel bezeichnen die Millimetergrößen der Abszissenlängen, diejenigen unter den Kurven, die laufenden Nummern der Schwingungen.

IV. RESULTATE

1. Aufnahmeapparate

A) ZIMMERMANN'sches Kymographion

Die erste Resultatsbearbeitung ist die der Aufnahmeapparate, und zwar unter ihnen die des ZIMMERMANN'schen Kymographions, das zunächst allein Gegenstand des Interesses gewesen, und dessen Resultate alsdann Veranlassung zu weiteren Untersuchungen gegeben haben.

a) allgemeine Übersicht über den Uhrwerksverlauf

aa) Bearbeitung nach Mittelwerten

α) Berechnungen

Ist das ZIMMERMANN'sche Kymographion auf Drehungsgeschwindigkeit g 65 eingestellt, so ergibt die Mittelwertsberechnung durch das Tourenzählen eine Millimetergröße von 3,0 mm per $\frac{1}{100}$ " für jede einzelne Stimmgabelregistrierung (vgl. S. 10 unter 3.). Danach wäre die Uhrwerksbewegung graphisch

in einer gradlinig verlaufenden Kurve darzustellen. Aber schon die immerhin recht grobe Messungsart nach MAREY¹² (S. 461) verbunden mit einer Mittelwertberechnung (vgl. S. 11), zeigt, daß ein solches Gleichmaß in der Motorgeschwindigkeit tatsächlich nicht besteht. Wie aus Reihe I der Tabelle S. 140 zu ersehen ist, sind recht beträchtliche Schwankungen vorhanden, die jedenfalls von dem Phonetiker nicht unbeachtet bleiben dürfen.

Folgende Mittelwerte, angegeben in mm, sind zu vermerken:

0,8	1,1	1,5	1,6	1,9	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2
1	1	2	1	2	1	1	2	9	5	19	48	59	42	7	1

Die unter den Werten stehenden Ziffern bestimmen die Anzahl der einzelnen Durchschnittswerte. Auf Grund dieser Angaben erkennt man, daß 2,7; 2,8; 2,9; 3,0 mm die beherrschenden Größen unter den ausgemessenen Abszissen sind. Es ist also damit festgestellt, daß innerhalb der Motorbewegung nicht ein Mittelwert der dominierende ist, sondern mehrere zu verzeichnen sind. Wollen wir uns dennoch auf einen Einheitswert stützen, so käme 2,9 mm in Betracht. Innerhalb verschiedener Intervalle ist jeweilig ein anderer Durchschnittswert der bestimmende, um den sich andere Werte gruppieren. Infolgedessen wird auch die obere bzw. untere Grenze eines solchen Schwankungsgebietes sich ändern, und zwar, bedingt durch die allgemeine Schwankungsgröße im Uhrwerksverlaufe, bald diesen oder jenen Wert annehmen. Diese Schwankungsgröße ist nach diesen Mittelwerten ca. $\pm \frac{1}{10}$ bis $\pm \frac{2}{10}$ mm pro $\frac{1}{100}$ ". Hier und da finden sich größere Schwankungen, die aber nur vereinzelt vorkommen.

3,0 und 2,9 mm bezeichnen die größte Motorgeschwindigkeit, 2,8 und 2,7 mm die verminderte. Allerdings ist die Grenze zwischen beiden Gebieten nicht scharf gezogen. Stellenweis sind die numerischen Werte des einen Gebietes in dem anderen zu finden. Der Übergang von dem einen zum anderen ist nicht schroff, sondern erfolgt allmählich.

Gegen diese Mittelwerte treten die anderen weit zurück. Unter ihnen sind 2,5; 2,6; 3,1 mm noch insofern beachtenswert, daß sie hin und wieder auf kürzere Dauer als Mittellinie der Motorbewegung gelten. Die übrigen aber sind Durchgangphasen der aufsteigenden bzw. absteigenden Beobachtungsreihe.

Reihe II der Tabelle S. 140 gestattet eine Kontrolle der Ergebnisse dieser Untersuchungsmethode. Es sind Mittelwerte in mm angegeben, berechnet nach Gruppen von je 10 Einzelmessungen, herausgenommen aus dem Gesamtmaterial des Kymographions; natürlich dieselben Schwingungsreihen, die

nach MAREY'S¹² Weise mit dem Zirkel bearbeitet wurden. (Berechnung derselben vgl. S. 143—151).

Nachstehende Zahlenreihen geben wieder Aufschluß über die vorhandenen Mittelwerte (vgl. oben.)

0,8	1,1	1,5	1,6	1,9	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2
1	1	1	2	2	1	1	1	4	9	19	46	62	46	4	0

Auch die mittleren Schwankungsgrößen wurden festgelegt und zwar nach denselben letztgenannten Gruppen der Einzelwerte unter Hinzufügung von weiteren 10 numerischen Werten zu jeder einzelnen Abteilung. Z. B. für den mittleren Abszissenwert wurden Schwingung 61—70, für den Durchschnittswert der Schwankungsgröße Schwingung 61—80 benutzt (vgl. S. 152—162).

Wie ersichtlich, wurden die Einzelwerte jeder Gruppe zu dem aus ihnen hervorgegangenen Mittelwert zwecks Ermittlung der Plus- oder Minusschwankung in Beziehung gesetzt, und aus den gefundenen 20 Werten der mittlere errechnet.

0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,18
8	23	48	38	34	23	13	7	4	1	1	1

Diese Zusammenstellung zeigt wieder die vorhandenen Millimeterwerte und ihre Anzahl. Danach ist ca. $\frac{5}{100}$ — $\frac{1}{10}$ mm die Durchschnittsschwankung, und zwar in allen Teilen des Kurvenverlaufs, unabhängig von der jeweiligen Mittellinie, und unabhängig von der zu- und abnehmenden oder normalen Geschwindigkeit: Der Einheitsschwankungswert ist $\frac{7}{100}$ mm.

Wie aus alledem ersichtlich, decken sich im großen und ganzen die Resultate dieser verschiedenen Methoden der Zirkel- und Apparatmessung. Es sind dieselben Mittelwerte, dieselben Schwankungsgebiete und dieselben Schwankungsgrößen. In dem Verhältnis der Werte zueinander ist in beiden Fällen vollständige Übereinstimmung zu konstatieren. Die geringen Abweichungen in der Anzahl einzelner sind unbedeutend und für die Beurteilung des ganzen belanglos.

β) graphische Darstellung einiger Mittelwerte

Zwecks besserer Einsicht in diese Ergebnisse wurden eine Reihe von Durchschnittswerten aus beiden Methoden graphisch dargestellt. Leider war es in beiden Fällen nicht angängig, die 201 Mittelwerte in übersichtlichen, zusammengedrängten Kurven auf dem 1 m langen Originalkarton unterzubringen. Ein 100-

Schwingungen-Abstand als Abszissenlänge, eine $\frac{1}{10}$ mm-Schwankung als Ordinatengröße hätten bei 201 Punkten, graphisch dargestellt, jedes 5 mm groß werden müssen und daher ein unklares Bild ergeben. Bei 40 Punkten ließ es sich ermöglichen, den um vieles größeren Abszissenwert auch räumlich größer darzustellen, nämlich in 25 mm gegenüber den 5 mm der Ordinatengröße (vgl. Fig. 1).

Da die Kurven sich nur aus einzelnen Gruppen der Tabelle zusammensetzen, so fehlen zur genaueren Orientierung die ergänzenden Punkte, und sie geben uns nur die Totalbewegung des Uhrwerks wieder. Der kurze, aufsteigende Anfang zeigt das verzögerte Einsetzen der Geschwindigkeit. Die um eine Mittellinie schwankende, recht beträchtlich lange

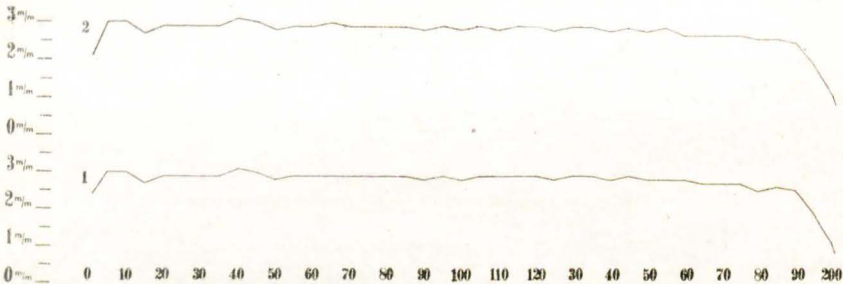


Fig. 1. Graphische Darstellung einiger Mittelwerte

1 aus der Zirkelmessung; 2 aus der Apparatmessung

(Sämtliche Figuren [mit Ausnahme von Fig. 17 und 34] sowie die Tafel sind auf $\frac{1}{10}$ natürlicher Größe reduziert)

Mitte, stellt die vom Apparat bedingte Geschwindigkeit dar. Der im Verhältnis zum Anfang längere Abstieg, entspricht der allmählichen Abnahme der Bewegung. Die Kurven, miteinander verglichen, zeigen nur wenig Abweichungen voneinander. Im allgemeinen ist das Bild von Kurve 2 bewegter.

bb) Bearbeitung nach Einzelwerten

Diese durch die Mittelwertberechnung gewonnenen Resultate beschränken sich nur auf eine allgemeine Übersicht. Für eine genaue experimentelle Kritik des Präzisionsapparates ist aber eine spezielle Vertiefung in die graphische Darstellung der Einzelwerte des Gesamtmaterials erforderlich (vgl. die Tafel; die Tabellen S. 77—139).

α) Geschwindigkeit am Anfang

(Vgl. Schwingung 1—200, aus den Tabellen der Einzelwerte S. 77.)

Das Kurvenbild der Einzelmessung setzt mit einer Schwingungsgröße von $0,5^1$ mm ein.

Die vorangehenden Markierungen kleinerer Größen auf dem Kymographionstreifen waren nicht messbar.

Von diesem Punkte aus steigt die Kurve etappenweise in unregelmäßig aufeinanderfolgenden Millimetergrößen aufwärts. Die Bewegung nimmt anfangs von Schwingung zu Schwingung in Abständen von $\frac{1}{100}$ " um $\frac{1}{10}$, alsdann vorwiegend um $\frac{2}{10}$ mm zu. In der Höhe von 2,5; 2,6; 2,8 mm (von der 85.—200. Schwingung), also in ca. $1\frac{3}{20}$ ", bewegt sich die Linie unter einigen Schwankungen in einem gewissen Gleichmaß, als hätte der Motor schon hier seine Normalbewegung erreicht. Aber erst ca. bei der 200. Schwingung nach 2" scheint die Anfangsgeschwindigkeit endgültig überwunden zu sein.

Für die Aufzeichnungen der phonetischen Erscheinungen ist es von größter Wichtigkeit, dem verzögerten Einsetzen des Motors Beachtung zu schenken. Erst ca. 2" nach dem Lösen der Bremse dürfen wir bei diesem Apparat mit der Registrierung beginnen (vgl. LANGENDORFF¹⁰ (S. 140, Fig. 111).

β) Geschwindigkeit in der Mitte

(Vgl. Schwingung 200 — 17400, S. 77—130.)

An der Hand der Mittelwertberechnungen ist schon festgestellt, daß nach Ablauf von 2", nach dem Einsetzen der gegebenen Geschwindigkeit keineswegs eine gleichmäßige Bewegung des Motors eintritt. Nach den Einzelauswertungen selbst, sowie nach ihrer graphischen Darbietung, in der sie als reduzierte Werte geboten werden, sehen wir's bestätigt, daß Unregelmäßigkeiten in größeren und kleineren, ja sogar kleinsten Intervallen bis zu $\frac{1}{100}$ " vorhanden sind. Die oben erwähnten Durchschnittswerte sind hier die Mittellinien, die uns über Abstufungen in der Uhrwerksbewegung orientieren. Dieser stufenförmige Aufbau bedingt das anscheinend periodische Gepräge der Kurve, das auf periodische Inkonstanz des Uhrwerksganges schließen ließe.

Annähernd $\frac{2}{5}$ der ganzen Darstellung, ca. $1\frac{2}{5}$ Minuten der Bewegungsdauer, werden durch die Mittellinien **3,0; 2,9** mm bestimmt (vgl. 200—8600, S. 77—103). *Es sind die Werte der größten Geschwindigkeit, die der Apparat, auf g 65 eingestellt, seiner Konstruktion nach bedingt.* 3,1; 2,8; 2,7 mm haben in diesem Abschnitte der Kurve mehr den Charakter von Einzelwerten, die sich um die genannten Millimetergrößen gruppieren. Damit wird

¹ Die Millimetergrößen sind hier im Text auf $\frac{1}{10}$ mm reduziert, angegeben; da er sich auf die graphische Darstellung der Einzelwerte stützt, die die Reduzierung auf $\frac{1}{10}$ mm bedingte; während die Tabellen sämtliche Dezimalstellen der Auswertungen bringen.

ein Schwankungsgebiet, sich ergänzend aus 3,1; 3,0; 2,9; 2,8; 2,7 mm geschaffen, daß eine Schwankungsgröße von $\pm \frac{1}{10}$ bzw. $\pm \frac{2}{10}$ mm in sich schließt.

Das nun folgende Schwingungsgebiet 8600—13 550 bildet den Übergang von der größtmöglichen Geschwindigkeit zur verminderten, die durch die Millimetergrößen 2,8 und 2,7 mm gekennzeichnet ist. Innerhalb dieses Übergangsgebietes tritt ein steter Wechsel der Mittellinien 3,0; 2,9; 2,8 und 2,7 mm, ein. Ein Teil desselben, ca. bis zur Reihe der 12 000. Schwingung, kann noch als der Stufe der Mittellinien 3,0; 2,9 mm zugehörig betrachtet werden. Diese um dieses Stück vervollständigt, bildet den brauchbaren Teil des Uhrwerks. *Also $\frac{3}{5}$ des ganzen Motorverlaufs sind für unsere Zwecke verwendbar. Nach ca. 2' Ablauf muß somit der Apparat neu aufgezo-gen werden.*

Die nächste Strecke, die der verminderten Geschwindigkeit mit den Mittellinien 2,8 und 2,7 mm, ist für phonetische Aufnahmen wohl kaum noch zulässig (vgl. Schwingung 13 550—17 400, S. 118 bis 130). Immerhin findet sich in ihrem ersten Teile (ca. bis zur Schwingung 15 200) 2,9 mm hier und da noch als Mittellinie, 3,1 und 3,0 als Einzelwerte. In ihrem zweiten Teile macht sich schon eine stärkere Abnahme bemerkbar. Hier tritt neben 2,7 mm, der unteren Grenze des normalen Schwankungsgebietes, schon 2,6 mm als Mittellinie auf, während 2,5 sich als Einzelwert einreihet.

γ) Geschwindigkeit am Ende

(17400 — 20066 S. 130—139).

Nach ca. $2 \frac{9}{10}$ ' setzt die Endgeschwindigkeit ein. Zunächst (Schwingung 17400—18 600) in einer Zeit von 12" bewegt sich die Kurve noch in einer mittleren Linie von 2,7; 2,6, hier und da schon von 2,5 mm. Als Einzelwert kommt hier neben denen unter 2,5 mm noch vereinzelt 2,8 mm in Betracht.

Dann nimmt die Kurvenbewegung in noch stärkerem Maße ab. Von Schwingung 19000 an sind die Werte 2,5 bis 2,0 mm in kürzeren oder längeren Abständen die jeweiligen Mittellinien. Von nun an sinkt die Kurve von 2,0 mm bis auf den Mindestwert von 0,8, die einzelnen dazwischen liegenden Millimetergrößen als Durchgangsphasen benutzend.

Die letzten kleinen Werte sind nicht verzeichnet, da die letzten Registrierungen nicht meßbar waren.

Dieses Abnehmen der Geschwindigkeit geht im Vergleich zu ihrem verzögerten Einsetzen viel langsamer vor sich, wie deutlich aus der nur sehr allmählich abfallenden Kurve im Gegensatz zum schroffen, kurzen Anstieg zu erkennen ist.

Nach der Mittelwertsberechnung ist die allgemeine Schwankungsgröße knapp $\frac{1}{10}$ mm (vgl. S. 14). Nach den Einzelwerten treten Schwankungen von $\frac{5}{1000}$ bis herauf zu $\frac{3}{10}$ mm auf. Hier

und da auch noch größere. Die graphische Darstellung dagegen kennzeichnet den Wert als eine $\pm \frac{1}{10}$ bzw. $\pm \frac{2}{10}$ mm-Schwankung, die im ganzen Kurvenverlaufe unabhängig von den jeweiligen Mittellinien und der steigenden oder fallenden Bewegung zu finden ist. Ist z. B. die mittlere Linie 3,0 mm, so ist die obere Grenze 3,1 bzw. 3,2 mm, die untere 2,9; 2,8 mm. Die Mittellinie 2,7 bedingt 2,8 oder 2,9 als obere Grenze, 2,6 oder 2,5 als untere. Vereinzelt treten auch größere Schwankungen auf.

b) spezielle Übersicht über den Uhrwerksverlauf

aa) von dem aperiodischen Aufbau der Kurve

α) allgemeine Betrachtung

An die allgemeine Betrachtung des Kurvenbildes anschließend, soll nun auf besondere Erscheinungen in demselben hingewiesen werden.

In dem Abschnitte der größtmöglichen Geschwindigkeit beginnt die Linie sich stellenweis merklich zu senken, um dann erst nach einer beträchtlichen Strecke von immerhin 100—200 Schwingungen, ihren normalen Verlauf wieder aufzunehmen. Recht augenfällig ist diese Bewegung von Schwingung 1320 bis 1500, 4000 bis 4120, und zwar weniger ausdrucksvoll, aber doch erwähnenswert, von 2980—3080 (s. 1320—1500 auf der Tafel).

Da jede dieser starken Verminderungen des Kurvenverlaufes in der Aufnahme ungefähr auf das Ende des zweiten Drittels der Trommelhöhe fällt, ist die Annahme eines Fehlers in der Trommelsenkung naheliegend.

Diese Spur verfolgend, finden sich jedoch keine weiteren Anhaltspunkte, die die Richtigkeit dieses Gedankens bestätigen.

Dann bliebe eben die Möglichkeit eines periodischen Motorfehlers bestehen. Die Abstände zwischen den drei Abstufungen berücksichtigend, geben aber weder Tabellen noch graphische Darstellung in dieser Beziehung irgend eine zuverlässige Auskunft, so daß allein die Mutmaßung eines Zufälligkeitsfehlers Berechtigung haben mag.

Es ist S. 16 schon darauf hingewiesen, daß jeder der größeren Abschnitte in zahlreiche mehr oder minder ausgedehnte Stufen zerfällt. Die allgemeine Charakteristik dieser Abstufungen ist eine dominierende Mittellinie, um die sich Einzelwerte in meistens nur $\frac{1}{10}$ mm Schwankung gruppieren. Das ist das Grundmotiv des ganzen Kurvenverlaufes, das aber häufig von völlig unregelmäßigen, verschiedenstgestalteten Kurvenstrecken entstellt wird. Diesen unregelmäßigen Abschnitten fehlt vielfach die Mittellinie, die zwecks Orientierung als Anhaltspunkt dienen könnte.

β) mathematische Bearbeitung

Trotz dieser ausgesprochenen Unregelmäßigkeit der Kurve hat man hier und da doch den Eindruck einer Periodizität. Daß diese als Perioden anmutenden Kurvenstrecken durchgehends $10/100''$ — $20/100''$ groß sind, scheinen die Berechtigung dieser Annahme zu bestätigen. Diesen angeblich periodischen Aufbau der Kurve zu prüfen, wurden Berechnungen angestellt. Der Ausgangspunkt für dieselben war nachstehende Beobachtung:

Geht man von irgend einer Stimmgabelauswertung in Abständen von 10 zu 10 weiter, so findet sich zeitweise ein ziemlich regelmäßiger Wechsel von Plus- und Minusgrößen in den Abzissenlängen. Hier und da wechselt aber auch ein Minus- und zwei Pluswerte mit einander und umgekehrt. Solche und ähnliche Erscheinungen wurden auf ihre Periodizität hin mathematisch bearbeitet. Die Schwingungen 301—600 wurden in 10 Gruppen zu 30 Gliedern eingeteilt, wie die Tabellen S. 163—165 es zeigen. Die Berechnung beschränkte sich auf die Einzelwerte, die reduzierten Werte der graphischen Darstellung dienen zum Vergleich. Die Bearbeitung erfolgte nach der BESSEL'schen Funktion. Nachstehende Ausführung ist als Ergebnis derselben anzusehen:

Bei einer Zusammenstellung der Werte von 30 Zwischenräumen der ersten Gruppe zu je 10 Abteilungen ergeben die Coëfficienten der BESSEL'schen Funktion nur den ersten Term einigermaßen hervortretend gegenüber den übrigen, die nur selten die Hälfte desselben erreichen. Der Ausdruck für die in der Zahlenreihe enthaltenen Schwankung ist:

$$P = 3,008 + 0,044 \sin(S + 313^{\circ}3') S = n \cdot 12^{\circ},$$

$$n = \text{Ordnungszahl der Zwischenräume.}$$

Diese Schwankung von 0,044 kam in einer graphischen Darstellung von $1/10$ mm nicht zum Ausdruck kommen. Für die Einzelwerte hat eine $1/100$ mm-Größe allerdings Bedeutung. Jedoch tritt diese Schwankung innerhalb der 300 Schwingungen nicht im periodischen Sinne auf. Und so liegt erstens die Vermutung nahe, daß sie regellos in unbestimmbaren Zeitabständen über die Kurve verteilt ist oder zweitens, daß Perioden von mehr als $1/10$ bis $2/10''$ Dauer im Kurvenbild vorhanden sind, was nach der hier oben angegebenen Voraussetzung zur mathematischen Bearbeitung allerdings nicht anzunehmen ist.

γ) graphische Darbietung

Eine zweite Prüfung der vermeintlichen Perioden in einer graphischen Analyse bezw. einer Synthese dieser selben Auswertungen vorgenommen, ergab gleichfalls, was Periodizität an-

belangt, ein negatives Resultat (vgl. Fig. 2 und 3, u. d. Tabellen).
Kurve 1 a b, die nach ihren angeblichen Plus- und Minus-
größen auseinandergenommene erste Gruppe (S. 163, Schw. 301,

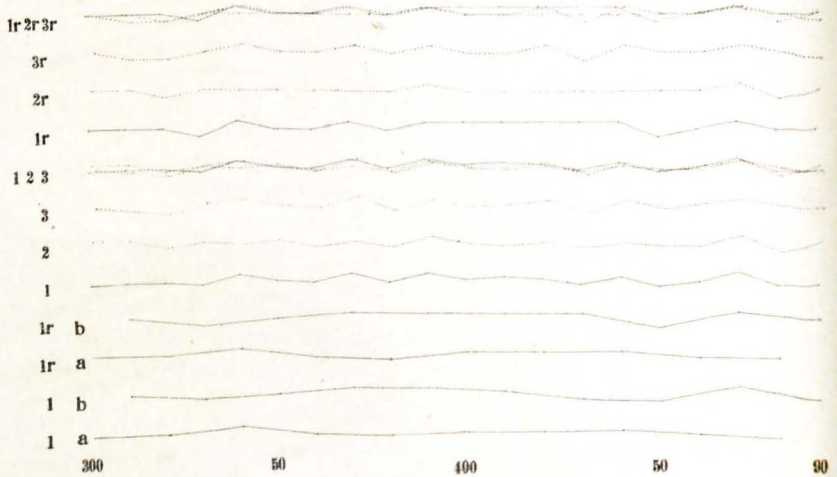


Fig. 2. Graphische Analyse bzw. Synthese einiger scheinbaren Perioden
aus dem Uhrwerksverlaufe des ZIMMERMANN'schen Kymographions

1 a Minuswerte; 1 b Pluswerte

1 ra und 1 rb sind dieselben Werte, aber reduziert

1 Schwingungsgruppe 301, 311, 321 u. s. w.

2 „ „ 302, 312, 321 „

3 „ „ 303, 313, 323 „

1 2 3 das aus den drei Gruppen ergänzte Kurvenstück des Kymographions
die mit *r* versehenen Angaben beziehen sich wieder auf reduzierte Werte

311 usw.), zeigt gewiß nicht das für den periodischen Charakter
bedingte Verharren innerhalb des Plus- bzw. Minusgebietes,
sondern vielmehr beiderseits ein recht regelloses Schwanken.
Selbst die Reduzierung der Einzelwerte bewirkt nach dieser

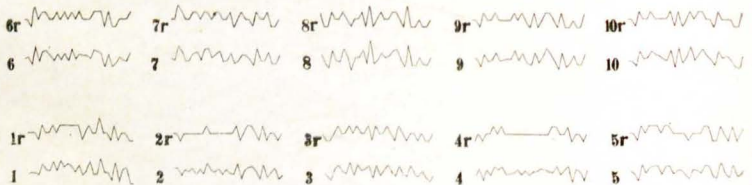


Fig. 3

Fig. 2 ergänzend: Nämlich sämtliche 10 Gruppen der Schwingungswerte
301—600 darstellend

1 r—10 r dasselbe in reduzierten Werten

Richtung hin keinen Ausgleich (vgl. 1 r a b). Die Zusammensetzung dieser beiden Faktoren kann somit erst recht keine Gleichmäßigkeit bringen (s. 1). In der Synthese der Kymographionkurve fortschreitend, schließen sich hier die übrigen Zeichnungen an. Eine wie die in Gruppe 1 gefundene Regellosigkeit ist auch mehr oder weniger in den Gruppen 2 und 3 ausgeprägt, so daß eine Vereinigung von 1 2 3 ein absolut unregelmäßiges Bild ergibt. Die Kymographionkurve kann also, aus solchen Faktoren sich ergänzend, nur einen aperiodischen Verlauf nehmen. Sind dennoch in gewissem Sinne (vgl. S. 19 mathematische Bearbeitung) Perioden vorhanden, so sind sie eben in unbestimmbaren Zeitabständen regellos über die Kurve verteilt. (Vgl. z. B. die Ergebnisse des Experimentes über einen *periodischen* Fehler S. 29).

Mit anderen Worten *die Auswertungen der Stimmgabel-Registrierungen ergeben eine aperiodische und keine periodische Kurve*. Eine Ursache dieses aperiodischen Gepräges mag in der Einwirkung des Regulators auf den Motorgang zu suchen sein. Die erhöhte Geschwindigkeit beim sprungweisen Lösen der Feder und dem verzögerten Einsetzen des Regulators, der Rückschlag in der Bewegung durch dessen Widerstand, sowie der dann erfolgende Ausgleich, kämen vielleicht in Kurvenstrecken, wie die von Schwingung 8648—86, 8745—80; 9671—9704 (vgl. S. 103—104) zum Ausdruck. Da die Funktion des Regulators nicht gleichmäßig vor sich geht, die Feder sich bald langsamer, bald schneller löst, müßte auch die Wirkung eine ungleichmäßige sein (vgl. STRAUB¹⁰ (S. 581) *Irgendwelche tatsächlichen Beweise für die Richtigkeit dieser Vermutungen konnten in diesen Untersuchungen nicht erbracht werden.*

bb) die 1/10 mm-Schwankungen

Die feinsten Unebenheiten in der Uhrwerksbewegung, die noch in der graphischen Darstellung zum Ausdruck kommen, sind die $\pm 1/10$ mm-Schwankungen, die in Intervallen bis zu $1/100''$ auftreten. Als vereinzelte Zacke oder als eine Reihe solcher Zacken zu einer Zickzacklinie vereinigt, unterbrechen sie entweder den geraden Verlauf einer Mittellinie oder verbinden als Zwischenglied verschiedenwertige miteinander. Stellenweis sind sie in den unregelmäßigen Kurvenstrecken zu finden, die damit noch mehr den Eindruck der Zerrissenheit machen.

Solche Zickzacklinien finden sich am häufigsten in einer Dauer von $1/100''$ in dem Kurvenverlaufe vor: z. B.

von Schwingung	4000 bis	4004
„	„	6290 „ 6294
„	„	9063 „ 9067
„	„	14087 „ 14091 usw. (vgl. die Tafel)

Sie treten nicht selten in Reihen von längerer Dauer auf, sogar bis zu $12/100''$: z. B.

von Schwingung	3099 bis	3111
"	3571 "	3583
"	17995 "	18007
"	18482 "	18494 (vgl. die Tafel)

Wie oft auch diese Unregelmäßigkeiten in der Kurve in Erscheinung treten, so wiederholen sie sich doch nicht in periodischen Zeitabständen und verstärken damit noch mehr das aperiodische Gepräge der Kurve.

Ungenau gearbeitete Zähne des Zahnradgetriebes mögen diese feinen Unregelmäßigkeiten hervorrufen. Solche Fehler bedingen einen periodischen Charakter, der, wenn diese Mängel tatsächlich vorhanden sind, hier durch irgend einen anderen Faktor gestört, den Tabellen und Bildern nicht zu entnehmen ist.

cc) die größeren Einzelschwankungen

Über die ganze Kurve sind eine Reihe von größeren Einzelercheinungen von $\pm 2/10$ bzw. $\pm 3/10 - 4/10$ mm Schwankung

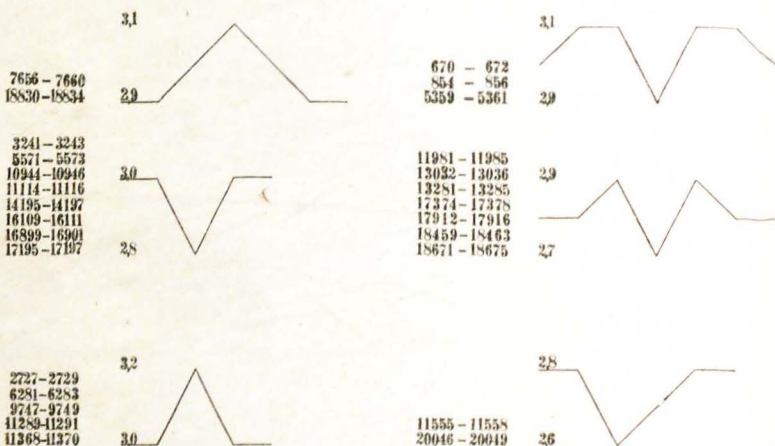


Fig. 4. Größere Einzelauswertungen von $2/10$ -Schwankungsgrößen; die Zahlengruppen neben den einzelnen Bildern bezeichnen die Stellen im Uhrwerksverlauf, an denen die einzelnen Darstellungen auftreten

verteilt, die wie die Zickzacklinien das unregelmäßige Gepräge der Kurve noch mehr erhöhen. Fig. 4 sind sechs solcher Schwankungen, die sich jede durch eine besondere Zeichnung voneinander unterscheiden.

Auch sie wiederholen sich in der Kurve und zwar an den Stellen, die auf dem Bild durch die Schwingungszahlen bezeichnet

sind. Wie ersichtlich, besteht zwischen den Zahlen ein- und derselben Gruppe kein zeitlicher Zusammenhang. Diese Einzelercheinungen wiederholen sich somit in aperiodischen Abständen. Irgend eine stoßweise Erschütterung mag hier die Ursache sein. Eine gelockerte Schraube, eine unsichere Befestigung der Übertragungssachsen, das Zusammenkleben der Feder durch Öl und Staub u. dergleichen können wohl solche Störungen in der Motorbewegung veranlassen, erwiesen ist es jedoch nicht.

c) Resultatsübersicht

1. Die in dieser Arbeit ermittelten Resultate beziehen sich nur auf das ZIMMERMANN'sche Kymographion Nr. 358, das seit 1912 im Phonetischen Laboratorium im Gebrauch ist; keineswegs auf jeden Apparat aus der ZIMMERMANN'schen Fabrik.
2. Meine Resultate stützen sich auf die graphische Darstellung besonders in der speziellen Bearbeitung. Die Berechnung der Mittelwerte war hauptsächlich für die allgemeine Übersicht von Interesse und diente als Vergleichsmaterial zu den Ergebnissen der graphischen Darstellung.
3. Der auf $g\ 65$ eingestellte Apparat hat eine Bewegungsdauer von $3' 20 \frac{8}{10}''$.
4. Über diese Zeit verteilen sich die üblichen drei Geschwindigkeitsphasen eines Motors, die vor allem dem Federuhrwerk eigen sind: nämlich die Anfangs-, Normal- und Endgeschwindigkeit. Und zwar entfallen ca. $\frac{1}{100}$ ($2''$) auf die Anfangsgeschwindigkeit, annähernd $\frac{3}{5}$ der ganzen Dauer ($2'$) auf den verwertbaren Teil der Motorbewegung, die Normalgeschwindigkeit, und ca. $\frac{39}{100}$, also fast $\frac{2}{5}$ ($1' 18''$), auf die allmählich eintretende Endgeschwindigkeit.
5. Der Apparat muß ca. nach $2'$ aufgezogen werden.
6. Die für den brauchbaren Teil in Betracht kommende Geschwindigkeit wird in der graphischen Darstellung durch die Abszissenwerte $3,0$; $2,9$ ev. $2,8$ mm gekennzeichnet.
7. Der durchschnittliche Einheitswert für diesen Apparat ist nach dieser Bearbeitung $2,9$ mm.
8. Das Schwankungsgebiet des brauchbaren Teiles ist $3,1$ — $2,7$ mm.
9. Der Schwankungsfehler ist nach den Einzelwerten: $\pm \frac{5}{1000}$ bis ca. $\pm \frac{2}{10}$ mm
nach ihrer graphischen Darstellung: $\pm \frac{1}{10}$ bzw. $\pm \frac{2}{10}$ mm
(vereinzelt $\frac{3}{10}$ — $\frac{4}{10}$ mm)
nach den Mittelwerten: $\pm \frac{4}{100}$ bis $\pm \frac{18}{100}$ mm.

10. Der einheitliche Mittelwert ist $7/100$ mm.
11. In dieser Bearbeitung sind die kleinsten Schwankungsintervalle von $1/100''$ -Dauer.
12. **Aperiodisch** sind die numerischen und graphischen Bestimmungen über die Uhrwerksbewegung.

B) die übrigen Motore

Wie in der Untersuchungstechnik S. 6 angegeben, wurden noch vier andere Motore: *Grammophon-Uhrwerk*, *2- und 110-Voltmotor*, sowie *fallendes Gewicht des LIORETgraphen* an der Hand von kurzen Stichproben auf ihre Regelmäßigkeit hin geprüft. Wie auf S. 18 vermerkt, sind all diese und auch die später erwähnten Aufnahmen 1' nach Beginn der Motorbewegung gemacht, und bestehen durchgehends aus 100 Schwingungen. Ich beschränke mich hier zunächst auf die Aufnahmen mit dem Platinunterbrecher. (Ein BLIX'scher Elektromotor, auf den ich meine Untersuchungen auch gern ausgedehnt hätte, stand mir nicht zur Verfügung, weil eine Bestellung auf diesen Apparat bei SANDSTRÖM unberücksichtigt geblieben war. Leider mußte auch die Prüfung eines Wassermotors unterbleiben.)

S. 26 Fig. 5 sind die graphischen Darstellungen der ausgewerteten Stichproben, zu deren Unterstützung Mittelwertberechnungen vorgenommen wurden.

a) Ergebnisse der Mittelwertberechnungen

Auf S. 168—184 sind diese Berechnungen über diese verschiedenen Motore tabellarisch geordnet wiedergegeben. Zwecks Vergleichung ist auch eine Beobachtungsreihe von dem ZIMMERMANN'schen Kymographion, herausgenommen aus seinem Gesamtmaterial, hinzugefügt. Es ist die Schwingungsreihe 6600—6700, die 1' nach dem Beginn der Motorbewegung gezeichnet wurde. Damit ist eine Übereinstimmung in der Zeit der Aufnahme des ZIMMERMANN'schen Kymographions und der der anderen Apparate geschaffen (vgl. oben). Wie aus den Tabellen hervorgeht, ist jede Beobachtungsreihe zwei- bzw. dreimal, und zwar jedesmal auf einem andern Meßapparat ausgewertet worden, um möglicherweise zuverlässigere Resultate zu erzielen.

Nach den Tabellen sind die Durchschnittswerte der Registrierapparate per $1/100''$ folgende:

ZIMMERMANN'sches Kymographion	(3,0)	2,9 mm
Grammophon-Uhrwerk	2,6	„
2-Voltmotor	3,3	„
110-Voltmotor	3,5 (3,4)	mm
Fallendes Gewicht des LIORETgraphen	2,3 (2,2)	„

Der Unterschied in den Wellenlängen zwischen den einzelnen Motoren ist auf die Verschiedenheit ihrer Geschwindigkeit zurückzuführen. Die jedem Motor eigene Geschwindigkeit wird durch die freistehenden Werte obiger Angaben gekennzeichnet.

Die eingeklammerten Zahlen weisen darauf hin, daß bei dreien unter den Apparaten schon innerhalb einer Sekunde eine so merkliche Veränderung in ihrer bedingten Geschwindigkeit eingetreten sein muß, daß sie sogar in den Mittelwerten zum Ausdruck kommt. Allerdings finden sich, wie aus den Tabellen hervorgeht, auch bei den beiden anderen Motoren vereinzelt neben dem beherrschenden Mittelwert andere vor.

Diese einzelnen Fälle sind aber hier unberücksichtigt geblieben, weil sie sich nicht aus einer Übereinstimmung der Auswertungen auf den beiden Messapparaten *a* und *b* heraus ergeben, sondern nur in einer Messung vorhanden sind. Auch für die Folge werden die Werte, die sich bei mehrfacher Messung nicht wiederholen, als Zufälligkeitsgrößen betrachtet und als solche unbeachtet bleiben. Inwieweit diese Maßnahme berechtigt ist, wird sich später zeigen (vgl. S. 66—67).

Nach den Durchschnittswerten wurden die Motore ihrer Leistungsfähigkeit nach, wie folgt geordnet:

1. *Grammophon-Uhrwerk*
2. *2-Voltmotor*
3. *Fallendes Gewicht des LOREYgraphen*
- 4a *ZIMMERMANN'sches Kymographion*
- 4b *110-Voltmotor*

(4a und 4b bedeutet hier ein Nebenordnen der Apparate.)

b) Resultate der graphischen Darstellung

Bei der Zusammenstellung der Kurvenbilder der 5 Motore S. 26 (Fig. 5) ist eine systematische Einordnung derselben im Millimeternetz nach ihren verschiedenen Abszissenlängen unterblieben, weil die Kurven nur über die Motorbewegung und ihre Schwankungsverhältnisse orientieren sollen.

Soll die Leistungsfähigkeit der Motore nach der graphischen Darstellung beurteilt werden, so müßte man in ihrer Reihenfolge eine andere Anordnung treffen, als in der nach den Mittelwerten. Als erster käme hier nicht das *Grammophon-Uhrwerk*, sondern der *2-Voltmotor* in Betracht, da er in der Kurve als der regelmäßigere erscheint. Das *ZIMMERMANN'sche Kymographion* wäre hier dem *fallenden Gewicht des LOREYgraphen* vorzuordnen; denn trotz großer Unregelmäßigkeiten treten in seiner Kurve deutlich bestimmende Mittellinien hervor, während die des fallenden Gewichtes, obgleich stellenweise regelmäßiger, im großen und ganzen durch viele $\pm \frac{2}{10}$ mm-Schwankungen stark beeinträchtigt wird. Diese großen Schwankungen, die für den Federmotor die Ausnahme bilden (vgl. S. 22), scheinen hier die Regel zu sein. Einen noch bedenklicheren Eindruck macht die Kurve des 110-Voltmotors. Hier fehlen infolge der zahlreichen $\pm \frac{2}{10}$ mm-Schwankungen, die oft in Intervallen von $\frac{1}{100}$ " zu $\frac{1}{100}$ " auftreten, jedwede Anhaltspunkte für eine genauere Orientierung.

Diese drei letztgenannten graphischen Darstellungen sind insofern miteinander vergleichbar, als auch die Kurven 4ab und 5ab, wie auf S. 24 von 1ab erwähnt wird, an eine aperiodische Kurve erinnern.

Nach den Ergebnissen der mathematischen Stichprobe vom ZIMMERMANN'schen Kymographion, sowie nach denen der darauf bezüglichen graphischen Darstellung, erschien es sich zu erübrigen, auch noch andere aperiodische Kurvenbilder des näheren zu untersuchen.

Gegen diese letztgenannten Kurven heben sich 2abc und 3abc vorteilhaft ab. Diese verlaufen recht gradlinig und werden von

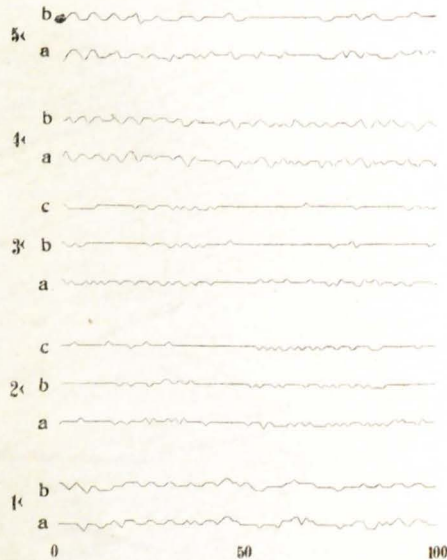


Fig. 5. Die fünf verschiedenen Motore

1ab ZIMMERMANN'sches Kymographion

2abc Grammophonuhrwerk

3abc 2-Voltmotor

4ab 110-Voltmotor

5ab Fallendes Gewicht des LIORÉgraphen

(Kurven *b* bzw. *c* sind Auswertungen der Schwingungsreihe *a* auf andern Meßapparaten)

verhältnismäßig wenigen und dann nur von $\pm \frac{1}{10}$ mm Schwankungen unterbrochen. Wenn die Einwirkung eines Regulators, Kurven wie die des ZIMMERMANN'schen Kymographions bedingte, können Unregelmäßigkeiten, wie sie 2abc und 3abc zeigen, kaum dem Regulator zuzuschreiben sein. Es sei denn, daß er so vorzüglich gearbeitet ist, daß er nur geringfügige Unebenheiten

bewirkt. Was ich hier für diese beiden Motore annehmen möchte, findet sich bei FRANK¹ tatsächlich bestätigt. Allerdings geht aus seiner Angabe nicht hervor, wie er zu dem Ergebnis kam (vgl. FRANK¹ (S. 3—4). An diese Ausführungen von der graphischen Darstellung anschließend, wären die Motore ihren Leistungen nach wie folgt zu ordnen:

1. 2-Voltmotor
2. Grammophon-Uhrwerk
3. ZIMMERMANN'sches Kymographion
4. Fallendes Gewicht des LIORETgraphen
5. 110-Voltmotor

Wie weit sich diese Aufstellungen mit den Bearbeitungen mit den anderen Tonerregern decken, wird sich S. 35—36 zeigen.

C) Rückblick

Die weiteren Ausführungen beziehen sich auf Untersuchungen, bei denen nacheinander verschiedene Faktoren der Aufnahme- und Auswertungstechnik in den Mittelpunkt des Experimentes

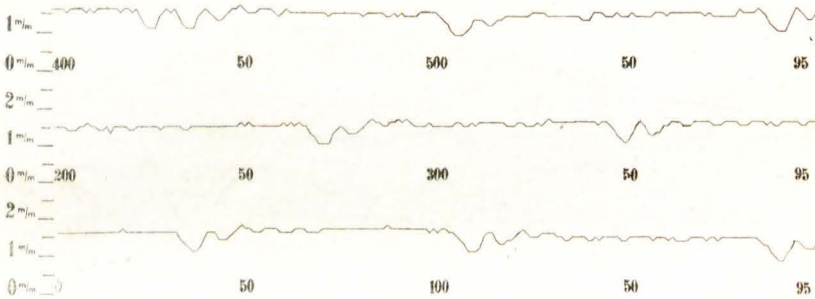


Fig. 6. Graphische Darstellung eines periodischen Fehlers, der zu einem empirisch-experimentellen Verfahren am 2-Voltmotor hervorgerufen ward

gestellt sind, um zu ermitteln, ob alsdann neue Fehlermöglichkeiten in Erscheinung treten werden.

Diesen Versuchen wird zunächst ein rein empirisches Experiment vorausgehen, das, veranlaßt durch den aperiodischen Charakter der Motorkurven, in der graphischen Darbietung eines periodischen Fehlers gipfelt.

Zu diesem Zwecke wurde an einem 2-Voltmotor der kleine Übertragungsmuff, der die Bewegung der Motorachse der Friktionsscheibe des Zylinders übermittelt, an einer bestimmten Stelle abgeflacht. Das verursacht eine Unterbrechung der Übertragung und damit zwei aufeinanderfolgende, verlangsamte, stoßartige Bewegungen im Motorgang in ganz bestimmten Zeitabständen. In der Registrierung der Stimmgabelschwingungen kennzeichnete sich die Störung in makroskopisch sichtbaren

Verkleinerungen der Abszissenlängen. Ausgemessen und graphisch dargestellt entstand das Kurvenbild S. 27 Fig. 6.

Innerhalb der Strecke von 600 Schwingungen tritt der Fehler 8 mal in Erscheinung (s. Tabellen S. 166—167):

Fehler	bei	Schwingung
1		32 ¹
2	"	104
3	"	183
4	"	266
5	"	344
6	"	422
7	"	500
8	"	584

Er wiederholt sich somit in folgenden Abständen:

Fehler	Schwingungen	oder in Zeit umgewertet:
2 nach	72	nach 0,72 Sekunden
3 "	79	" 0,79 "
4 "	83	" 0,83 "
5 "	78	" 0,78 "
6 "	78	" 0,78 "
7 "	78	" 0,78 "
8 "	84	" 0,84 "

Die Größe der Abstände differenziert im Maximum um 0,12 Sekunden.

Das Phänomen erstreckt sich in den 8 Fällen:

Schwingung Schwingung die Dauer der Erscheinung ist:

1. von 32 bis	49	0,17 Sekunden
2. " 104 "	122	0,18 "
3. " 183 "	199	0,16 "
4. " 266 "	284	0,18 "
5. " 344 "	361	0,17 "
6. " 422 "	437	0,15 "
7. " 500 "	518	0,18 "
8. " 584 "	600	0,16 "

In der Dauer ist also eine maximale Schwankungsgröße von 0,03 Sekunden zu verzeichnen.

Die nun folgenden Tabellen geben uns die Maximum- und Minimumgrößen der Abszissenlängen innerhalb der beiden Stöße an (vgl. S. 27 Fig. 6).

Stoß a:

Die Abszissenwerte sinken:

1. von	1,6 mm	auf	1,1 mm	um	0,5 mm
2. "	1,7 "	"	1,1 "	"	0,6 "
3. "	1,5 "	"	0,9 "	"	0,6 "
4. "	1,5 "	"	1,0 "	"	0,5 "

¹ die Zahlen bezeichnen den jeweiligen Anfang der Störung.

5.	von	1,6 mm	auf	1,0 mm	um	0,6 mm
6.	"	1,6 "	"	1,1 "	"	0,5 "
7.	"	1,5 "	"	0,9 "	"	0,6 "
8.	"	1,6 "	"	1,0 "	"	0,6 "

Stoß b:

Die Abszissenwerte sinken:

1.	von	1,6 mm	auf	1,4 mm	um	0,2 mm
2.	"	1,6 "	"	1,3 "	"	0,3 "
3.	"	1,4 "	"	1,2 "	"	0,2 "
4.	"	1,5 "	"	1,3 "	"	0,2 "
5.	"	1,6 "	"	1,2 "	"	0,4 "
6.	"	1,6 "	"	1,3 "	"	0,3 "
7.	"	1,3 "	"	1,1 "	"	0,1 "
8.	"	1,6 "	"	1,3 "	"	0,3 "

Also auch die Abnahme der Wellenlängen findet unter einem ziemlichen Gleichmaß statt, das jedoch infolge der geringen Anzahl der Beobachtungen rechnerisch noch nicht genau zu ermitteln ist.

Eine so starke Störung in der Bewegung muß zweifellos große Nachwirkungen haben, was auch aus den nicht unerheblichen Unregelmäßigkeiten der Zwischenglieder zu ersehen ist. Hier sind die Abszissenlängen 1,4—1,7 mm zu verzeichnen. Die einzelnen Bestimmungen könnten natürlich durch mathematische Bearbeitung noch genauer angegeben werden, was sich aber hier, in Anbetracht des Zweckes, erübrigt.

Dieses Experiment zeigt, daß in numerischen Angaben und ihrer graphischen Darstellung, abgesehen von geringen Abweichungen, unbedingt ein periodisches Gepräge zum Ausdruck kommen muß, sobald in der Apparatur ein periodisch wiederkehrender Fehler vorhanden ist. Vergewärtigen wir uns die Ergebnisse aus der Bearbeitung der Motore, so muß diesen, d. h. den Auswertungen, nach vorangegangenem Beispiel zu urteilen, tatsächlich jede Periodizität abgesprochen werden.

Damit wird jedoch nicht das Vorhandensein irgendwelcher periodischer Fehler in der Apparatur der Registrierung und Auswertung bestritten. Wie eingangs dieses Absatzes angedeutet, sollen die nun folgenden Ausführungen zeigen, wie das Zusammenwirken der verschiedensten Faktoren der Untersuchungstechnik den aperiodischen Charakter der Resultate bedingen mögen.

2. Chronographen

A) Aufnahmen mit verschiedenen Tonerregern am ZIMMERMANN'schen Kymographion

a) Geeichte Stimmgabel: einmal angeschlagen
einmal elektrisch

Auf die Betrachtung einiger Aufnahmeapparate mag hier eine Besprechung von Chronographen, und zwar von Tonerregern

folgen. Durch Eichung der Stimmgabel ist versucht worden, sich mit möglichster Genauigkeit über die Leistungsfähigkeit derselben zu orientieren (vgl. Eichungsschein S. 7). Das Ergebnis war folgendes:

Verrechnet man die festgestellte Differenz in der Schwingungszahl (statt 100 v. d.: $99,7 \pm 0,1 - 0,01$) mit dem für das ZIMMERMANN'sche Kymographion Nr. 358 gefundenen Einheitswert von **2,9 mm**, so ergibt sich, unter Verrechnung des mittleren Wertes von 99,7, für jede Stimmgabelregistrierung eine Schwankung von **0,0087 mm** soweit die angeschlagene in Betracht kommt.

Die Größe jeder Zacke beträgt also 2,9087 mm oder, auf 100stel reduziert, 2,91 mm. Da in dieser Arbeit nur 10tel mm zur Darstellung gelangten, mußte diese Schwankung in dem Einheitswert von 2,9 mm aufgehen. Trotzdem bleibt diese Differenz beachtenswert, weil sie, verbunden mit anderen Fehlern, immerhin noch bemerkenswerte Unregelmäßigkeiten bewirken kann.

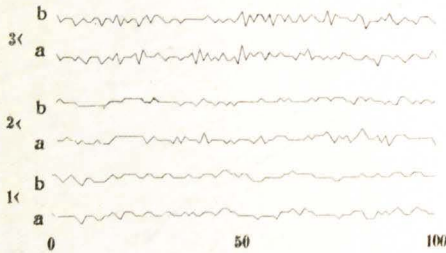


Fig. 7

Verschiedene Tonerreger am ZIMMERMANN'schen Kymographion aufgenommen

- 1 a b geeichte elektrische Stimmgabel mit Platinkontakt von ZIMMERMANN
- 2 a b wie 1 a b; jedoch ohne elektrischen Antrieb, sondern mit der Hand angeschlagen
- 3 a b BERNSTEIN's Federunterbrecher mit Quecksilberkontakt und Pfeilschem Federsignal

Wie auf S. 7 schon angegeben, bedingte die Registrierung der ganzen Motorbewegung den elektrischen Antrieb der geeichten Stimmgabel. Damit trat die Möglichkeit einer neuen Fehlerquelle in Erscheinung. Um darüber Gewißheit zu erhalten, wurde am ZIMMERMANN'schen Kymographion 1' nach Beginn seiner Bewegung eine Stichprobe mit der geeichten, jedoch angeschlagenen Stimmgabel vorgenommen und vergleichsweise mit den Aufzeichnungen der elektrischen zusammengestellt. S. 168—170 sind die numerischen Einzelwerte und ihre Mittelwerte wiedergegeben, Fig. 7 Kurven 1 a b und 2 a b die graphischen Darstellungen der auf 10tel reduzierten Auswertungen. Die Einzelwerte und ihre graphische Darbietung bewegen sich bei 1 a b und 2 a b mit nur geringen Abweichungen innerhalb desselben Schwankungsgebietes, nämlich von ca. 2,80—3,00 mm. Ihre Schwankungs-

größe ist in den graphischen Darbietungen $\pm \frac{1}{10}$ mm. Einige Male wird die Millimetergröße 3,0 überschritten, bei der angeschlagenen sehr vereinzelt, bei der elektrischen häufiger. Etwas Bestimmtes über Art und Größe der Differenzen ist nicht festzustellen. Ob die Ursache solcher und ähnlicher Differenzen in der Verschiedenheit des Antriebes zu suchen sei, ist nach diesem ungenügenden Material nicht zu entscheiden; denn die Abweichungen sind zu minimal und machen zu sehr den Eindruck von Zufälligkeiten. Allerdings sind sie bedeutend genug, einige Unterschiede bei den Mittelwertberechnungen hervorzurufen; diese sind folgende:

Angeschlagene Stimmgabel 2,9 mm in $\frac{1}{100}$ "
elektrische „ *m. Platinunterbrecher*: (3,0) 2,9 mm „ „

Auf Grund dieser Angaben wäre die angeschlagene Stimmgabel als die regelmäßigere zu betrachten. In anderer Hinsicht ist diese Behauptung wieder anfechtbar, da, wie oben schon erwähnt, die Einzelwerte und ihre graphische Darstellung im großen und ganzen bei beiden Tonerregern übereinstimmen.

b) *BERNSTEIN'scher Federunterbrecher mit Quecksilberkontakt und PFEL'schem Federsignal*

S. 171—172 sind die Einzel- und Mittelwerte eines dritten Chronographen, S. 30 Fig. 7 3 a b die graphische Kurve seiner Auswertungen zusammengestellt. Es ist hier der *BERNSTEIN'sche Federunterbrecher mit Quecksilberkontakt und dem PFEL'schen Federsignal* gewählt worden, um zu ermitteln, ob ein anderer Zeitmarkierer wesentlich andere Fehlererscheinungen verursacht. Wie bei den beiden anderen ist seine Schwingungszahl auf 100 v. d. per $\frac{1}{100}$ " gestellt und bedingte somit dieselben Abszissenlängen wie bei 1 a b und 2 a b. Die tatsächlichen Ergebnisse sind aber andere. Sein Schwankungsgebiet erstreckt sich nach seinen Einzelwerten von 2,90 auf 3,25 mm, nach den reduzierten Größen der graphischen Darbietung mit einigen Abweichungen von 2,9 auf 3,2 mm. Es ergeben sich hieraus für diesen Markierer $\pm \frac{2}{10}$ bis $\frac{3}{10}$ mm-Schwankungen gegenüber den $\pm \frac{1}{10}$ der beiden anderen. Als *maßgebender Mittelwert* kommt bei diesem Tonerregere 3,1 mm in Betracht. 3,0 mm ist nur zweimal zu verzeichnen, aber nach Übereinstimmung von Auswertungen auf Meßapparate a und b.

Diese größeren Abszissenlängen dieses Chronographen sind möglicherweise auf eine noch größere Verringerung in der Schwingungszahl zurückzuführen, als sie in dem Eichungsschein von der angeschlagenen Stimmgabel angegeben ist. Die augenfälligen Unregelmäßigkeiten in 3 a b mit ihren vielen $\pm \frac{2}{10}$ mm-Schwankungen lassen die Anwendung dieses Chronographen bedenklich erscheinen. Die Ursache zu dieser auffallenden Un-

genauigkeit wäre vielleicht am Ende 1. aus den starken Eigenschwingungen, die beim Registrieren an dem Federsignal beobachtet wurden, 2. aus der Beeinträchtigung des Quecksilberkontaktes durch den sich beim Unterbrechen bildenden Bodensatz zu erklären.

B) Aufnahmen mit den verschiedenen Tonerregern auf verschiedenen Motoren

Von Interesse erschien es, festzustellen, was für Resultate Registrierungen der drei Tonerreger auf anderen Motoren ergeben, und was für Ergänzungen sie andererseits zu den Aus-

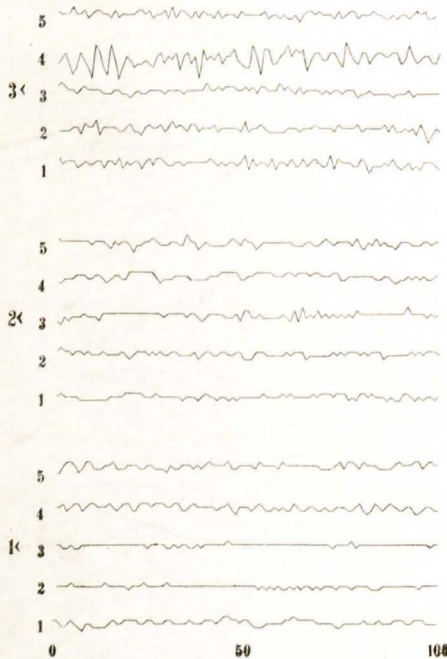


Fig. 8. Verschiedene Motore, verschiedene Tonerreger (nach den Tonerregern geordnet)

1 2 3 (große Zahlen) sind die 3 Tonerreger wie in Fig. 7
1 2 3 4 5 (kleine Zahlen) sind die Motore wie in Fig. 6

führungen über die fünf Motore bringen werden. Die Aufnahmen sind insgesamt in zwei Abteilungen geordnet: Fig. 8 zeigt drei Gruppen, geordnet nach den drei Tonerregern, S. 33 Fig. 9 fünf Gruppen, zusammengestellt nach den fünf Motoren. S. 168—184 sind die dazu gehörenden Einzel- und Mittelwerte.

Die Mannigfaltigkeit in der Zusammenstellung von Aufnahmeapparaten und Tonerregern bewirkte eine Mannigfaltigkeit in der Gestaltung der Kurven. Trotzdem scheint hier und da das

Charakteristische einzelner Faktoren nicht ganz und gar verloren zu gehen. Wie einerseits die Kurven in Fig. 9 unter 4 den 110-Voltmotor als den *unregelmäßigsten* unter den Motoren kennzeichnet, erweist sich andererseits nach Fig. 8 unter 3 der *Quecksilber-Federunterbrecher nach BERNSTEIN* als der *ungenaueste* unter den *Chronographen*. Mit diesen beiden anscheinend recht verlässlichen Urteilen, denn sie stützen sich auf ziemlich übereinstimmende Angaben, hört eigentlich jede Möglichkeit auf, noch zu weiteren brauchbaren Resultaten zu kommen.

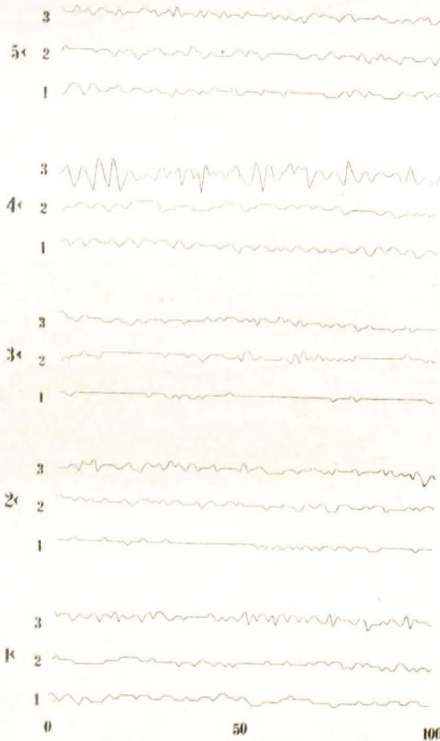


Fig. 9

vgl. Fig. 8 (in diesem Bilde sind die Kurven nach den Motoren geordnet)

Nämlich für die Beurteilung der anderen Faktoren fehlt diese Übereinstimmung in den sie betreffenden Angaben. Z. B. nach den Ergebnissen auf S. 35 sowie nach Gruppe 1 in Fig. 8 S. 32 sind Grammophon-Uhrwerk und 2-Voltmotor die besten Motore. Diese Behauptung kann nach Gruppe 2 derselben Fig. durchaus nicht aufrechtgehalten werden; denn wer wollte nach diesem graphischen Bilde irgend eine Entscheidung über die Leistungsfähigkeit der einzelnen Motore treffen? Sollten die

Chronographen nach einem Vergleich zwischen den Kurven 1 und 2 in den Motorgruppen 2 und 3 der Fig. 9, S. 33 beurteilt werden, so müßte die elektrische Stimmgabel als die leistungsfähigere betrachtet werden. Kurven 1 und 2 der Motorgruppe 1 dagegen sind kaum voneinander zu unterscheiden. Allenfalls könnte der Darstellung 2, also der angeschlagenen Stimmgabel, ein etwas größeres Gleichmaß zugesprochen werden. Die Darbietungen des 110-Voltmotors und des fallenden Gewichtes geben in dieser Hinsicht gar keine Anhaltspunkte.

Als ebenso unzuverlässig erweisen sich die Angaben der Einzel- und Mittelwerte. Sich beschränkend auf die Auswertungen des Platinunterbrechers scheint trotz der kurzen Stichproben eine gewisse Resultatsfeststellung über die Motore möglich zu sein. In der Gemeinsamkeit mit den Beobachtungen der anderen Motore und der anderen Tonerreger verlieren diese Ergebnisse ihre Berechtigung. Nachstehende Mittelwertsübersicht zeigt, welche bedenkliche Unterschiede z. B. in den Abszissenlängen eines und desselben Motors zu bemerken sind, sobald ein anderer Chronograph verwendet wird, trotzdem alle Tonerreger dieselbe Schwingungszahl haben. An der Hand dieser verschiedenen Wellenlängen würden also die Resultate verschieden ausfallen.

	<i>geeichte Stimmgabel mit Platin- kontakt</i>	<i>geeichte Stimmgabel angeschlagen</i>	<i>BERNSTEIN'S Federunterbre- cher mit Queck- silberkontakt u. PFEIL'schem Federsignal</i>
<i>ZIMMERMANN'sches Kymographion</i>	(3,0) 2,9 mm	2,9 mm	3,1 (3,0) mm
<i>Grammophon-Uhrwerk</i>	2,6 mm	(2,8) 2,7 mm	2,7 (2,6) mm
<i>2-Voltmotor</i>	3,3 mm	3,3 (3,2) mm	3,6 (3,5) mm
<i>110-Voltmotor</i>	3,5 (3,4) mm	(3,6) 3,5 ; 3,4 mm	3,9 ; 3,8 (3,7) mm
<i>Fallendes Gewicht vom LIÖREGRAPHEN</i>	2,3 (2,2) mm	2,3 (2,2) mm	2,5 mm

(Die freistehenden Zahlen geben wieder die beherrschenden Millimetergrößen an.)

Die größeren Abszissen des BERNSTEIN'schen Unterbrechers in der Aufnahme mit dem ZIMMERMANN'schen Kymographion, dem 2-Voltmotor und dem 110-Voltmotor lassen auf eine Verringerung der Schwingungszahl des BERNSTEIN'schen Chronographen schließen. Nach den Wellenlängen des Grammophons hat die angeschlagene Stimmgabel die kleinere Schwingungszahl unter den Tonerregern; nach denen des fallenden Gewichtes die angeschlagene Stimmgabel und der Federunterbrecher. So wechselreich und vielseitig würde hier, nach obigen

Aufstellungen, das Urteil über jede Erscheinungsform in den Werten und Kurven sein.

Folgende interessante Beobachtungen ergaben sich nach den Stichproben:

I.

Die Leistung der Motore nach der *geeichten Stimmgabel mit Platinkontakt* beurteilt:

a) *nach Mittelwerten:*

1. Grammophon-Uhrwerk
2. 2-Voltmotor
3. Fallendes Gewicht des LIORETgraphen
- 4a ZIMMERMANN'sches Kymographion
- 4b 110-Voltmotor

b) *nach der graphischen Darstellung:*

1. 2-Voltmotor
2. Grammophon-Uhrwerk
3. ZIMMERMANN'sches Kymographion
4. Fallendes Gewicht des LIORETgraphen
5. 110-Voltmotor.

II.

Nach der *geeichten angeschlagenen Stimmgabel:*

a) *nach Mittelwerten:*

1. ZIMMERMANN'sches Kymographion
2. Grammophon-Uhrwerk
- 3a 2-Voltmotor
- 3b Fallendes Gewicht des LIORETgraphen
4. 110-Voltmotor

b) *nach der graphischen Darstellung:*

1. ZIMMERMANN'sches Kymographion
2. Grammophon-Uhrwerk
3. 2-Voltmotor
- 4a 110-Voltmotor
- 4b Fallendes Gewicht des LIORETgraphen.

III.

Nach dem BERNSTEIN'schen *Federunterbrecher mit Quecksilberkontakt* und PFEIL'schem *Federsignal:*

a) *nach Mittelwerten:*

1. Fallendes Gewicht des LIORETgraphen
- 2a Grammophon-Uhrwerk
- 2b ZIMMERMANN'sches Kymographion
3. 2-Voltmotor
4. 110-Voltmotor

b) *nach der graphischen Darstellung:*

1. 2-Voltmotor
2. Fallendes Gewicht des LIORETgraphen

- 3a Grammophon-Uhrwerk
 3b ZIMMERMANN'sches Kymographion
 4. 110-Voltmotor

Auf Grund dieser Ergebnisse ist es schwierig, über die Leistungsfähigkeit unserer Motore ins klare zu kommen. Es ist daher erforderlich, an der Hand umfangreicher Materialien und eingehenderer Experimente diese Frage zum Abschluß zu bringen (vgl. dagegen LANGENDORFF¹⁰, S. 17—18, JAQUET⁹, S. 27 u. ff., STRAUB¹⁹, S. 577—82, BLIX¹, S. 406—7, FRANK¹, S. 4, GARTEN⁵, S. 105—106 u. 112).

3. Verschiedene Geschwindigkeiten; verschiedene Schreibung
 (spitze Zacken)

Die numerischen Tabellen S. 185—188 und die graphischen Bilder Fig. 10 sollen darüber Auskunft geben, ob und inwiefern ein Wechsel der Motorgeschwindigkeit eine Änderung

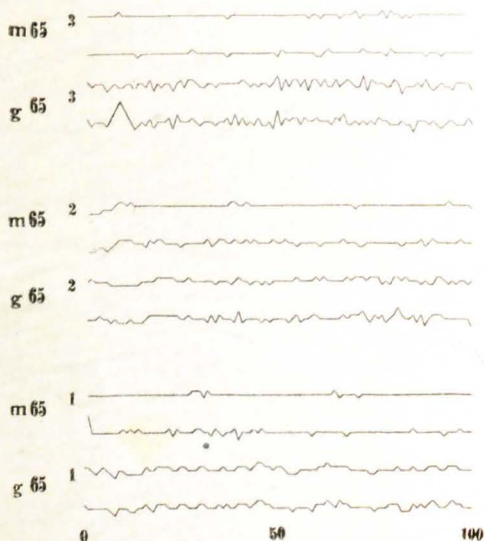


Fig. 10. Verschiedene Geschwindigkeiten des ZIMMERMANN'schen Kymographions
 g 65 große Uhrwerks-, große Trommelgeschwindigkeit
 m 65 mittlere Uhrwerks-, große Trommelgeschwindigkeit
 1 2 3 bezeichnen die drei bekannten Tonerreger

(Wie in den Figuren 5; 7 ist auch hier jede Untersuchungsreihe auf zwei Meßapparaten ausgewertet. Die untere Kurve jedes Tonerregers der beiden Gruppen g 65 und m 65 ist die Auswertung auf Apparat a, die obere auf b)

in der Regelmäßigkeit der Apparatsbewegung bewirken kann. Wie auf S. 10 erwähnt, wurden diese Versuche am ZIMMERMANN'schen Kymographion mit den drei bekannten Tonerregern bei der *mitt-*

leren Uhrwerks- und der großen Trommel-Geschwindigkeit, m 65, ausgeführt. Die gesamten Auswertungen dieses Experimentes stimmen merkwürdigerweise ziemlich genau überein. Nach den Einzelwerten erstreckt sich das Schwankungsgebiet in allen drei Fällen ca. von 0,84 auf 0,96 mm, abgesehen von den Abweichungen zu 1,00 mm herauf und 0,70 mm herunter. Der Schwankungswert ist hier $\pm \frac{5}{1000}$ — knapp $\pm \frac{1}{10}$ mm. In einigen Ausnahmen sind allerdings auch Schwankungen bis zu $\pm \frac{3}{10}$ mm vorhanden. Die Mittelwerte geben einheitlich die Millimetergröße 0,9 an. Bei der angeschlagenen Stimmgabel allein kommt einmal 0,8 mm als Durchschnittswert vor. Ebenso überraschend wirkt die Gleichmäßigkeit der graphischen Kurven. Die Geschwindigkeit m 65 ist durch die MITTELLINIE 0,9 mm gekennzeichnet, um die sich die Werte 1,0; 0,8 und vereinzelt 0,7 mm gruppieren. Die unteren Kurven von 1 und 2 (m 65) — erstere nur in ihrem ersteren Teile — sind die unregelmäßigsten Erscheinungen in dem Gesamtbilde dieser Motorbewegung. Die übrigen, insbesondere 3 ab sind eben erstaunlich regelmäßig. Es ist tatsächlich auffallend, daß Kurven 3 ab m 65 und 3 ab g 65 von derselben Apparatur herkommen sollen, vor allem deshalb, weil erfahrungsgemäß eine geringe Geschwindigkeit bisher noch immer eine größere Unregelmäßigkeit des Motorganges bewirkt hat (vgl. GARTEN⁵ S. 110—111; 115—116).

Meines Erachtens wäre es bedenklich, den sonstigen Beobachtungen und Erfahrungen entgegen, plötzlich an der Hand weniger Materialien der geringeren Geschwindigkeit das größere Gleichmaß in der Motorbewegung zusprechen zu wollen. Diese Erwägung veranlaßte mich, die Sache von einem anderen Standpunkt aus anzugreifen. Die Wirkung der langsamen Bewegung als sekundären Faktor betrachtend, wurde dagegen eine Begleiterscheinung derselben, die Schreibung spitzerer Zacken, als vermutliche Ursache für die günstigen Ergebnisse in den Auswertungen angenommen. Die Berechtigung zu dieser Annahme wurde in folgender Tatsache gesucht: Bekanntlich werden bei kleinerer Geschwindigkeit Registrierungen mehr zusammengedrängt, so daß spitze, scharf gezeichnete Zacken entstehen, während die größere Geschwindigkeit alles auseinanderreißt, und so mehr abgerundete Formen bildet. Aufzeichnungen ersterer Art sind deshalb viel sicherer auszumessen als die letzterer, da die zu messende Phase von Periode zu Periode viel besser wiederzuerkennen ist (vgl. MEYER¹³, S. 239).

Wie oben S. 8 erwähnt, sind ein paar diesbezügliche Versuche angestellt worden:

Um große und damit spitzere Zacken zu erhalten, wurde an der elektrischen Stimmgabel die gebräuchliche, kurze Hornfeder durch einen langen Aluminiumzeiger ersetzt und seine Schwingungen einmal bei g 65 und einmal bei g 32,5 registriert. Daß

hierbei durch Anbringung des Aluminiumzeigers die Anzahl der Stimmgabelschwingungen evtl. beeinträchtigt wurde, hat für diesen Versuch keine Bedeutung. Da ein langer Zeiger eine gewisse Festigkeit haben muß, wurde die Feder anstatt aus Holz aus Aluminium hergestellt. Es folgte alsdann ein zweites Experiment; Geschwindigkeit g 30, mit dem PFEIL'schen Federsignal, dessen Schreibfeder zuvor sorgfältig ausgebessert wurde und das diesmal durch Platintrockenkontakt angetrieben ward. Fig. 11 sind die graphischen Darstellungen dieser Experimente; S. 189—190 die Auswertungen. Kurve 1 g 65 zeigt tatsächlich ein größeres Gleichmaß in der Bewegung, als es uns ja in einer graphischen Darbietung dieser Geschwindigkeit entgegengetreten ist. Die diesbezügliche Kurve bei kleinerer Be-

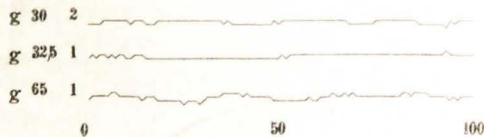


Fig. 11. Versuche zur Erzielung spitzerer Stimmgabelregistrierungen zwecks genauerer Auswertung

- g 65 1. elektromagnetische Stimmgabel mit langem Aluminiumzeiger bei großer Uhrwerks- und Trommelgeschwindigkeit
 g 32,5 1 wie g 65 1; jedoch bei mittlerer Trommelgeschwindigkeit
 g 30 2 elektromagnetische Stimmgabel mit PFEIL'schem Federsignal als Schreiber bei verminderter Trommelgeschwindigkeit

wegung, sowie die des zweiten Versuchs — gleichfalls bei geringerer Schnelligkeit — weisen eine noch augenfälligere Regelmäßigkeit auf.

Hiermit sind wir auf einen *wichtigen Faktor der Untersuchungstechnik gekommen, der einerseits wahrscheinlich, wenn er vernachlässigt wird, eine der bedenklichsten Fehlermöglichkeiten in sich trägt, andererseits aber bei genügender Berücksichtigung zu günstigen Ergebnissen führen kann.*

Diese günstigen Registrierungen zu erzielen, müssen eine Reihe von Vorbedingungen erfüllt werden. Da ich in dieser Hinsicht keine weiteren Versuche angestellt habe, lasse ich hier nur ein paar Angaben aus unserer Laboratoriumspraxis folgen:

1. Als wichtigste Voraussetzung gilt eine feine, gleichmäßige Berührung des Zylinderpapiers (wir haben das bekannte Glacépapier) (vgl. HÜRTHLE⁷ S. 4 ff., FRANK⁴ S. 10, LANGENDORFF¹⁰ S. 35-36). Im phonetischen Laboratorium erlangen wir mit den ZIMMERMANN'schen Gasberührungsvorrichtungen (Kat. 25 Nr. 2780) eine recht geeignete Rußschicht.

2. Die Schreibfeder muß eine scharfe, glatte Spitze haben (vgl. LANGENDORFF¹⁰, S. 42 letzter Absatz).

3. Die Feder muß unter einem richtigen Winkel, mehr tangential als sagittal die Schreibfläche berühren.

Mit diesen Ausführungen lasse ich die Fehlermöglichkeiten der Aufnahmetechnik ihren Abschluß finden und wende mich nun denen der Auswertung zu.

4. Meßvorrichtungen

Wie S. 10 angegeben, ist das Gesamtmaterial mit dem Komparator des MEYER-SCHNEIDER'schen Tonhöhen-Meßapparates ausgewertet.

I. CHLUMSKY²:

Il l'attribue (p. 13) en partie aux erreurs de mesure, en partie aussi aux irrégularités réelles de la voix. Mais pourquoi ne pas songer aussi aux imperfections possibles de l'appareil? Et surtout pourquoi le contrôle n'a-t-il pas été fait? (S. 87 unten.)

Diese Frage war berechtigt. Sie ist zunächst in dem Sinne beantwortet worden, daß 1) 1912—1913 von Herrn A. STILKE¹⁸ die mathematische Theorie des Apparates durchgearbeitet und als richtig befunden wurde, und 2) 1913 Herr C. SCHNEIDER¹⁷ auf Grund dieser Theorie eine Neukonstruktion des Apparates geschaffen hat. Wie eingangs unten auf S. 2 vermerkt, waren gerade die von CHLUMSKY² beanstandeten Unsicherheiten in der Tonhöhenkurve der Ausgangspunkt für meine Arbeit. Allerdings bezieht sich die Kritik über den Meßapparat in dieser Arbeit nur auf seine Verwertung als einfacher Abszissenmesser, nicht in seiner Eigenschaft als Tonhöhenmeßapparat (vgl. Schlußbemerkung S. 72).

Einige Stichproben über veränderte Beleuchtungs- und Beobachtungsverhältnisse dieses Apparates, sowie über eine neue Verbindung zwischen Meßschlitten und Führungsschraube des Komparators sollen darüber orientieren, ob diese Faktoren besonderten Einfluß auf die Ergebnisse beim Auswerten haben. Dieses ließe sich gewiß daran erkennen, daß solche Veränderungen in der Apparatur erhebliche Änderungen in den Resultaten bewirken. Versuche auf einem nach ganz anderen Prinzipien gebauten Apparat, dem *Meßtisch* von DIEL mit einem ZEISS'schen *Mikroskop* dienten als weiteres Vergleichsmaterial zu den Auswertungen auf dem SCHNEIDER'schen Komparator.

A) MEYER-SCHNEIDER'scher Tonhöhenmeßapparat mit Komparator und Lupe: 1 ab

Die Tabellen S. 191—195, Fig. 12, S. 40 sind die Resultate über die verschiedenen Meßvorrichtungen. In allen Tabellen ist ein und dieselbe Schwingungsreihe 10820—10920 ausgemessen worden. Kurven 1 ab beziehen sich auf Versuche mit verschiedenen Beleuchtungen. Bekanntlich ist es von größter Wichtigkeit, um unsichere Messungen zu vermeiden, das Licht stets so auf das Be-

obachtungsfeld fallen zu lassen, daß neben dem Index keine Parallelachse entstehen kann. Wird bei Tageslicht gearbeitet, so kommt dieser Passus kaum in Betracht. Schwieriger aber wird

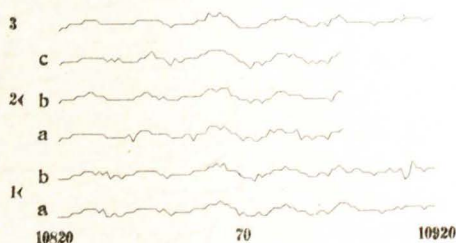


Fig. 12. Verschiedene Meßapparate

- 1 a MEYER-SCHNEIDER'scher Tonhöhenmeßapparat mit Komparator und Lupe bei gewöhnlicher Tischbeleuchtung
 1 b wie 1 a aber mit kleiner Apparatslampe
 2 a Veränderter Tonhöhenmeßapparat mit Mikroskop und konstanter Beleuchtung (6 Volt)
 2 b wie 2 a aber mit neuer, stabiler Schlittenführung
 2 c wie 2 b aber mit 8-Voltlampe
 3 Meßtisch von DIEL mit Mikroskop von ZEISS

diese Frage bei künstlicher Beleuchtung. Die Auswertungen von der Kurve 1 a in der Fig. 12 sind bei einer gewöhnlichen Tischlampe von 25 Kerzen ausgeführt worden. Bei 1 b war diese durch eine kleine handliche Apparatslampe (auch 25 Kerzen) ersetzt, die, unmittelbar an den Meßschlitten gestellt, ihr Licht direkt in die Lupe auf das Beobachtungsfeld warf. Natürlich mußte auch

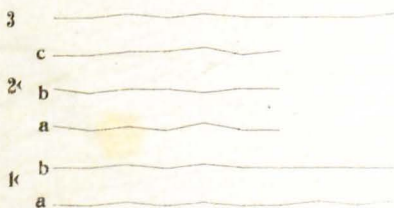


Fig. 13. Mittelwertberechnungen zu Fig. 12

sie von Zeit zu Zeit verstellt werden; aber weniger häufig als die Tischlampe, bei der es manchmal recht schwierig war, das zu messende Stück auf dem Kymographionstreifen richtig zu beleuchten. Dieses Provisorium war die Voruntersuchung zu einer konstanten Lichtquelle, die, später am Meßschlitten angebracht, das Beobachtungsfeld immer in derselben Weise beleuchtet. Die graphischen Darstellungen von 1 a b bieten im allgemeinen ziemlich einheitliche Bilder, abgesehen von einigen Abweichungen. Immerhin scheinen diese bedeutend genug zu sein, um in den

Mittelwertberechnungen der beiden Messungen Differenzen herbeizuführen (vgl. Tabellen S. 191—192; Fig. 13, S. 40). Nach der regelmäßigeren Mittelwertskurve 1 b zu urteilen, scheint durch die kleine Apparatslampe eine etwas günstigere Auswertung erzielt zu werden. Erfahrungsgemäß ist eine einzelne Stichprobe eine recht unsichere Basis für irgendwelche Feststellungen. Um über den Vorteil einer günstigeren Beleuchtung des weiteren ins klare zu kommen, hätte sich hier eine Reihe von Untersuchungen in dieser Beziehung anschließen müssen. Den Zweck dieser Arbeit im Auge behaltend, sich nur auf die Feststellung verschiedener Fehlermöglichkeiten bei einer Untersuchungstechnik zu beschränken, wurden diese Versuche nicht weiter ausgeführt.

B) Meßtisch von DIEL mit ZEISS'schem Mikroskop: 3

Das übrige Material zu den Veränderungen am Komparator wurde aus den Ergebnissen einer Untersuchung mit dem DIEL'schen Meßtisch mit einem ZEISS'schen Mikroskop geschöpft. Die Kurve 3 der Fig. 12, S. 40 ist die graphische Darstellung, die Tabelle S. 194—195 gibt die Einzel- und Mittelwerte. Mit den Kurven 1 a b verglichen, erscheint der Meßapparat 3, nach dem größeren Gleichmaß in der Kurve 3 zu urteilen, als ein besonders verlässliches Instrument. In den Mittelwertberechnungen erweisen sich die Unterschiede mit 1 a b als nicht so bedeutend. Nach diesen Tabellen und ihren graphischen Bildern Fig. 13, S. 40 stimmt 3 in neun Gruppen mit 1 b, in der zehnten mit 1 a überein. Die Stichproben können uns natürlich keine Auskunft über die Bedeutung solcher Differenzen geben. Trotzdem berechtigen m. E. die im allgemeinen recht günstigen Ergebnisse der graphischen Darstellung von 3 zu der Annahme: Diese anscheinend besseren Resultate stützen sich auf eine *sicherere Beobachtung der Registrierungen durch das Mikroskop*, und auf die *exaktere Ausmessung durch die präzise Führung des Meßtisches mit einer feinen Mikrometerschraube*.

C) Veränderter MEYER-SCHNEIDER'scher Tonhöhenmeßapparat: 2 a a) Vorbesprechung

Diese Erwägungen gaben Veranlassung, Neukonstruktionen dieser Art am MEYER-SCHNEIDER'schen Meßapparat vorzunehmen, oder besser gesagt, wieder aufzunehmen; denn zur Zeit als die Bearbeitung des MEYER'schen Tonhöhenmeßapparates durch Herrn SCHNEIDER erfolgte, lagen schon ähnliche Pläne betreffs Beleuchtung und Beobachtung vor (vgl. SCHNEIDER¹⁷ S. 197). Diese zunächst aufgegeben, wurden jetzt für diese Untersuchung wieder aufgenommen und sollten in nachstehenden Stichproben beurteilt werden. S. 42, Fig. 14 ist die ältere, Fig. 15 die neuere Konstruktion dieses Apparats. Neben der Verwendung von Mikroskop und konstanter Beleuchtung wurde als weitere Verbesserung die

fast völlige Ausschaltung eines toten Ganges in der Komparator-schraube durch Einbauen eines massiven Schlittens bewirkt. Es hatte sich nämlich in der Verbindung von Schlitten und Schraube

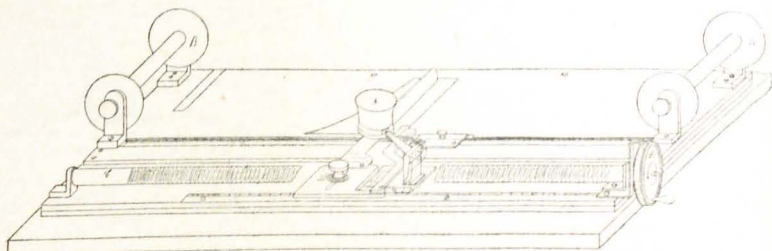


Fig. 14. MEYER-SCHNEIDER'scher Tonhöhenmeßapparat (vgl. *Vox*, Heft 4, 1913)

stellenweis ein recht bedenklicher toter Gang gezeigt, der gewissermaßen auf die für den Tonhöhenmeßapparat bedingte leichte Schlittenführung zurückzuführen war. In dieser veränderten Form war der Apparat zunächst nur noch zur Ausmessung roher Abszissenwerte verwendbar; seine Bedeutung als Tonhöhenmeßapparat hatte das so veränderte Instrument fürs erste verloren. Tabellen

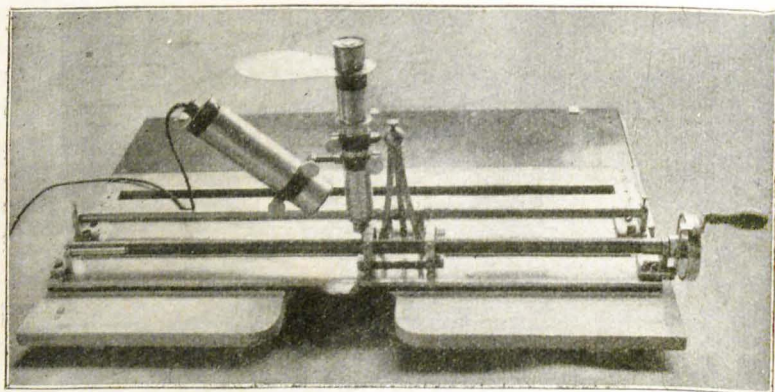


Fig. 15. Der veränderte Tonhöhenmeßapparat von MEYER-SCHNEIDER mit Mikroskop, konstanter Beleuchtung (6-Volt) und stabiler Schlittenführung (Die Röhre links vom Mikroskop ist der Beleuchtungsbehälter)

S.192—194, Fig. 12, S. 40, Kurven 2abc zeigen den Apparat in seinen verschiedenen Entwicklungsstufen. Bei 2a waren Mikroskop und konstante Beleuchtung schon angebracht; die Auswertungen von 2b beziehen sich auf die vollständige Verbesserung, nämlich den Apparat mit der neuen Schlittenführung;

Kurve 2c entstand bei einer Beleuchtung mit einer 8-Voltlampe, die das schwächere 6-Voltlicht in 2b ersetzen sollte.

(Leider ist es versäumt worden, Mikroskop und konstante Beleuchtung getrennt voneinander, in Einzelaufnahmen zu untersuchen, um die Wirkung des einzelnen genauer zu kontrollieren.)

b) Ergebnisse

Der günstige Eindruck der anfänglich recht regelmäßig einsetzenden Kurve 2a wird durch die alsdann auftretenden Unregelmäßigkeiten stark beeinträchtigt. Die folgenden Aufzeichnungen von 2bc stehen Kurve 3 an Regelmäßigkeit kaum nach. Die immerhin größere Gleichmäßigkeit von 2bc 2a gegenüber beweist, daß die neue Schlittenführung in 2bc nicht ohne Wirkung auf die Sicherheit der Auswertung ist. Die stärkere Beleuchtung in 2c hat in dieser Probe keine besonderen Vorteile erwirkt, sondern aus nicht bekannten Gründen erscheint 2b 2c gegenüber sogar als die etwas gleichmäßigere. Die Mittelwertberechnungen dieser verschiedenen Versuche ergeben für 2abc recht bedenkliche Unterschiede gegenüber denen der anderen Auswertungen (vgl. Tabellen S. 192—194, Fig. 13, S. 40). Merkwürdigerweise sind die Differenzen in 2bc, den Kurven der nach der graphischen Darstellung recht günstig zu bewertenden Konstruktionen, bedeutender als in 2a, der Zwischenstufe. Solche Unterschiede zwischen den Mittelwertberechnungen und der graphischen Darstellung machen es unmöglich, einen richtigen Maßstab für die einzelnen Konstruktionen zu finden, vor allem da sich die Ergebnisse auf so ungenügendes Material stützen.

Einige gemeinsame Beziehungen zwischen den einzelnen Meßvorrichtungen sind immerhin festzustellen. Die graphische Darstellung hat bei allen Kurven annähernd dasselbe Schwankungsbereich 2,7 bis 3,1 (mit wenigen Ausnahmen); ferner dieselben Schwankungsgrößen $\pm 1/10$ mm, seltener $\pm 2/10$ mm und mehr. Die allgemeine Bewegung in den Kurven, der wechselnde An- und Abstieg der Linien, bedingt durch den Wechsel von größeren und kleineren Abszissenwerten, findet sich, bis auf einige Abweichungen, in sämtlichen Aufzeichnungen vor. Die Einzelwerte sind, wenn auch nicht absolut, so doch relativ gleich. Verfolgen wir diese Werte in den Tabellen S. 191—195, sie von Schwingung zu Schwingung vergleichend, so zeigen sich in der auf einem anderen Apparat wiederholten Messung Differenzen, die oft nur um $1/100$ — $5/1000$ mm von der ersteren verschieden sind, einzelne sind sogar vollständig übereinstimmend. Diese Wahrnehmungen, die ja auch für die Konstruktion 1a Gültigkeit haben, lassen somit das auf Apparat 1a ausgewertete Gesamtmaterial von dem ZIMMERMANN'schen Kymographion zu Recht bestehen und berechtigen, diese als Ausgangspunkt für etwaige spätere, gründlicher durchzuführende Untersuchungen zu benutzen. Ein endgültiges Urteil über die Meßvorrichtungen geben zu wollen, ist

aus angedeuteten Gründen nicht denkbar. Trotzdem darf man m. E. nach den recht annehmbaren Resultaten von 2bc auf eine Brauchbarkeit der Neukonstruktion schließen.

5. Gerade und schräge Basis der Registrierungen

Die Fehlermöglichkeiten werden nicht allein durch die Konstruktion der Apparate bedingt, sondern auch durch die Art der Handhabung. Z. B. müßten wahrscheinlich Unrichtigkeiten entstehen, wenn der Kymographionstreifen nicht so unter den Meßschlitten gelegt wird, daß der Index die Basis der Re-

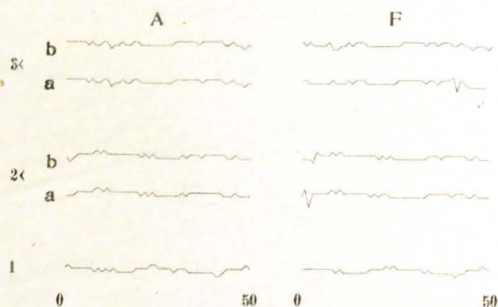


Fig. 16. Auswertungen bei gerader und schräger Basis der Stimmgabelschwingungen

1 vollständig gerade Basis

2 ab schräge Basis: Steigungswinkel $1^{\circ} 30'$

3 ab schräge Basis: Steigungswinkel $3^{\circ} 3'$

Zwecks Vergleich mit den Auswertungen bei *schräger* Basis wurde sowohl bei 2 als 3 auf dem Kymographionstreifen zu den ansteigenden Stimmgabelregistrierungen eine *gerade* Basislinie, die rechtwinklig den Index des Meßschlittens schneidet, gezogen.

2 a und 3 a sind Auswertungen unter Benutzung der richtigen Basislinie

2 b und 3 b die Ausmessungen bei fehlerhafter Basislinie

(A und F sind die beiden Meßpersonen)

gistrierungen rechtwinklig schneidet. Schwierigkeiten erwachsen da, wo schon in der Aufnahmetechnik, entweder durch eine fehlerhafte Trommelsenkvorrichtung oder durch ungenaue Senkung des Zylinders mit der Hand, die Aufzeichnungen schräge über den Streifen laufen. Die Mängel einer schrägen Basis festzustellen und sich zu orientieren, wie groß ein Steigungswinkel der Basis sein darf, um noch als verwendbar zu gelten, wurden nachfolgende Versuche gemacht. Die Fig. 16 gibt die graphischen Kurven, die Tabellen S. 196—198, Fig. 17, S. 45 die dazugehörigen Auswertungen und graphischen Winkelgrößen. In dem 1. Experiment Fig. 16 war mit besonderer Sorgfalt auf eine gerade Basis Gewicht gelegt worden, indem die Aufzeichnung in einer Spirale, ohne Trommelsenkung, erfolgte. Fig. 16, Kurve 1 unter A

unterscheidet sich jedoch keineswegs von den uns bisher bekannt gewordenen Kurvenbildern, die nicht einmal das Ergebnis solcher Voraussetzungen waren. Die Stimmgabelzeichnungen der 2. und 3. Untersuchung hatten eine so schräge Basis, die in unserer Laboratoriumspraxis niemals Anwendung finden würde. Die Auswertungen dieser Registrierungen führten zu erstaunlichen Ergebnissen. Diesen graphischen Bildern ist überraschenderweise keine Unzulänglichkeit der Aufnahmetechnik zu entnehmen. Die Kurven 2 a und 2 b, ebenso 3 a und 3 b lassen in keiner Weise erkennen, daß einmal bei gerader (in a) und einmal bei schräger Basis (in b) ausgemessen wurde. Sie stimmen fast vollständig, sogar in ihren Unregelmäßigkeiten überein, abgesehen von einigen Abweichungen. Die Auswertungen von A kontrollierend, wurden solche auch von einer anderen Person F vorgenommen; Fig. 16, S. 44 zeigen betreffs der zweiten Auswertung dieselben Ergebnisse. Zur Klärung dieser merkwürdigen Feststellungen wurde eine mathematische Bearbeitung ausgeführt: (vgl. Fig. 17)

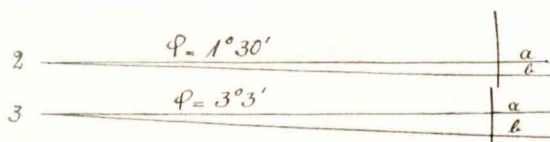


Fig. 17. Graphische Darstellung der Steigungswinkel der schrägen Basen von Stimmgabelschwingungen

Vgl. die mathematische Berechnung sowie die Angaben unter Fig. 16
(1/3 natürlicher GröÙe)

$$b = a \cos \varphi$$

Aufnahme: 2 Steigungswinkel: 1° 30'

$$2 b = 178 \text{ mm} = 60 \text{ Schwingungen}$$

$$a = \text{Länge einer Schwingung} = \frac{178}{60} = 2,9\bar{6}$$

$$\log a \quad 0,47227$$

$$,, \quad 1^\circ 30' \quad 9,99985$$

$$,, \quad b \quad 0,47212$$

$$,, \quad b \quad 2,9657$$

$$\text{gemessenes } a \text{ (in 2)} \quad 2,9667$$

$$b \quad 2,9657$$

$$\text{Abweichung vom wahren Wert } \Delta = 0,0010$$

Aufnahme: 3 Steigungswinkel: 3° 3'

$$3 b = 175,4 \text{ mm} = 60 \text{ Schwingungen}$$

$$a = \frac{175,4}{60} = 2,92\bar{3}$$

log a	0,46588
„ cos 3° 3'	9,99938
„ b	0,46526
b	2,9192
gemessenes a (in 3)	2,9233
b	2,9192

Abweichung vom wahren Werte $\Delta = 0,0041$

Die Abweichungen vom wahren Wert sind in einem Falle **0,001**, in dem anderen **0,004 mm**. Solche Schwankungen kommen in einer Darstellung von Zehntel-mm nicht mehr zum Ausdruck. Bei einem Neigungswinkel von **3°** ist nach obiger Berechnung $B = 6 \times 0,9903 = 5,9418$, die Abweichung = **0,0582**. Erst eine solche Größe wäre für die reduzierten Werte der graphischen Darstellung von Bedeutung.

Diese Ausführungen bringen uns zu dem Schlusse, daß der Basisfehler für uns kaum in Betracht kommt, da Registrierungen, die derartig schräg über den Streifen laufen, daß deren Basis also einen Neigungswinkel von $1^\circ 30'$; $3^\circ 3'$ und mehr haben, niemals für Auswertungszwecke verwendet werden (s. Fig. 17).

6. Verschiedene Meßpersonen

A) Ein und dasselbe Stück von 15 Personen auf Meßapparat 1a ausgewertet

a) allgemeine Angaben

Wie unter Basis schon erwähnt, hängt die Zuverlässigkeit der Ausmessungen nicht zum mindesten von der Handhabung des Apparats ab, oder in anderem Sinne von der Leistungsfähigkeit des Messenden (vgl. MEYER¹³, S. 239). Neben diesen Fehlern der Auswertung, die sich allein auf die Technik des Messens beschränken, sind auch denen der falschen Ablesung vom Apparat, der Verrechnung, sowie der unrichtigen Übertragung Gewicht beizulegen. Diese Möglichkeiten sind ziemlich groß und bei Massenbearbeitungen trotz sorgfältiger Kontrolle unvermeidlich. In den folgenden Experimenten wurde nur die wichtige Frage der Auswertung berücksichtigt. Zu diesem Zwecke haben 1) 15 Personen ein und dasselbe Stück, nämlich die Schwingungsreihe 1320—1487 (aus dem Gesamtmaterial des Kymographions) einmal auf dem MEYER-SCHNEIDER'schen Komparator, 2) 9 unter ihnen die Kymographion-Registrierungen 10 820—10 920 wiederholt, und zwar jedesmal auf einem anderen Apparat ausgemessen.

Die Mannigfaltigkeit des Stoffes, besonders in physiologischer und psychologischer Beziehung ist einer eingehenderen Bearbeitung wert, als sie im Rahmen dieser Arbeit Raum finden kann. Es wäre wohl lohnenswert, die Materialien vom physiologisch-psychologischen Standpunkte aus gründlich durcharbeiten zu

lassen. Es kommt hier nur auf die Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Apparat und Personen an. Die Tabellen S.199—242 sind die Einzel-, Mittel- und Zufälligkeitswerte dieser Materialien, S. 47—59, Fig. 18—31 ihre graphischen Darbietungen. Auch hier sind die verschiedenen graphischen Bilder, seien es Einzel-, Mittel- oder Schwankungsgrößen-Kurven, ohne Berücksichtigung der einzelnen Millimetergrößen im Millimeternetz untergebracht worden.

Der Einfachheit halber beschränken sich die ersten Ausführungen nur auf Figuren 18 und 19, S. 47—48, ein und dasselbe Stück von verschiedenen Personen auf einem Apparat

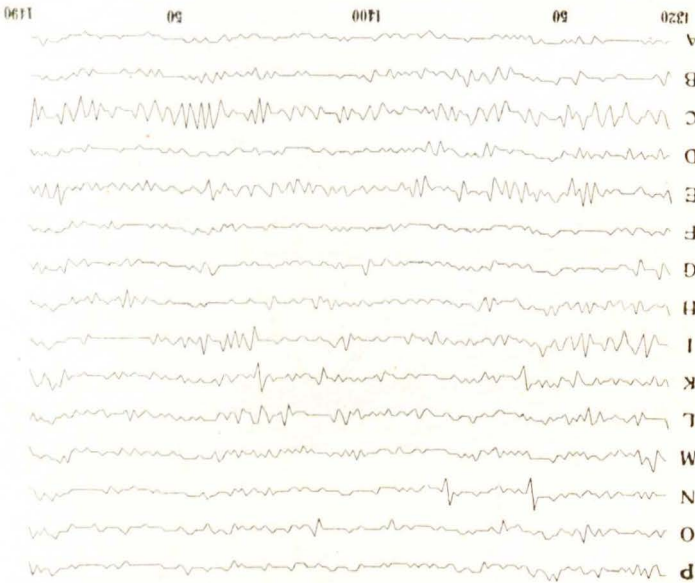


Fig. 18. Verschiedene Meßpersonen

Schwingungsreihe 1320—1490 aus dem Gesamtmaterial des ZIMMERMANN'schen Kymographions von 15 Personen auf Meßapparat: 1a ausgewertet A—P Bezeichnungen für die Vp.

(Kurven nach der Übung der Vp. im Messen geordnet)

ausgewertet, einmal nach Übung und einmal nach Leistung geordnet. In Fig. 18 sind die Gewährleute zunächst nach ihrer Übung in Meßarbeiten in drei Gruppen eingeteilt. Gruppe I, Kurven A—H sind von Personen ausgemessen, die schon früher entweder auf den hier genannten oder ähnlichen Messapparaten zu wissenschaftlichen Zwecken gearbeitet haben, Gruppe II, Kurven I—M sind Ausmessungen solcher Personen, die sich mehr oder weniger auf solchen Apparaten versucht haben, im allgemeinen aber als Anfänger zu betrachten sind Gruppe III,

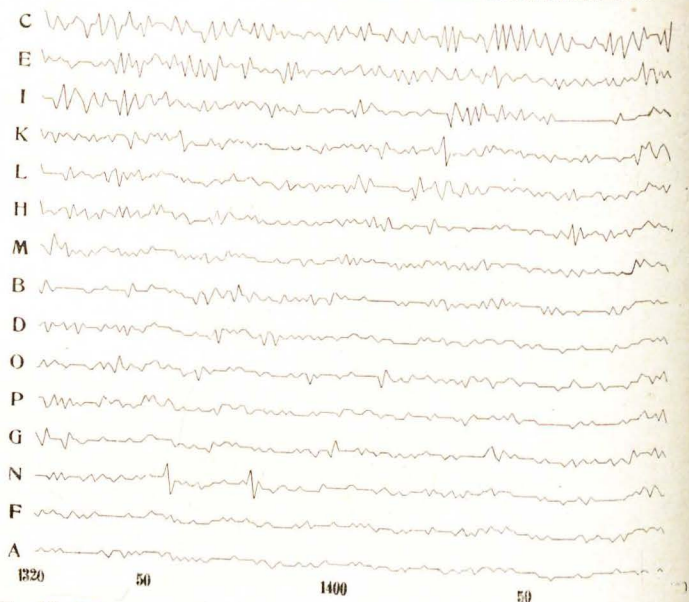


Fig. 19. Vgl. Fig. 18 (Auf Grund von Fig. 18 wurden die Kurven der VP. in diesem Bilde nach den Leistungen angeordnet)

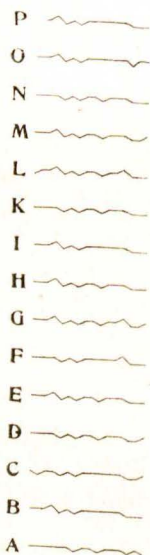


Fig. 20
Mittelwert-
kurven zu Fig. 18
bezw. 19

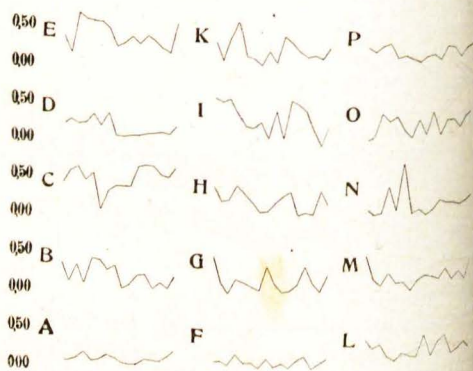


Fig. 21. Schwankungsgrößenkurven zu Fig. 18
bezw. 19

b) Übersichtstabelle über die Leistungen der 15 Versuchspersonen (Schwingungsreihe: 1320—1487)

Vp.	Voraussetzung	Graphische Darstellung der Einzelwerte (Tabellen S. 199—219, S. 47 u. 48, Fig. 18 u. 19)				Mittelwerte (Tabellen S. 199—219; Fig. 20, S. 48)				Schwankungsgrößen (Tabellen; S. 199—219; S. 48, Fig. 21)		Bemerkung
		Maxi- mum- werte in mm	Mini- mum- werte in mm	vor- herrschende Werte in mm	Bemerkung ¹	Wert in mm	Bemerkung	Maxi- mum in mm	Mini- mum in mm	Mittel- wert in mm	Schwan- kungs- gebiet in mm	
A	ist Assistentin im phonetischen Laboratorium und hat als Verf. die gesamten für diese Abhandlung nötigen Messungen ausgeführt. Schon vor diesen hat A umfangreiche Messungen gemacht, also vollauf Gelegenheit gehabt, sich im Messen zu üben	2,9	2,6	2,7—2,9	Da sich die Kurve A in keiner Weise von den bisher besprochenen Aufzeichnungen von A unterscheidet, bedarf es hier keiner näheren Erklärungen	2,8; 2,7	Die mittleren Werte zeigen für die kurze Strecke recht bedenkliche Schwankungen	0,30	0,095	0,17	0,1—0,2	Die Kurve A läßt in ihrer Gleichförmigkeit auf eine gute Durchschnittsleistung schließen. In ihr kommt wahrscheinlich die Übung der Vp. im Messen zum Ausdruck
B	ist Experimentalphonetiker, der periodenweise schon Messungen größeren Umfangs ausgeführt hatte. Seit reichlich drei Jahren waren ausgehendere Messungen seitens B eingestellt, und nur selten ein paar Stichproben vorgenommen worden. B führte diese Messung (1321—1487) am Abend gegen 7 Uhr aus und zeigte dabei große Abspannung	3,1	2,5	stellenweis 2,6—3,0 überwiegend 2,7—2,9	Über die Kurve B sind eine Reihe bedeutenderer Unregelmäßigkeiten verteilt, die das Bild stark beeinträchtigen. Stellenweis, dem Ende zu, ist sie regelmäßiger	2,8; 2,7 (2,9)	Im Verhältnis zur graphischen Darstellung sind die Mittelwerte B's weniger schwankend als die von A	0,49	0,11	0,29	bis zur 8. Gruppe: 0,2—0,4 bis z. Ende: 0,1—0,3	Die Schwankungsgrößenkurve von B ist recht sprunghaft, wird aber dem Ende zu insofern besser, als sie sich innerhalb kleinerer Werte bewegt
C	ist Naturwissenschaftler, der häufig Ausmessungen ausführt. Diese Auswertung nahm er in seiner Arbeitszeit gegen 1 1/2 Uhr vor	3,2	2,3	2,5—3,0	Die Kurve C ist von unglaublicher Unregelmäßigkeit. Es fehlen jegliche Anhaltspunkte für eine Deutung der Kurve	2,8; 2,7	Die Gleichmäßigkeit der Mittelwertskurve wirkt überraschend; sie ist in dem Ausgleiche der schroffen Maxima und Minima zu verstehen	0,74	0,13	0,51	0,4—0,7	Die Schwankungswerte sind durchwegs außergewöhnlich hoch. Niedrige Werte fehlen fast ausschließlich; nur einmal ist 0,13 vorhanden. Innerhalb der hohen Schwankungswerte macht sich immerhin eine gewisse Gleichmäßigkeit im Auf- und Abstieg geltend
D	ist Laborantin und führt mikroskopische Arbeiten, das Einstellen von Präparaten am Mikroskop, aus. D hatte vorher einmal umfangreiche Messungen über Sonnenstrahlenregistrierungen zu machen, eine Arbeit, die äußerste Exaktheit erforderte. Die Auswertung 1321—1487 erfolgte zwischen 1/3—4 Uhr nachmittags nach der Tagesarbeit. Eine gewisse Abspannung lag also vor	3,0	2,5	vereinzelt 2,6—2,9 sonst 2,7—2,9	Anfangs bemerkenswerte Unregelmäßigkeiten bis ungefähr zur Hälfte. Der zweite Teil ist eine gute Leistung	2,8; 2,7	Kurve D zeigt Schwankungen wie A; jedoch sind sie anders über die Kurve verteilt	0,41	0,115	0,23	bis zur 8. Gruppe: 0,1—0,4 in der 2. Hälfte: 0,1—0,2	Der erste Teil ist sprunghaft; der zweite steigt überraschend gleichmäßig innerhalb der 1—2/10 mm-Linie aufwärts. Nach diesem 2. Teil wäre D's Kurve die beste
E	ist Laborantin wie D und hat gleichfalls das Einstellen von Präparaten und ähnliche mikroskopische Arbeiten auszuführen. Die Auswertung von 1321—1487 erfolgte am Ende ihrer Tagesarbeit zwischen 1/3—4 Uhr. Auch hier machte sich eine gewisse Abspannung bemerkbar	3,2	2,4	2,5—3,0	Die Kurve ist neben der von C die unregelmäßigste. Hier und da zeigt sich der Ansatz zu einer mittelmäßigen Leistung. Auch bei E fehlen jede Anhaltspunkte zur Orientierung	2,8; 2,7 (2,9)	Wie bei C im Gegensatz zum graphischen Bilde erstaunlich gleichmäßig. Erklärung siehe unter C	0,735	0,215	0,46	bis zur 8. Gruppe: 0,2—0,7 bis zur 15.: 0,25—0,35	Die Zufälligkeitwerte der ersten 6 Gruppen liegen innerhalb eines hohen Schwankungsgebietes; also nehmen sie ziemlich gleichmäßig ab, um allerdings in der letzten Gruppe wieder in das höhere Gebiet zurückzukehren
F	ist Präzisionsmechaniker. Er hat derartige Messungen noch nicht vorgenommen, ist in seiner Arbeit aber an Exaktheit gewöhnt und verfügt über eine sichere Hand und ein gutes Auge. F nahm diese Auswertung von 1321—1487 abends zwischen 7—8 Uhr vor, als er sich von seiner Tagesarbeit ausgeruht hatte	3,0	2,6	2,7—2,9	Kurve F steht Kurve A kaum an Gleichmäßigkeit nach und trägt durchaus das Gepräge, das uns von den Kurven A her bekannt ist	2,8; 2,7 (2,9)	Den bisher besprochenen Kurven vergleichbar	0,28	0,105	0,18	0,1—0,3	Die Schwankungskurve hat etwas Sprunghaftes, erinnert im allgemeinen aber an die von A; denn sie bewegt sich im Gebiet niedriger Schwankungswerte. Auch sie ist gewiß der Ausdruck für eine gute Durchschnittsleistung
G	ist Lehrer und hat in einer Reihe von Semestern im phonetischen Praktikum gearbeitet; dabei verschiedene Messungsarten z. B. Tonhöhenmessungen kennengelernt und auch einige umfangreichere ausgeführt. Die Registrierungen 1387—1421 wurden von G am Nachmittag, und zwar mit frischer Arbeitskraft ausgewertet	3,1	2,5	vereinzelt 2,6—3,0 sonst 2,7—2,9	Kurve G erscheint im großen und ganzen als ganz gute Leistung. Allerdings treten hier und da noch bemerkenswerte größere Schwankungen auf	2,8; 2,7 (2,9)	Im allgemeinen recht schwankend	0,57	0,09	0,26	0,1—0,45	Recht schroffe Gegensätze von Maxima und Minima stellenweis; dann und wann gleichmäßigere Zu- und Abnahme der Zufälligkeitwerte
H	ist wie G Lehrer und hat auch, allerdings nicht so lange, das phonetische Praktikum besucht. H hat Übung im Mikroskopieren anatomischer Präparate; ist frisch, nachmittags gegen 5 Uhr, an die Arbeit herangegangen	3,1	2,4	im 1. Drittel u. in der Mitte 2,6—3,0 sonst 2,7—2,9	Im ersten Drittel und in der Mitte sind starke Einzelschwankungen, im übrigen ist die Kurve noch ganz gut	2,8; 2,7 (2,9)	Wie bei G recht schwankend	0,515	0,15	0,32	0,15—0,50	H hat große Ähnlichkeit mit G: Schroffe Gegensätze zwischen den Maxima und Minima; hier und da aber gleichmäßiger Auf- und Abstieg
J	war zurzeit Praktikant des Anfängerkurses im phonetischen Laboratorium. J hatte gerade mit dem Ausmessen von Tonhöhenkurven begonnen. J wertete die Schwingungsreihe 1321—87 in der Morgenstunde bei völlig frischer Arbeitskraft aus	3,2	2,4	in den unregelmäßigen Teilen 2,6—3,0 im übrigen 2,7—2,9	Kurve J ist im ersten und 4. Fünftel äußerst unregelmäßig; im 2. und 3. Fünftel wird sie ziemlich besser, dem Ende zu, ist sie überraschend gut	2,8; 2,7 (2,9)	Zu den gleichmäßigsten zählend	0,675	0,08	0,42	0,1—0,7	Schwankungskurve J hat infolge der ungleichen Leistung ein sehr ausgedehntes Schwankungsgebiet. Gleich der Kurve der Einzelwerte wird auch die Zufälligkeitkurve dem Ende zu besser, indem sie ziemlich gleichmäßig abfällt
K	war zurzeit Praktikantin des Anfängerkurses im phonetischen Laboratorium; wie J gerade mit Tonhöhenmessungen beginnend. K hat schwache Augen. Diese Messung erfolgte morgens mit frischer Arbeitskraft	3,2	2,4	stellenweis 2,6—3,0 im Durchschnitt 2,7—2,9	Kurve K ist eine mittelmäßige Leistung; stellenweis zu einer gewissen Regelmäßigkeit ansetzend	2,8; 2,7	Wie bei H schwankend	0,70	0,125	0,33	0,15—0,50	Kurve K ist wie J recht sprunghaft. Im letzten Drittel gleichmäßigere Abnahme der Schwankungswerte. Auch die Mitte deutet auf eine bessere Leistung hin
L	Volontärassistentin im phonetischen Laboratorium, zurzeit machte L die ersten Versuche auf dem Tonhöhenmeßapparat. Die Registrierungen wurden in der Morgenstunde bei frischer Arbeitskraft gemacht	3,1	2,5	stellenweis 2,6—3,0 im Durchschnitt 2,7—2,9	Kurve L ist eine mittelmäßige Leistung wie K. Allerdings muß auch hier wie bei K und J der Anfänger berücksichtigt werden	2,8; 2,7 (2,9)	Recht schwankend	0,51	0,17	0,30	0,15—0,50	L zeigt auch hier ein gewisses Mittelmaß. Bis zur Hälfte ist eine gleichmäßigere Abnahme bemerkbar; alsdann tritt mehr ein sprunghafter Wechsel von Maxima und Minima ein
M	war damals Praktikant im phonetischen Anfängerkurs; hatte zurzeit noch nicht gemessen; scheint aber, nach seiner Arbeit im Praktikum zu urteilen, eine geschickte Hand und ein gutes Auge zu haben. Die Ausmessung erfolgte am Morgen bei frischer Arbeitskraft	3,2	2,6	vereinzelt 2,6—3,0 sonst 2,7—2,9	Für den Anfänger ist die Kurve M eine ganz gute Leistung	2,8; 2,7 (2,9)	Den übrigen vergleichbar	0,615	0,105	0,26	0,1—0,35	Die Kurve ist ziemlich gleichförmig mit A und F vergleichbar; wohl sprunghaft, aber nur kleine Gegensätze zwischen Maxima und Minima
N	ist Assistentin im phonetischen Laboratorium, hatte aber zurzeit noch keine technischen Arbeiten ausgeführt. N ist eine besondere Exaktheit, bis in die kleinsten Dinge hinein eigen	3,3	2,4	2,7—2,9	Die Kurve N ist für den Ungeübten eine erstaunlich gute Leistung. Bringt es durch Übung gewiß zu einer besonders guten Leistung	2,8; 2,7	Nicht übermäßig schwankend	0,80	0,09	0,24	0,1—0,25	Infolge der beiden groben Schwankungen macht die erste Hälfte den Eindruck einer Anfängerkurve; der zweite Teil läßt in seiner Gleichmäßigkeit auch auf eine gute Leistung schließen
O	ist Privatperson; hat vielleicht schon Ausmessungen beobachtet, aber nie selbst ausgemessen	3,1	2,5	vereinzelt 2,6—3,0 sonst 2,7—2,9	Für den Ungeübten eine gute Leistung	2,8; 2,7 (2,9)	Nicht übermäßig schwankend	0,48	0,135	0,28	0,1—0,45	Eindruck einer Durchschnittsleistung, etwas sprunghaft; allerdings innerhalb eines Gebietes mittlerer Schwankungsgrößen bleibend. Teils Ansatz zur Zunahme an Sicherheit
P	ist Bibliothekarin; hat bisher keinerlei Ausmessungen gemacht; P machte die Auswertung 1321—1487 nach ihrer Arbeitszeit 2 1/2—4 Uhr nachmittags	3,1	2,6	vereinzelt 2,6—3,0 sonst 2,7—2,9	Gleichfalls gute Leistung. Selbst in den Unregelmäßigkeiten das Mittelmaß nicht überschreitend	2,8; 2,7 (2,9)	Nicht übermäßig schwankend	0,405	0,105	0,24	bis zur 5. Gruppe: 0,20—40 dann 0,1—0,3	Recht gute Leistung. Bei der 5. Gruppe scheint Übung einzusetzen. M, F und A vergleichbar.

¹ Ausdrücke wie: gute Leistung, Gleichförmigkeit, Regelmäßigkeit, Gleichmäßigkeit sind durchaus relativ aufzufassen und aus dem Vergleich mit A's Leistungen, die doch immerhin nach einem umfangreichen Material beurteilt sind, hervorgegangen.

Kurven N—P sind Ausführungen solcher Personen, die in dieser Arbeit völlig ungeübt waren. Als wie bedenklich und unzuverlässig auch die bisherigen Aufzeichnungen in ihrer Unregelmäßigkeit erschienen waren, die Gesamtbilder dieser Auswertungen beweisen, was für erstaunliche Fehlermöglichkeiten, in diesem Falle Meßfehler, verursacht durch die Meßperson, noch vorkommen können. Die Einordnung des Materials nach der Übung der Gewährleute hätte gewiß nicht erwarten lassen, daß unter Gruppe I derartig fehlerhafte Auswertungen zu finden und umgekehrt, daß in der letzten, derjenigen der Ungeübten, so vorzügliche Resultate zu suchen wären. Ferner ist es verwunderlich, daß A, wenn auch im Verhältnis zu den anderen, die gleichmäßigste Kurve zeitigte, der Übung nach keine bessere gebracht hat. Die graphische Darstellung der Einzelwerte, die Mittelwerte und ihre Kurven orientieren uns über die allgemeine Leistung des Messenden, die Zufälligkeitwerte oder Schwankungsgrößen können uns über die physiologisch-psychologischen Faktoren Auskunft geben. In einer kurzen Einleitung, „Voraussetzung“ benannt, finden sich hier und da einige Anhaltspunkte zur Beurteilung der Leistungen der einzelnen Personen (s. Übersichtstabelle).

c) allgemeine Betrachtung

Fig. 22 zeigt die persönliche Arbeitsleistung als räumliche Darbietung in konzentrischen Kreisen. Die Radien derselben

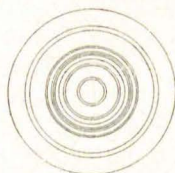


Fig. 22. Darstellung der durchschnittlichen Arbeitsleistungen der Vp. in Kreisen. Vom innersten zum äußersten Kreise fortschreitend, geben sie die Leistungen der Vp. von der besten zur schlechtesten wieder; nachstehend die Vp. der

Reihenfolge nach mit den Radien ihrer Kreise

- | | | | | |
|------------|--------|--------------|--------------|-------------------|
| 1) A | 2,326; | 2) F 2,394; | 3) D 2,706; | 4) N und P 2,764; |
| 5) G und M | 2,877; | 6) O 2,985; | 7) B 3,038; | 8) L 3,090; |
| 9) H | 3,192; | 10) K 3,241; | 11) J 3,656; | 12) E 3,785; |
| | | 13) C 4,222 | | |

sind aus den auf S. 220—221 berechneten mittleren Schwankungsgrößen gewonnen. Die Formel lautet: x (mittlere Schwankungsgröße oder Einheit) = $r^2 \cdot \pi$; $r = \sqrt{\frac{x}{\pi}}$ Die Stellungnahme der Vp. zueinander nach ihrer Leistungsfähigkeit, ist in diesem graphischen Bilde im großen und ganzen dieselbe wie in den bisherigen Darstellungen. Abweichungen in der Reihen-

folge sind wahrscheinlich damit zu erklären, daß die Kreisberechnung auf Mittelwerten beruht, die Kurvenbilder aber Einzelwerte darbieten. Das Eigentümliche all dieser Darstellungsformen ist der in ihnen zum Ausdruck kommende Widerstreit zwischen dem Übungsfaktor und sonstigen physiologisch-psychologischen Anlagen der Vp.

A, die weitaus geübteste Vp. gibt auf Grund ihrer Auswertungen den kleinsten Leistungskreis als Zeichen der besten Arbeitskraft. Die Überlegenheit A's betreffs Übung in Betracht ziehend, wären von dieser Vp. eigentlich weit günstigere Ergebnisse zu erwarten; denn die Kurven Ungeübter, die von F, N, D, G und P, stehen denen von A an Gleichmäßigkeit (relativ gedacht) kaum nach. Ferner ist der Abstand zwischen dem Kreise von A und denen der anderen, vor allem dem von F, nicht so erheblich, daß er ohne weiteres die Überlegenheit A's den anderen gegenüber betont. Diese Wahrnehmung, sowie die Feststellungen über die Kurven von B, C und E (vgl. die Übersichtstabelle), lassen annehmen, daß in diesen Fällen der Übungsmöglichkeit durch persönliche Veranlagung oder durch sonstige besondere Umstände, unter denen gearbeitet ward, gewisse Grenzen gezogen waren. Wie weit diese beiden Faktoren bei der Auswahl der Meßperson in ihrem Verhältnis zueinander berücksichtigt werden müssen, läßt sich nach diesen Untersuchungen nicht entscheiden. Einerseits spricht die Tatsache einer ziemlichen Übereinstimmung der Schwankungsverhältnisse, der Abszissenlängen, der sinusoiden Bewegung des Kurvenlaufs in den Kurven aller Vp. — selbst in denen der minderwertigen Leistungen — dafür, daß, soweit es sich um allgemeine Gesichtspunkte über den auszuwertenden Gegenstand handelt, diesen beiden Faktoren kein so übergroßes Gewicht beigelegt zu werden braucht. Andererseits zeigen aber oben erwähnte Vergleiche zwischen den geübten und ungeübten Vp., daß bei exakter, wissenschaftlicher Arbeit eine genauere Orientierung über die Leistungsfähigkeit der Meßperson vorangehen muß.

B) ein und dieselbe Schwingungsreihe 10820—920 von verschiedenen Personen auf verschiedenen Meßvorrichtungen ausgewertet

(vgl. Tabellen S. 222—242; Fig. 23—31, S. 51—59)

a) die verschiedenen Meßapparate

aa) nach der graphischen Darstellung beurteilt

Die Beurteilung der Meßvorrichtungen war nach den Auswertungen einer einzigen Person (A), die der Vp. nach ihrer Arbeit auf einem einzigen Apparat (1a) vorgenommen. Die Ergebnisse dieser Bearbeitungen zu prüfen und sie möglichst zu ergänzen, wurden weitere Versuche angestellt. Neun unter den fünfzehn

Vp. der ersten Experimente werteten die Versuchsreihe 10820—920 auf verschiedenen Meßvorrichtungen aus. (1 b und 2 c von Fig. 12, S. 40 wurden nicht benutzt; ferner wurden mit 2 a und

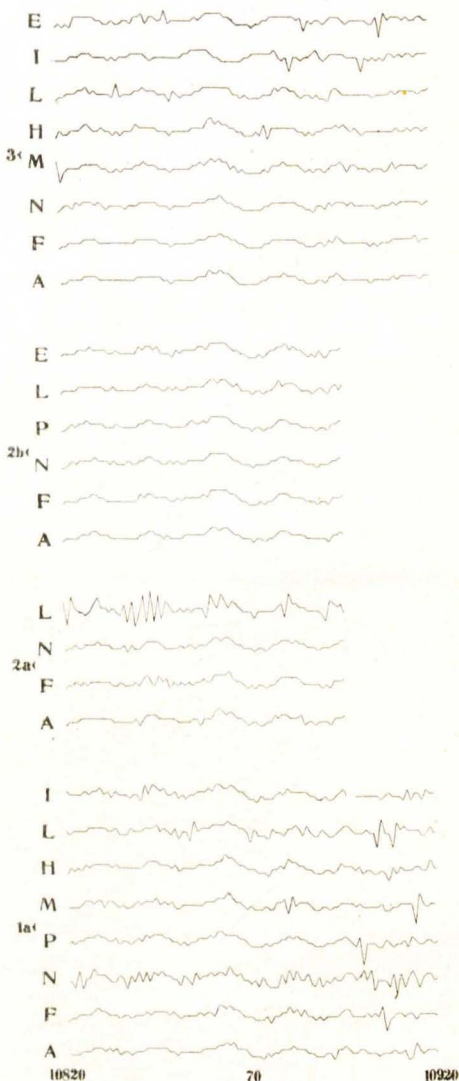


Fig. 23. Verschiedene Meßpersonen, verschiedene Meßvorrichtungen
(Anordnung nach den Apparaten)

Die Bezeichnungen beziehen sich auf die schon bekannten Meßapparate und Meßpersonen.

2b nur 76 statt 100 Schwingungen ausgewertet, weil die übrigen bis 10920 nicht mehr meßbar waren.) Nur die graphische Darstellung der reduzierten Einzelwerte und die Schwankungsgrößen sind in Betracht gezogen. S. 51, Fig. 23 gibt eine Anordnung der Darbietungen nach den Apparaten, S. 56, Fig. 27 nach den Personen.

α) MEYER-SCHNEIDER'scher Tonhöhenmeßapparat mit Komparator, konstanter Beleuchtung und neuer Schlittenführung: 2b

Nach den graphischen Bildern S. 51, Fig. 23 sind die besten Leistungen auf diesem Apparat gegeben worden. Eine ziemliche Übereinstimmung im Kurvenverlauf oft bis in die kleinste Bewegung hinein, in dem Schwankungsgebiet und den Schwankungsgrößen ist zu bemerken. Beachtenswert ist das Fehlen größerer Zufälligkeitswerte, selbst in den Kurven von E und L (vgl. dagegen Fig. 18, S. 47). Dem Gesamteindrucke nach muß der immerhin nur provisorisch ausgeführte Apparat als besonders brauchbar hingestellt werden.

β) Meßtisch von DIEL mit Mikroskop von ZEISS: 3

Neben 2b erscheint 3 als der leistungsfähigste Apparat. Auch hier ist eine gewisse Gleichförmigkeit in sämtlichen Kurven von den so verschiedenen Personen zu verzeichnen. Allerdings scheint hier schon eher die Möglichkeit bemerkenswerter Fehlmessungen vorzuliegen (vgl. E, L u. a.). Die Ursache dafür mag in der unhandlichen Arbeit mit der kleinen Meßvorrichtung, die nur das Auswerten kleiner Strecken gestattet, zu suchen sein. Die Bedeutung dieses Apparates liegt nicht in der Anwendung desselben bei fortlaufenden Meßreihen, sondern in der exakten Auswertung einzelner Meßobjekte.

γ) MEYER-SCHNEIDER'scher Tonhöhenmeßapparat mit Komparator und Lupe: 1a

Sämtliche auf diesem Apparat ausgewertete Kurven erinnern in ihrer Vielgestaltigkeit an die graphische Darstellung der Schwingungsreihe 1320—1487. Gegenüber den beiden anderen scheint man die Möglichkeit fehlerhafter Messungen für diesen Apparat noch eher in Erwägung ziehen zu müssen. Mit anderen Worten: Die Arbeit auf diesem Apparat erfordert eine gute persönliche Leistung, damit die Kurven nicht gar so sehr durch persönliche Fehlmessungen beeinträchtigt werden.

δ) Zwischenstufe zur Neukonstruktion von Apparat 1a; 2a

2a als Zwischenstufe der Neukonstruktion von 1a in 2b kann für die Beurteilung der Apparate kaum in Betracht gezogen werden. Seine Kurven stehen denen von 2b bei weitem nach und sind denen von 1a nach den verschiedenen Personen bald vor- und bald nachzuordnen.

bb) Beurteilung nach Schwankungsgrößen

(s. Tabellen S. 234—238)

Apparate nach diesen Zufälligkeitskurven beurteilen zu wollen, ist eigentlich nicht das übliche Verfahren, da in den Zufälligkeitswerten mehr physiologisch-psychologische Faktoren zum Ausdruck kommen. Die Betrachtung der vier Längsreihen hier in dieser Fig. 24 belehrt uns aber, daß in den Gesamtkurven jeder Reihe gemeinsame Züge zu finden sind, die, in den anderen Reihen nicht vorhanden, auf eine Charakteristik der einzelnen Auswertungsapparate hinzielen. Kurven 1a und 3 zeichnen sich

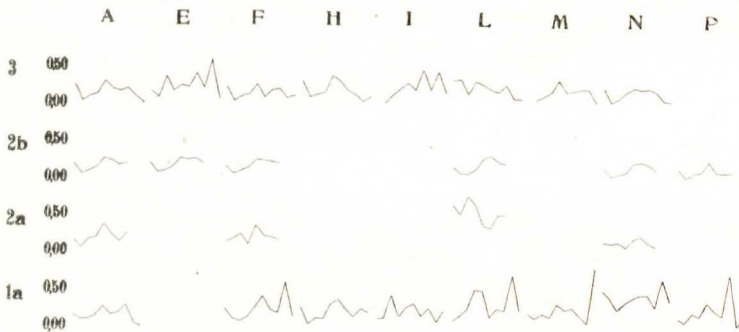


Fig. 24. Schwankungsgrößenkurven zu Fig. 23 und 27

durch große Sprunghaftigkeit in ihrer Bewegung aus, weisen aber auf vorhandene größere Zufälligkeitswerte hin. Nach dem Ende hin tritt beiderseits fast in allen Kurven von 1a und 3 eine Abnahme der Schwankungsgrößen ein. Für 1a ist die Schwankungszone ca. 0,1—0,4 und für 3 ca. 0,1—0,3 mm. Hier liegt somit beim Vergleich von 1a und 3 ein erwähnenswerter Unterschied. Die Fehlmessungen auf 3 sind nicht von so bedeutender Ausdehnung wie die auf 1a. Die Kurven der 2. Längsreihe, die des Meßapparates 2a, zeigen weniger sprunghafte Bewegungen und verharren in drei Fällen bei A, F und N innerhalb des Gebietes von 0,13 bis 0,45 mm. L geht hier seine eigenen Wege und ist für die Beurteilung der Meßvorrichtung unbrauchbar. Schon in dieser Vorstufe ist eine Andeutung auf die mögliche Zuverlässigkeit der Neukonstruktion gegeben. Gleich den Kurven der graphischen Darstellung der reduzierten Einzelwerte zeichnen sich auch die Zufälligkeitskurven von 2b durch bemerkenswerte Gleichförmigkeit aus. Bis zur 5. bzw. 6. Gruppe steigen die sämtlichen Kurven in regelmäßiger Bewegung aufwärts, um alsdann ebenso gleichmäßig, allerdings in nur geringen Differenzen, abzufallen. Die Schwankungszone ist fast ausschließlich 0,15—0,35 mm. In diesen Zufälligkeitskurven verstärkt sich noch der Eindruck, daß in Auswertungen auf diesem Apparat Vermessungsfehler meistens fortfallen, der persönliche

Faktor bis zu einer gewissen Grenze also ausgeschaltet werde. Die Schwankungsgrößen von den verschiedenen Apparaten und Personen wurden in den Tabellen S. 239 zu mittleren Größen ver-

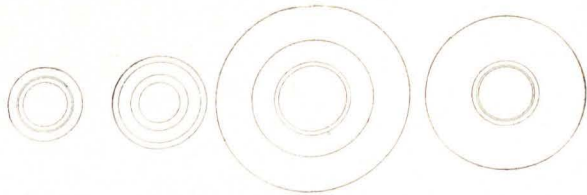


Fig. 25. Die Brauchbarkeit der verschiedenen Meßapparate nach den vier Vp. beurteilt. (Die Kreisgruppen sind von links nach rechts, die einzelnen Kreise von innen nach außen zu betrachten)

1. Kreisgruppe Vp. A:
1. Kreis: Meßapparat: 3 Radius = 2,585
 2. Kreis: Meßapparat: 1a Radius = 2,706
 3. Kreis: Meßapparat: 2b Radius = 2,764
 4. Kreis: Meßapparat: 2a Radius = 2,985
2. Kreisgruppe Vp. F:
1. Kreis: Meßapparat: 3 Radius = 2,533
 2. Kreis: Meßapparat: 2b Radius = 2,764
 3. Kreis: Meßapparat: 2a Radius = 3,091
 4. Kreis: Meßapparat: 1a Radius = 3,241
3. Kreisgruppe Vp. L:
1. Kreis: Meßapparat: 2b Radius = 2,876
 2. Kreis: Meßapparat: 3 Radius = 2,985
 3. Kreis: Meßapparat: 1a Radius = 3,568
 4. Kreis: Meßapparat: 2a Radius = 4,513
4. Kreisgruppe Vp. N:
1. Kreis: Meßapparat: 3 Radius = 2,706
 2. Kreis: Meßapparat: 2b Radius = 2,764
 3. Kreis: Meßapparat: 2a Radius = 2,876
 4. Kreis: Meßapparat: 1a Radius = 4,068

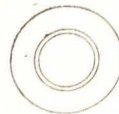


Fig. 26. Die Brauchbarkeit der vier Meßapparate nach den durchschnittlichen Arbeitsleistungen der vier Vp. A, F, L und N beurteilt (von innen nach außen)

1. Kreis: Meßapparat: 3 Radius: 2,706
2. Kreis: Meßapparat: 2b Radius: 2,821
3. Kreis: Meßapparat: 1a; 2a Radius: 3,432

rechnet und alsdann zu Radien umgewertet. Durch die räumliche Darstellung der verschiedenen Leistungen in Kreisen sollte erstens die Brauchbarkeit der Apparate nach jeder einzelnen Person, zweitens, nach dem, was insgesamt auf jedem einzelnen geleistet war, beurteilt werden (vgl. Tabellen S. 240—241 und Fig. 25—26). (Es

sind hier nur die vier Personen: A, F, N und L berücksichtigt worden, die auf allen Apparaten gearbeitet haben.) Merkwürdig ist es, daß in beiden Fällen nicht, wie es die Kurvenbilder geben, 2b, sondern 3 als die zuverlässigere Meßvorrichtung erscheint. In der Darbietung der Einzelkreise ist nach L allerdings 2b der bessere; da aber L in seinen sonstigen Auswertungen nur recht Mittelmäßiges leistet und hier drei Resultate gegen eines stehen, ist wohl dieses Ergebnis nicht weiter beachtenswert. Die Stellung der übrigen Meß-Apparate 1a und 2a zueinander ist bei F und N übereinstimmend; A und L haben jeder ihre eigene Aufstellung. In dem Gesamtüberblick, dem Einheitskreis aller Kurven, findet sich insofern noch eine andere Anordnung, als 1a und 2a als gleichwertig betrachtet werden.

b) verschiedene Personen

Die Auswertungen der zweiten Versuchsreihe 10820—10920 waren von den Vp. einige Wochen später ausgeführt worden. Jedoch hat keiner die Zwischenzeit benutzt, einige Übungen im Messen vorzunehmen. Wenn also E. L. u. a. bei dieser zweiten Prüfung unvergleichlich bessere Ergebnisse erzielten, so müssen irgendwelche besonderen Umstände im ersteren oder letzteren Falle ausschlaggebend gewesen sein (vgl. 1. Versuchsreihe 1320 bis 1487, Fig. 18).

aa) beurteilt nach der graphischen Darstellung

(vgl. Fig. 27, S. 56)

Die Kurven von A, F und N zeigen in ihrer Gesamtheit bei allen Meßvorrichtungen eine fast völlige Übereinstimmung in der Bewegung des Kurvenverlaufs und in ihren Werten. Nur geringe Unterschiede sind zu verzeichnen. Während A's Kurven sich durch völlige Gleichförmigkeit kennzeichnen, findet sich bei F in 1a eine vereinzelte größere Schwankung; in 2a im allgemeinen ein etwas unruhiges Bild ohne nennenswerte Fehlererscheinungen. Unter den Darbietungen N's, von denen sich drei durch besondere Gleichmäßigkeit hervorheben, fällt die erste von 1a durch ihre Ungleichmäßigkeit, bedingt durch große Einzelschwankungen, auf. Sie ist durchaus nicht mit den sonstigen Auswertungen N's zu vereinigen. M. W. waren an der Vp. zur Zeit dieser Messung keine besonderen physiologischen oder psychologischen Erscheinungen wahrzunehmen. Die vierte Vp. L. die gleichfalls auf allen Apparaten gearbeitet hat, zeigt auf den verschiedenen Meßvorrichtungen recht verschiedene Leistungen. Am ungünstigsten erscheint ihre Arbeitsleistung nach den Auswertungen auf 2a. Um einiges besser sind sie nach 1a. Die früheren Ausmessungen (1320—1487) auf 1a stehen gegen letztere

zurück. Die Arbeiten auf 2b und 3 sind regelmäßiger und unterscheiden sich nur wenig von denen der erstgenannten Vp.

Von den übrigen Vp. sind nur je zwei Ausmessungen auf zwei verschiedenen Apparaten vorhanden. Davon haben M, H und

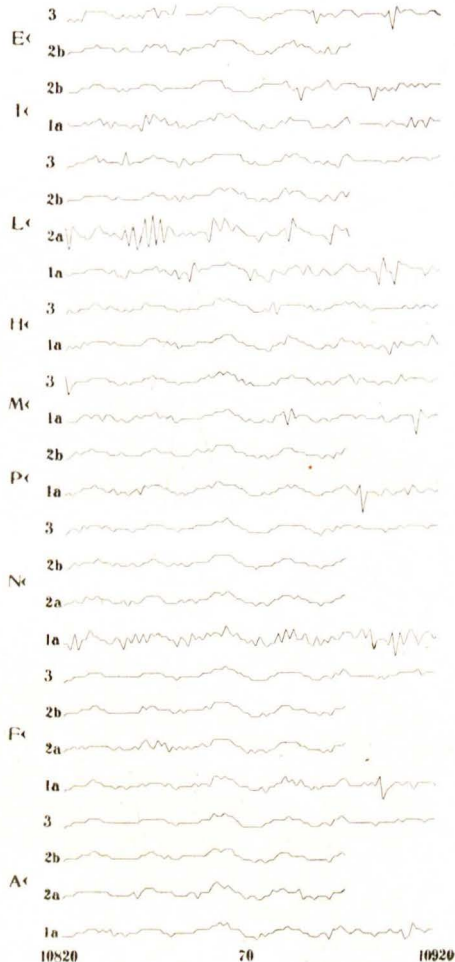


Fig. 27. Vgl. Fig. 23

(Anordnung der Kurven in dieser Fig. nach den Personen)

I auf 1a und 3, P auf 1a und 2b und E auf 2b und 3 gearbeitet. Die Leistungen P's sind bis auf einen bedeutenderen Meßfehler durchaus den Kurven A, F und N zur Seite zu stellen. Ebenso sind die Auswertungen von M, I und besonders von E gegen

ihre früheren im großen und ganzen gleichmäßiger geworden, abgesehen von vereinzelt bemerkenswerten Schwankungen. —

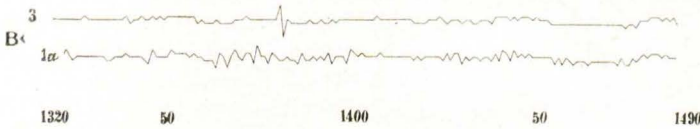


Fig. 28. Schwingungsreihe 1320—1487 von der Vp. B auf Meßapparat 3 ausgewertet (Meßapparat 1a dient zum Vergleich)

Fig. 28 ist die graphische Darbietung, S. 233 die Berechnung einer zweiten Auswertung der Schwingungsreihe 1320—1487 durch die Vp. B und zwar auf dem Meßtisch von DIEL. Abgesehen von der einen größeren Fehlmessung zeichnet sich die Kurve der anderen von 1a gegenüber durch besondere Gleichmäßigkeit aus. Allerdings ist hier erwähnenswert, daß B die Messung auf 3 bei frischer Arbeitskraft vorgenommen (vgl. dagegen die Übersichtstabelle). Möglicherweise aber ist die bessere Leistung auf 3 durch den Apparat bedingt, der nach den bisherigen Berechnungen und Auswertungen als recht zuverlässig erschien. In den Schwankungskurven Fig. 29 zeigt sich gleichfalls der bedeutende Unterschied zwischen den beiden Kurven.

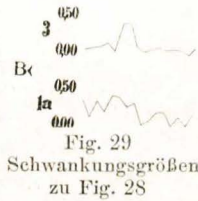


Fig. 29 Schwankungsgrößen zu Fig. 28

bb) beurteilt nach den Schwankungsgrößen (vgl. S. 234—238; Fig. 24, S. 53)

Die Zufälligkeitsskurven gelten erfahrungsgemäß als der Ausdruck der persönlichen Leistung. In der Abhandlung über die Meßapparate S. 53 sind sie zur Beurteilung der Instrumente benutzt worden, und m. E. ist diese Ausnutzung auf Grund der gemachten Feststellungen im gewissen Sinne berechtigt. *Meinerseits kann ich mich nicht des Eindrucks entziehen, daß in diesen Schwankungskurven der Apparatscharakter viel stärker hervortrete als die Persönlichkeit des Messenden.* Denn während die vier Längsreihen, die Apparatsreihen, untereinander verglichen, recht erhebliche Unterschiede aufweisen, sind in den Querreihen, sämtliche Kurven jeder einzelnen als ein Ganzes betrachtet, die Gegensätze zwischen den Vp. nicht so sehr ausgeprägt. Die Kurven A, F, N stimmen im großen und ganzen in der Bewegung, in ihrer Schwankungszone- und -größe, besonders bei den Apparaten 2a, 2b und 3, überein. Sie alle haben den Ausdruck einer ziemlichen Gleichförmigkeit, und das, was die Zufälligkeitsswerte dieser Personen auf einem Apparat voneinander unterscheidet, ist

m. E. nicht so bedeutungsvoll, um die Person zu charakterisieren. Von den übrigen Vp. sind z. B. auch die Darstellungen M und H von Apparat 3, E, L und P von 2b und H und M von 1a in ihrer Gesamtheit untereinander und selbst denen der vorhergenannten Vp. vergleichbar. Allerdings sind die Kurven von A durch recht ausgesprochene Gleichmäßigkeit gekennzeichnet, die bei dieser Vp. zweifellos durch den Übungsfaktor bestimmt ist. Bei F und N ist diese Regelmäßigkeit wahrscheinlich auf gute physiologisch-psychologische Anlagen zurückzuführen, da ihnen die Übung im Messen fehlt (vgl. die Übersichtstabelle). Die Kurven der

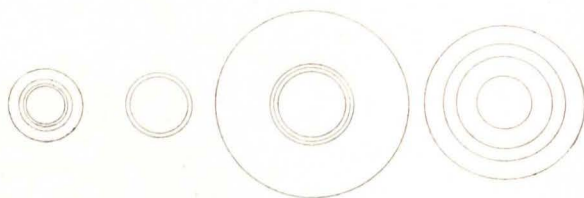


Fig. 30. Die Leistungsfähigkeit der vier Vp. A, F, L, N nach den einzelnen Meßapparaten beurteilt
(Die Kreisgruppen sind von links nach rechts, die einzelnen Kreise von innen nach außen zu betrachten)

1. Kreisgruppe: Meßapparat 1a:
 1. Kreis: Vp. A Radius = **2,706**
 2. Kreis: Vp. F Radius = **3,241**
 3. Kreis: Vp. L Radius = **3,568**
 4. Kreis: Vp. N Radius = **4,068**
2. Kreisgruppe: Meßapparat 2a:
 1. Kreis: Vp. N Radius = **2,876**
 2. Kreis: Vp. A Radius = **2,985**
 3. Kreis: Vp. F Radius = **3,091**
 4. Kreis: Vp. L Radius = **4,513**
3. Kreisgruppe: Meßapparat 2b
 1. Kreis: Vp. A, F, N Radius = **2,764**
 2. Kreis: Vp. L Radius = **2,876**
4. Kreisgruppe: Meßapparat 3
 1. Kreis: Vp. F Radius = **2,533**
 2. Kreis: Vp. A Radius = **2,585**
 3. Kreis: Vp. N Radius = **2,706**
 4. Kreis: Vp. L Radius = **2,985**

übrigen Vp. haben durchschnittlich bis auf die erwähnten Ausnahmen recht sprunghaften Charakter, der entweder durch die ungeschickte Handhabung der Meßvorrichtung durch den Anfänger, oder die physiologisch-psychologische Minderwertigkeit bewirkt wird.

Die Tabellen S. 239, 240 u. 242 geben wieder eine Berechnung von mittleren Schwankungsgrößen und eine Umwertung in Radien. Fig. 30 und 31, S. 58 und 59 sind die räumlichen Darstellungen der persönlichen Leistung: einmal im einzelnen, nach jedem Apparat gruppiert, und einmal als Schlußergebnis

alles dessen, was jede der vier Personen insgesamt auf allen Vorrichtungen geleistet hat, in einem konzentrischen Einheitskreis vereinigt (auch hier sind nur A, F, N und L berücksichtigt). In dem ersten Fall zeigt sich eine Mannigfaltigkeit in der Anordnung nach ihren Arbeitsleistungen, wie sie noch stets in all den Untersuchungen zu finden war, in denen eine Reihe von Faktoren in wechselreicher Zusammenstellung verbunden waren. Bemerkenswert ist, daß A durchaus nicht immer die beste Leistung darbietet. Allerdings in der Darstellung der Durchschnittsleistung steht A wieder oben an. In diesem Punkte zeigt sich die Überlegenheit A's den anderen Vp. gegenüber. Eine Reihe von ihnen, F, N, D und P, haben bewiesen, daß ihnen vorzügliche Anlagen gegeben sind, die wohl ermöglichten, gute Einzelleistungen zu

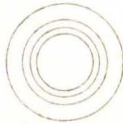


Fig. 31. Durchschnittliche Arbeitsleistung der vier Vp. A, F, L und N auf der gesamten Meßapparatur

(von innen nach außen)

1. Kreis: Vp. A Radius = **2,764**
2. Kreis: Vp. F Radius = **2,932**
3. Kreis: Vp. N Radius = **3,141**
4. Kreis: Vp. L Radius = **3,568**

bieten. Aber es waren nur vereinzelt Leistungen, bei dem einen einige mehr, bei dem anderen einige weniger. Demgegenüber waren A's Ausführungen in der Gesamtheit recht gut. Überall zeigte sich ein gleichförmiger Kurvenverlauf; fast stets bewegten sich die Auswertungen in denselben Schwankungsgebieten. In A's Messungen fehlen fast ausschließlich bedeutende Differenzen zwischen Maxima und Minima. Diese durchgehende Gleichmäßigkeit ist zweifellos der Ausdruck des Übungsfaktors; während die Leistungen der Ungeübten sehr wechselreich, bald gut, bald minderwertig, ihre Kurven bald gleichförmig verlaufend, bald sprunghaft sind. Stete Übung verwischt bis zu einem gewissen Grade wahrscheinlich die Persönlichkeit. Allerdings sind auch da scharfe Grenzen gezogen. In dem Untersuchungsmaterial sind eine Reihe von Beweisen dafür vorhanden (vgl. S. 47 A, C, mit F, N, P).

Sichere Hand, gutes Auge, peinliche Genauigkeit sind vorzügliche Zugaben zur Übung, und es ist gewiß, daß Vp. wie F und N nach längerer Übung einmal Besseres als A leisten würden.

7. Ausmessungen zu verschiedenen Zeiten

A) Ein und dieselbe Schwingungsreihe 15 400—5 000 28 mal von derselben Person (A) auf demselben Apparat (2b) ausgewertet

a) beurteilt nach der graphischen Darstellung

(s. Tabellen S. 243—256)

In nachfolgendem Versuch sollte untersucht werden, wie weit der Übungsfaktor Bedeutung gewinnen kann. Allerdings muß

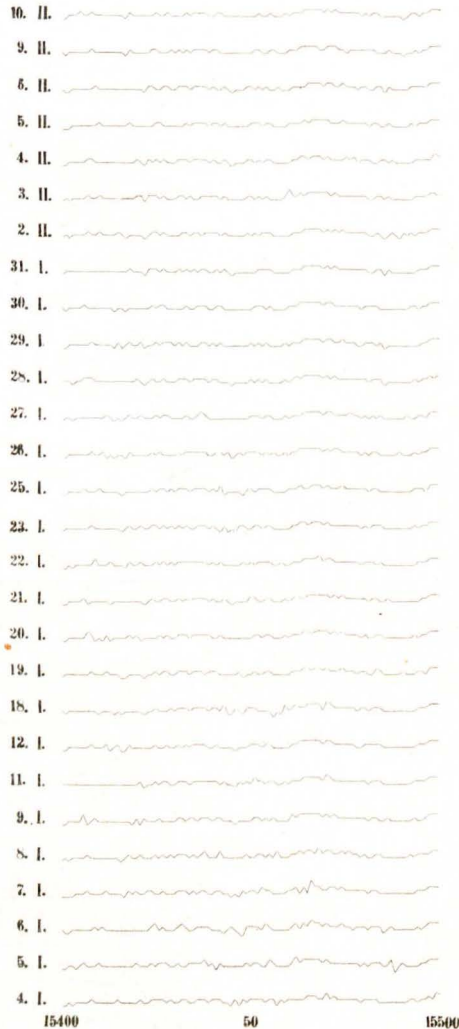


Fig. 32. Schwingungsreihe 15 400—15 500 von A auf Meßapparat 2b an 28 verschiedenen Tagen ausgewertet

ich jetzt bei der Bearbeitung eingestehen, von vornherein einen verfehlten Versuch gemacht zu haben; da diese Übung von A, also von einer geübten und nicht von einer ungeübten Vp. ausgeführt ward. Im letzteren Falle hätte der Übungsfaktor wahrscheinlich besser beurteilt werden können. Wie es die Fig. 32 auf S. 60 zeigt, ist die Ausmessung in 28 Malen, jedoch nicht Tag auf Tag, erfolgt, sondern es ist hier und da eine Unterbrechung eingetreten. Die Auswertung wurde stets am Morgen mit frischer Arbeitskraft ausgeführt. Zunächst in einem Gesamtüberblick erscheinen die Ausführungen wieder in der für A's Kurven charakteristischen, durchschnittlichen Gleichförmigkeit. Im einzelnen aber treten merkliche Unterschiede zutage, z. B. die Strecke der ersten zwanzig Schwingungen zeigt ein recht mannigfaltiges Bild.

Am 11. und 31. I. ist die Kurve von auffalldem Gleichmaß, am 23. I., 5. II., 6. II. und 9. II. steht sie nur um weniges nach. Am 9. I., 20. I., 26. I. und 27. I. sind dieselben Schwingungen recht schwankend wiedergegeben. Solche Änderungen treten häufig auf, scheinen aber auf den allgemeinen Charakter keinen bedeutenden Einfluß zu haben. Durchschnittlich ist zum Ende dieser Übung hin eine sichtbare Besserung in der Leistung eingetreten. Größere gleichwertige Strecken sind etwas häufiger vorhanden. *Die Übung scheint sich geltend zu machen, d. h. bei dieser geübten Vp. läuft es wohl nur auf ein Vertrautwerden mit den auszuwertenden Registrierungen hinaus. Im allgemeinen ist A wohl an die Grenze ihrer Übungsmöglichkeit gekommen, denn nach so großer Übung hätten sich andere Fortschritte bemerkbar machen müssen. Die persönlichen Anlagen haben somit dem Übungsfaktor die Grenzen gesetzt.*

b) beurteilt nach den Schwankungsgrößen

(vgl. Tabellen S. 257—263, Fig. 33—34, S. 62)

Die Zufälligkeitskurven treten in recht mannigfaltiger Form auf, bald in gleichmäßiger, bald in sprunghafter Bewegung. Durch besonders regelmäßig ansteigenden Verlauf sind gekennzeichnet:

Zufälligkeitskurve	gehört zur Darstellung der Einzelwerte vom	mittlerer Schwankungswert
7	11. I.	0,16 mm
10	19. I.	17 "
11	20. I.	18 "
12	21. I.	17 "
13	22. I.	17 "
19	29. I.	16 "
20	30. I.	14 "
25	5. II.	14 "
27	9. II.	14 "
28	10. II.	15 "

Die übrigen zeigen mehr oder weniger schroffe Gegensätze in ihren Schwankungsgrößen. Die Kurven haben im allgemeinen ein gewisses gleichmäßiges Gepräge. Der einzelne Schwankungswert bewegt sich zwischen 0,05—0,30 mm; die Mittel-

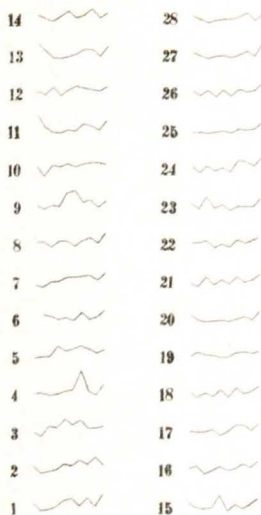


Fig. 33. Schwankungsgrößenkurven zu Fig. 32
Die laufenden Nummern geben die Reihenfolge der Ausmessungstage

werte (s. die Tabellen S. 257—253) von 0,20 auf 0,17 mm, alsdann von 0,17 auf 0,14 mm. Es tritt also tatsächlich eine größere Sicherheit im Messen ein. Sämtliche Kurven haben eine steigende Bewegung; die Differenzen werden also größer bis zum Ende der Auswertung hin. Da dies ein allgemeiner Zug aller Kurven ist, ist dieses m. E. eine Charakteristik der Apparatur, entweder

0.50

0.00

Fig. 34. Mittlere Schwankungsgrößen zu Fig. 33
($\frac{1}{3}$ natürlicher Größe)

der Aufnahme- oder Auswertungsvorrichtung. Es sei denn diese Steigung als Ermüdungsfaktor aufzufassen. Allerdings fragt es sich, ob dieser in sämtlichen Kurven in so gleicher Weise in Erscheinung treten würde? Diese Frage kann nur durch den Psychologen beantwortet werden. Die S. 257—263 errechneten mittleren Schwankungswerte sind in Fig. 34 als Kurve

wiedergegeben. Von 0,20 fällt der Mittelwert auf 0,14 mm. Diese Abnahme der Differenzengrößen spricht für eine Zunahme der Sicherheit im Auswerten.

B) Auswertung der Schwingungsreihe 11100—11200

1) an 4 Tagen zu vier, 2) an 2 Tagen zu sechs verschiedenen Tagesstunden ausgewertet (vgl. die Tabellen S. 264—265, 267—269; Fig. 35)

a) beurteilt nach der graphischen Darstellung

Die beiden letzten Versuche aus der gesamten Untersuchungsreihe beziehen sich mehr auf psychologische Fragen. Auch hier muß ich mich allein auf Feststellung von Tatsachen beschränken, ohne näher auf die Ursachen eingehen zu können.

Fig. 35, die erste Abteilung mit vier Kurven, kommt hier zunächst in Betracht. Die erste unter diesen vieren war in der Morgenstunde bei völlig frischer Arbeitskraft ausgewertet. Die

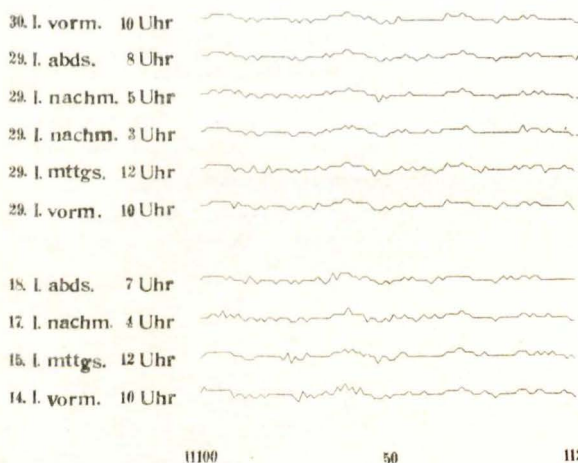


Fig. 35. Schwingungsreihe: 11100—11200 von A auf Meßp. 2b einmal an 4 verschiedenen Tagen zu vier verschiedenen Tagesstunden und einmal an 2 verschiedenen Tagen zu sechs verschiedenen Tagesstunden ausgewertet

des zweiten Tages, um 12 Uhr gemessen, entstand, nachdem eine Reihe von Laboratoriumsarbeiten, Kymographionaufnahmen, andere Ausmessungen u. dgl. erledigt waren. Die dritte Auswertung, vom Nachmittag des dritten Tages, wurde nach der Mittagspause gemacht. Die letzte Messung erfolgte gegen Abend des vierten Tages, nachdem alle anderen Arbeiten erledigt waren. Die einzelne Messung nimmt ca. eine Viertelstunde in Anspruch. Die Gruppe II erfolgte unter denselben Umständen, doch wurde am ersten Tage eine Messung eingefügt, und daher die Zeiten

etwas verschoben. Zwischen der zweiten und dritten Messung lag eine so kurze Mittagspause, daß von einem Ausruhen nicht die Rede sein konnte. Dafür wurde vor fünf Uhr noch eine Ruhepause eingeschoben. Irgendwelche bedeutende Unterschiede sind in den 10 Kurven nicht zu verzeichnen, nur hier und da anscheinend geringfügige Abweichungen. Vereinzelt finden sich in der einzelnen Kurve unregelmäßigere Strecken vor, als in der anderen. Gruppe I macht im großen und ganzen einen unregelmäßigeren Eindruck als II, bei der die gesamten Kurven ziemlich übereinstimmen, und nicht nur im allgemeinen Verlauf, sondern auch in den einzelnen Schwankungen. Diese Tatsache hat für diese Experimente keine besondere Bedeutung, da für diese das Verhalten der einzelnen Darstellungen ein und derselben Gruppe in Betracht zu ziehen ist. In Gruppe I ist die erste und die zweite Kurve in der Morgenstunde und die am Mittag gemessene zum Teil recht unregelmäßig, und sie erscheinen dadurch ungleichmäßiger als alle übrigen. Kurve 6 der zweiten Gruppe, die in der Morgenstunde gemessene, erscheint als beste, Kurve 5 derselben Gruppe, um 8 Uhr abends des vorangehenden Tages ausgewertet, steht ihr kaum an Gleichmäßigkeit nach.

b) beurteilt nach den Schwankungsgrößen
(vgl. die Tabellen S. 266 u. 270; Fig. 36)

M. E. ist auch den Zufälligkeitskurven vom psychologischen Standpunkte aus nichts besonderes zu entnehmen. Die vier Darstellungen der ersten Gruppe bewegen sich durchgehends

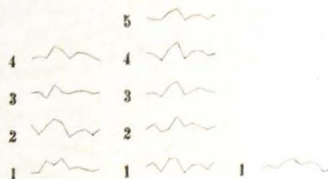


Fig. 36. Schwankungsgrößenkurven zu Fig. 35

Kurven 1—4 links entsprechen der ersten (unteren) Kurvengruppe von Fig. 35. Die übrigen Kurven entsprechen der zweiten (oberen) Kurvengruppe von Fig. 35

innerhalb der Schwankungszone 0,1—0,3 mm, die zwar von der zweiten Auswertung in einem Punkte überschritten wird.

Diese letztere zeigt die lebhafteste Bewegung. Kurve 3, gegen 4 Uhr nach der Mittagspause ausgewertet, ist zunächst ziemlich bewegt, verharrt alsdann vom fünften Wert an gleichmäßig innerhalb 0,15—0,20 mm. Einen ähnlichen Charakter hat auch die erste Ausmessung, nur daß hier die Gleichmäßigkeit erst bei dem 6. Punkte beginnt.

In Kurve 4 ist nur dem Ende zu Gleichmaß vorhanden. Im allgemeinen ist also viel Gleichartiges in der ersten Gruppe zu

finden, z. B. liegt in dreien der Kurven das Maximum an vierter Stelle, an fünfter beginnt für sie der Abfall. Welche Bedeutung die anscheinend unerheblichen Differenzen haben, kann auch hier nur wieder der Psychologe entscheiden.

Für Gruppe II kommen dieselben Schwankungszonen, dieselben teils sprunghaften, teils gleichmäßigen Bewegungen, in Betracht. I gegenüber ist nur insofern ein Unterschied vorhanden, als das Maximum erst an fünfter Stelle liegt und erst an sechster der Abstieg eintritt. Bemerkenswert ist vielleicht der Umstand, daß in Gruppe I bei drei Darstellungen, die erste ausgeschlossen, stets dem Maximum ein etwas kleinerer Gipfel folgt; in Gruppe II bei vieren, eins und zwei ausgenommen, dagegen dieser kleine Wert vorangeht. Diese eigentümlichen Unterschiede bestehen nun aber zwischen den beiden Gruppen und nicht innerhalb der Gruppen zwischen den Einzelmessungen, so daß in ihnen m. E. die in der Voraussetzung vorhandenen psychischen Differenzen keinen Ausdruck finden. Die aus den Schwankungswerten errechneten Mittelwerte sind folgende:

Gruppe	Tag	Tagesstunde	Wert in mm
I	1	10 Uhr morgens	0,19
I	2	12 „ mittags	0,20
I	3	4 „ nachm. nach einer Ruhepause	0,18
I	4	7 „ abends	0,18
II	1	10 Uhr morgens	0,18 mm
II	„	12 „ mittags	0,20
II	„	3 „ nachm. nach einer kurzen Mittagspause	0,17
II	„	5 „ „ nach einer Ruhepause	0,18
II	„	8 „ abends	0,17
II	2	10 „ morgens	0,18

Die Mittelwerte geben auch recht ungenügende Auskunft. Allerdings ist sowohl in Gruppe I wie in II in der Mittagsstunde gegen die Morgenstunde eine Zunahme der durchschnittlichen Schwankungsgröße, somit wahrscheinlich eine Abnahme in der Sicherheit der Messungen zu verzeichnen. In I ist alsdann nach der Ruhepause eine Besserung vorhanden, die aber auch für die Abendstunde vorhält. In II tritt nach der kurzen Mittagspause, die nur als eine Unterbrechung der Arbeit, nicht als Ruhepause ausgenutzt ward, eine merkliche Verminderung der unsicheren Messungen ein. Jedoch nach der wirklichen Ruhepause ist wieder ein höherer Wert vorhanden, der sich am Abend nach dreistündiger Arbeit dagegen vermindert. Der zweite Tag in der Morgenstunde beginnt alsdann mit einem höheren Wert. Relativ sind in beiden Fällen die Werte der Morgenstunde höher als die der Nachmittags- und Abendstunden. Diese Feststellung deckt sich mit der Wahrnehmung, daß A in allgemeinen gegen Nachmittag, oft erst gegen Abend am besten arbeiten kann.

8. Über Messfehler und ihre Ausgleichung

In den Experimenten über die Leistungsfähigkeit von Messpersonen sind, vor allem bei minderwertigen Leistungen, eine Reihe von größeren Einzelschwankungen in ganz charakteristischer Form vorhanden. Wie erinnerlich zeichnen sich A's Kurven unter diesen Stichproben durch das Fehlen solcher auffallenden Erscheinungen aus. Jedoch in dem Gesamtmaterial vom ZIMMERMANN'schen Kymographion sind solche Schwankungen vorhanden. Über einige solche Einzelschwankungen ist schon auf S. 22 gesprochen (vgl. Fig. 4, S. 22). Nebenstehende Fig. stellt auch größere Einzelschwankungen dar, die aber in anderer Gestalt auftreten. Während die erstgenannten sich durchgehends innerhalb des allgemeinen Schwankungsgebietes bis zu $\pm \frac{2}{10}$ mm halten und nur selten darüber hinausgehen, wird dieses Maß von der neuen Fehlererscheinung (vgl. Fig. 18, sowie Auswertungen der verschiedenen Personen S. 51) weit überschritten. Plus- und Minus- $\frac{1}{10}$ mm-Schwankung in einer Schwingung vereinigt, sind keine seltenen Erscheinungen. Auffallend ist ihre Gestalt. Die Fehlererscheinungen in Fig. 4, S. 22 treten entweder nur als Plus- oder nur als Minusgröße auf; die nebenstehenden ver einigen häufig beides miteinander. (Z. B. Schwingung 7730—33 zeigt es uns). Auf die Mittellinie 2,8 folgt eine Millimetergröße von 3,0; alsdann von 2,6 mm, um schließlich wieder auf denselben mittleren Wert von 2,8 zurückzukehren.

M. E. sind diese Einzelercheinungen Messfehler. Sie treten im allgemeinen vereinzelt auf (vgl. S. 51 u. 56, Fig. 23 u. 27, Kurven 10 820—920 oder S. 47, Fig. 18, Kurven 1320—1487). Sie sind zu meist in den Kurven ungeübter Vp. vorhanden. Im anderen Falle sind sie wohl auf physiologische oder psychologische Faktoren zurückzuführen (vgl. S. 47 L, B, K und E). Die Vereinigung von Plus- und Minusgrößen in diesen angeblichen Messfehlern ist wahrscheinlich damit zu begründen, daß einem Zuviel bzw. Zuwenig beim Auswerten unbedingt zum Ausgleich das entgegengesetzte Maß folgen muß; während dort, wo es sich um konstante Apparatsfehler handelt, in der Kurve eine konstante Plus- oder Minusgröße in periodischer Form auftritt, die in keiner Weise

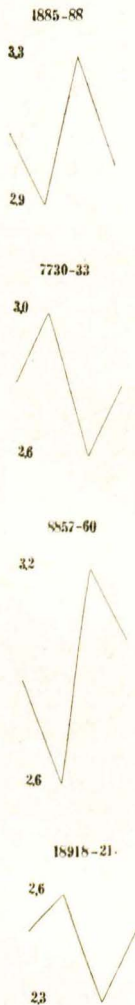


Fig. 37. Meßfehler
(Dem Gesamtmaterial des ZIMMERMANN'schen Kymographions entnommen)

durch den ihr nachfolgenden Minus- bzw. Pluswert ausgeglichen wird. Es ist gewiß, daß Messfehler auch in anderer Art, nicht so ausgeprägt und nachweisbar vorkommen. Den besten Beweis liefern die gesamten Auswertungen von den Messpersonen auf den verschiedenen Messvorrichtungen. Die wenigen Ausmessungen, die, wie z. B. die von A und F (S. 51, Fig. 23 unter Messapparat 3 von Schwingung 10 820—860) bis in die geringste Schwankung hinein vollständig übereinstimmen, sind zu zählen. Selbst die beim ersten Überblick überraschend übereinstimmenden Auswertungen 10 820—920 auf den Messvorrichtungen 3 und 2b zeigen, daß verschiedene Personen, sogar von Schwingung zu Schwingung, recht verschiedene Werte ausmessen (vgl. Tabellen S. 222—232). Und zwar ist das nicht nur bei schlechten, sondern auch bei guten Leistungen der Fall. Manchmal glaubt man, einen Anhaltspunkt gefunden zu haben; wenn nämlich Auswertungen von zwei verschiedenen Personen übereinstimmen. Schwierig aber wird der Fall, wenn eine Vp. innerhalb einer Schwingungsreihe gleichwertige Größen ausmisst, zwei andere Vp. dagegen dasselbe Stück übereinstimmend schwankend gemessen haben. S. 51, Fig. 23 unter 2b sind Schwingung 10 821—32 von A und F als treppenförmiger Aufstieg unter den gleichen Schwankungsverhältnissen ausgemessen worden; L dagegen hat dieselbe Schwingungsreihe viel regelmäßiger ausgewertet. Oder auf derselben Figur unter 3 A, F und I geben für 10 918—20: 2,9 mm als Maß, N, M und H 2,8 und 2,9 mm. Ferner: Vp. A—H zeigen von 10 860—70 durchgehendst Pyramidenform mit dem Höchstwert 3,1 mm; L's Aufzeichnungen endigen in 3,0 mm in einer Reihe gleichwertiger Größen. Die hier und da in den Kurven vorhandenen geradlinig verlaufenden Strecken sind selten aus gleichen Einzelwerten hervorgegangen. Diese lagen nur in einer Schwankungszone von $\pm \frac{5}{100}$ mm, deren einzelne Größen beim Reduzieren zu einem Wert ausgeglichen werden. Eine absolute Gleichheit besteht somit in keiner dieser Ausmessungen. Eine ziemliche Übereinstimmung der Kurven unter 3 in ihrem allgemeinen Verlaufe, in ihren Schwankungsgebieten und dgl. berechtigten ohne weiteres, große Fehler wie S. 66, Fig. 37 in einzelnen und S. 47, Fig. 18 in den Kurven angegeben, auszugleichen. Wo aber setzt für die anderen Fehlmessungen die Ausgleichung ein? Diese Frage kann nach diesen Ausführungen nicht beantwortet werden.

In gewissem Sinne sind Mittelwertberechnungen und Reduktionen der Einzelwerte auch Ausgleichungen, die insofern statthalt sind, als jene uns über die allgemeine Sachlage orientieren sollen. Erfahrungsgemäß führen uns solche Korrekturen der Wahrheit recht nahe (vgl. LANGENDORFF¹⁰, S. 4). Aber da, wo eine feinere Charakteristik erforderlich ist, muß man sich an die Original-

messungen halten (vgl. S. 48, Übersichtstabelle von den verschiedenen Vp. unter C und E).

9. Die graphische Darstellung

Wie S. 11 bemerkt, war die Bewältigung des ganzen Materials, nur in der graphischen Darstellung möglich. Und zwar wie des weiteren hingewiesen, bedingte das umfangreiche Material eine Reduzierung der Einzelwerte auf 10tel mm. Wären in der Arbeit nicht allein 10tel mm, sondern auch die 100stel zur Darstellung gelangt, so hätten der Deutlichkeit halber $\frac{1}{10}$ mm in der Einheit von 10 mm dargeboten werden müssen und zwar sowohl in der Ordinate als auch in der Abszisse. Das vorhandene Material wäre dann zu einem doppelten Quantum an graphischen Bildern angewachsen und unübersichtlich geworden. Hätte man

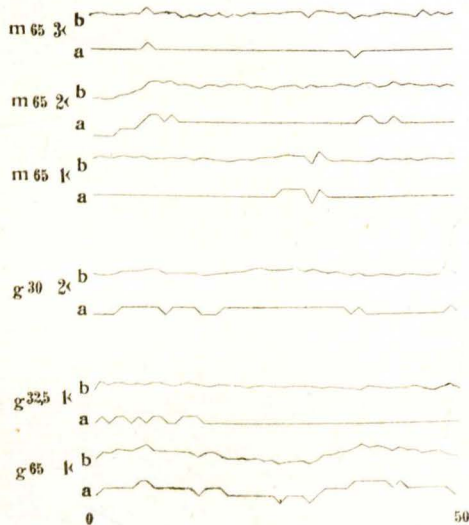


Fig. 38 Graphische Darstellung von Einzelwerten a mit ihren auf $\frac{1}{10}$ mm reduzierten Bruchteilen b mit ihren unveränderten $\frac{1}{100}$ mm Bruchteilen (1; 2; 3 beziehen sich auf die drei bekannten Tonerreger; g 65; g 32,5; g 30; m 65 auf die verschiedenen Apparatsgeschwindigkeiten)

dagegen nur die Ordinate auf die Einheit von 10 mm gestellt, so wären die Kurven zu eng geworden. Es hätten sich viele Zacken gebildet, und die Kurven wären unklar erschienen.

In Fig. 38 ist eine Stichprobe über eine Darbietung von Einzelwerten mit Bruchteilen bis $\frac{1}{100}$ mm, einer auf $\frac{1}{10}$ mm reduzierten gegenübergestellt. Die exaktere Wiedergabe der Auswertungen unter b fällt sofort ins Auge. Während die verschiedenen Kurven unter a über größere Strecken hinaus völlige Regelmäßigkeit

wiederspiegeln, ist in der Kurve b an keiner Stelle eine Gleichmäßigkeit zu bemerken. Die in b vorhandenen Unregelmäßigkeiten treten allerdings nicht in der schroffen Form auf, wie sie sich in a finden. Es ist im ganzen mehr ein Hinübergleiten von einer Größenzone in die andere. Schon im vorigen Absatz S. 67 ist über reduzierte Werte vermerkt, daß sie sich zur Angabe der allgemeinen Sachlage eignen, die feineren Charakteristiken aber beeinträchtigen.

V. Zusammenfassung

A) Resultatzusammenstellung

1. Nach den Phasen der Untersuchungstechnik werden die Fehlermöglichkeiten durch die Aufnahme-, Auswertungs- und Darstellungstechnik bedingt.
2. Die verschiedenen Faktoren der Aufnahmetechnik sind die Aufnahmeapparate in ihren verschiedenen Geschwindigkeitsphasen und die Chronographen, in unserem Falle Tonerreger.
3. Unter den Aufnahmeapparaten wurden zwei Federmotore: ZIMMERMANN'sches Kymographion und Grammophon-Uhrwerk, zwei Elektromotore: ein 2-Volt- und ein 110-Voltmotor, und ein Gewichtsmotor: Das fallende Gewicht des LIORETgraphen, auf ihre Leistungsfähigkeit hin untersucht.
4. Der weitaus größte Teil der Bearbeitung bezieht sich auf das ZIMMERMANN'sche Kymographion, Modell 358 (auf keines der anderen aus der ZIMMERMANN'schen Fabrik), das seit 1912 im Phonetischen Laboratorium im Gebrauch ist.
5. Von der ca. 3' 28" großen Bewegungsdauer des auf g 65 eingestellten Apparates entfallen ca. 2" auf die Anfangsgeschwindigkeit; 2' ($\frac{3}{5}$ des ganzen Verlaufs) auf den allein brauchbaren Teil der Motorbewegung, auf die Normalgeschwindigkeit; 1' 18" (die beiden letzten Fünftel) auf die allmählich eintretende Endgeschwindigkeit.
6. Auf g 65 montiert, hat der Apparat nach dem Tourenzählen eine 30 cm Mantelgeschwindigkeit per Sekunde (1 Tour $1\frac{2}{3}$ " ; Trommelumfang 500 mm (genauer 498 mm). Jede Stimmgabelregistrierung also nach dieser Berechnung 3 mm.
7. Nach der graphischen Darstellung und den Mittelwertberechnungen der Einzelwerte schwankt die Abszissenlänge der Registrierungen bei größter Geschwindigkeit zwischen den Werten 3,0 und 2,9 mm, von denen 2,9 mm der durchschnittliche Einheitswert ist.
8. Die allgemeinen Schwankungsgrößen des verwendbaren Teiles sind:
 1. nach den Einzelwerten: $\pm \frac{5}{1000}$ — ca. $\pm \frac{2}{10}$ mm.
 2. nach den Mittelwerten: $\pm \frac{4}{100}$ — $\frac{18}{100}$ mm.

3. nach der graphischen Darstellung: $\pm \frac{1}{10} - \pm \frac{2}{10}$ mm.
(In Ausnahmefällen $\frac{3}{10} - \frac{4}{10}$ mm und mehr.)
4. Der einheitliche Mittelwert: $\pm \frac{7}{100}$ mm.
9. **Aperiodisch** sind die numerischen und graphischen Bestimmungen über die Uhrwerksbewegung.
10. Über die Leistungsfähigkeit der übrigen Motore war nicht ins Klare zu kommen. Solange sich die Bearbeitung der Motore auf einen Tonerreger beschränkte, schien eine Beurteilung selbst nach diesen kurzen Stichproben möglich zu sein. In der Mannigfaltigkeit der Zusammenstellung mit den verschiedenen Tonerregern verlieren diese Ergebnisse ihre Bedeutung. Allein die Beurteilung des **110-Voltmotors** beruht auf einer sicheren Grundlage. Alle Stichproben kennzeichnen ihn als den unregelmäßigsten Antrieb. Die Unmöglichkeit einer sicheren Einschätzung der einzelnen Motorleistungen nach solchen Stichproben fordert eine durchgreifende, gründliche Bearbeitung der verschiedenen Antriebe. Es wäre vielleicht angebracht, jeden neuen Apparat vor seinem Gebrauch in einem Laboratorium mit periodischer Wiederholung, auf diese Weise eichen zu lassen.
11. Als Chronographen kamen in Anwendung:
1. die geeichte Stimmgabel mit Platinkontakt von ZIMMERMANN (100 v. d.).
 2. die geeichte angeschlagene Stimmgabel (100 v. d.),
 3. der BERNSTEIN'sche Federunterbrecher mit Quecksilberkontakt und PFEIL'schem Federsignal (100 v. d.).
12. Auch jede Stimmgabel erfordert eine periodische Eichung. Wie sich bei der unsrigen von 100 v. d. pro Sekunde gezeigt hat, tritt leicht eine Veränderung in ihrer Schwingungszahl ein. Der Fehler, der sich hier laut Eichungsschein auf ca. $\frac{3}{10}$ per 100 v. d. beläuft, ergibt auf jede Schwingung, nach dem Einheitswert 2,9 mm berechnet, 0,0087 oder ca. 0,01 mm Schwankungsfehler. In dieser Untersuchung sich als unbedeutend erweisend, mag er für Tonhöhenbearbeitungen bemerkenswert sein.
- Wie groß der Einfluß der Elektrizität, sei es Platinkontakt oder Quecksilberunterbrechung, sein kann, ist dem aperiodischen Gepräge der Auswertungen nicht zu entnehmen.
13. Nach den Ergebnissen aus den Bearbeitungen über die verschiedenen Geschwindigkeiten wäre der geringeren (**m 65** mittlere Uhrwerks-, große Trommelgeschwindigkeit) ein größeres Gleichmaß in der Motorbewegung zuzuschreiben, wollte man nicht die größere Regelmäßigkeit der besseren Schreibung (spitzere Zacken infolge der zusammengedrängten Registrierung) zugute halten. Scharf gezeichnete Registrierungen

sind zweifellos die wichtigste Vorbedingung einer exakten Auswertung.

14. Für die Bearbeitung der Aufnahmeergebnisse ist eine exakte Auswertung unbedingt erforderlich. Meßvorrichtungen, Meßpersonen und verschiedene Meßzeiten, hier als psychologische Faktoren betrachtet, sind die Fehlerquellen der Auswertungstechnik.
15. Als Meßvorrichtungen kamen in Betracht:
 1. MEYER-SCHNEIDER'scher Tonhöhenmessapparat mit Komparator und Lupe;
 2. derselbe Apparat verändert, mit Mikroskop von ZEISS und konstanter Beleuchtung;
 3. derselbe Apparat wie 2 mit neuer Schlittenführung (zwecks Ausschaltung des toten Ganges);
 4. Meßtisch von DIEL mit Mikroskop von ZEISS.
16. Nach der Bearbeitung erwiesen sich m. E. Mikroskop, konstante Beleuchtung und eine sichere Schlittenführung in Verbindung mit einer exakt gearbeiteten Mikrometerschraube (Ausschaltung des toten Ganges) als vorteilhafte Bestandteile eines guten Meßapparates. Durch dessen Benutzung scheint der Einfluß des persönlichen Faktors ziemlich abgeschwächt zu werden. (Allerdings fragt es sich, ob eine Bearbeitung von Massenaufnahmen mit dem Mikroskop auf längere Dauer nicht zu anstrengend sein wird.)
17. Die Mängel einer schrägen Basis sind nach diesen Untersuchungen erst bei einem Steigungswinkel von ca. 8° beachtenswert. Da im Laboratorium schon Aufnahmen mit viel geringerem Steigungswinkel ($3^{\circ} 3'$; $1^{\circ} 30'$) als unbrauchbar gelten, ist dieser Faktor als Fehlermöglichkeit wohl kaum in Betracht zu ziehen.
18. Der persönliche Faktor ist eine bedenkliche Fehlerquelle in der Auswertungstechnik. Im allgemeinen konnte beobachtet werden, daß bei der Bearbeitung des Materials durch eine geübte Person auf einem guten Apparat die durch die Messperson bedingten Fehlmessungen ziemlich in den Hintergrund treten. Unter solchen Umständen war in den verschiedenen Messungen ein und derselben Schwingungsreihe eine gewisse Gleichförmigkeit in ihrem Kurvenverlauf, ihrem Schwankungsgebiet und ihren Schwankungsverhältnissen zu erlangen.
19. Übung und richtige Ausnutzung physiologisch-psychologischer Vorteile sind Vorbedingungen für exakt wissenschaftliche Auswertungen. Dennoch wäre die Ausführung der Auswertungsarbeiten durch zwei oder mehrere geübte Personen zwecks gegenseitiger Kontrolle eine wichtige Forderung, da nach diesen Stichproben die Antwort auf die Frage: Wer gibt der Kurve

das aperiodische Gepräge, die Person oder der Meßapparat? recht ungenügend ausgefallen ist.

20. Die durch die verschiedenen Fehlerquellen bedingten Meßfehler sind ohne weiteres auf einen Mittelwert zu reduzieren, sobald grobe Einzelschwankungen, in den meisten Fällen persönliche Fehlmessungen, in Betracht kommen. Für die sonstigen Fehlererscheinungen hat sich in diesen Ausführungen kein Maßstab gefunden.
21. Für die Darstellungsform der numerischen Werte in graphischen Kurven sind die Gesichtspunkte, unter denen das Material verarbeitet werden soll, zu beachten. Genügt eine allgemeine Übersicht, so kann eine Reduktion der numerischen Werte angewandt werden. Exaktere Charakterisierung des Stoffes aber fordert **möglichst** die Verwendung der Originalgrößen.

B) Schlussbemerkung

Die erste Problemstellung dieser Abhandlung lautete: Sind die kleinen Zickzacklinien in der Tonhöhenkurve Unsicherheiten der Stimme oder werden sie durch die Untersuchungstechnik bedingt? Eine befriedigende Antwort ist uns nicht geworden. Die Untersuchungen dieser Arbeit zeigten, daß man nur auf Umwegen zur Lösung dieses Problems kommen kann. Die hier angestellten Experimente mußten sich auf eine Feststellung der Fehlermöglichkeiten in der Untersuchungstechnik beschränken und sich damit begnügen, Anregungen zu weiteren eingehenderen Bearbeitungen zu geben.

Wissenschaftler (Physiologen, Psychologen, Physiker und Mathematiker) sowie Konstrukteure und Laboratoriumspraktiker mögen jeder von ihrem Standpunkt aus oder besser gemeinsam, mit ihren Kenntnissen und Erfahrungen an diese Probleme der Untersuchungstechnik herantreten und sie weitgehendst bearbeiten. Vorliegende Untersuchungen sind möglicherweise als Grundlage zu benutzen. Zu diesem Zwecke sind die sämtlichen Materialien veröffentlicht worden.

(Bei der Redaktion am 15. August 1915 eingegangen)

VERZEICHNIS DER BENUTZTEN LITERATUR

1. BLIX, M. — *Neue Registrierapparate*. PFLÜGER's Archiv für Physiologie, 1902, Bd. 90, S. 405—420.
2. CHLUMSKÝ, J. — *L'appareil de M. MEYER, pour mesurer la hauteur musicale de la parole*. Revue de phonétique, 1913, Bd. 3, p. 84—89.
3. EPSTEIN, S. S. — *Über ein neues Kymographion*. Ztschr. für Instrumentenkunde, November 1896, Bd. 16, S. 332—333.

4. FRANK, O. — *Kymographion, Schreibhebel, Registrierspiegel, Prinzipien der Registrierung*. Handbuch der physiologischen Methodik, Leipzig, S. Hirzel, 1911, Bd. 1, Abt. 4, allg. Methodik II, S. 1—50.
5. GÄRTEN, S. — *Photographische Registrierung, Photokymographien*. Handbuch der physiologischen Methodik, Leipzig, S. Hirzel, 1911, Bd. 1, Abt. 1, allg. Methodik I, S. 104—124.
6. HAUSER, F. — *Eine Methode zur Aufzeichnung phonographischer Wellen*. 14. Bericht der Phonogramm-Archivs-Kommission der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, Februar 1908.
7. HÜRTHLE, K. — *Über eine neue Form des Kymographions. Beiträge zur Hämodynamik*. PFLÜGER'S Archiv für Physiologie, 1890, Bd. 47, S. 1—3.
8. IVOVITCH, M. — *Contribution a l'étude des intonations Serbes*. Revue de phonétique 1912, Bd. 2, p. 201—12.
9. JAQUET, A. — *Studien über graphische Zeitregistrierung*. Ztschr. für Biologie, 1891, Bd. 28, S. 1—38.
10. LANGENDORFF, O. — *Physiologische Graphik*. Ein Leitfaden der in der Physiologie gebräuchlichen Registriermethoden, Leipzig, Franz Deuticke, 1891, 316 S., 249 F.
11. LOHMANN und RINCK. — *Kymographion mit elektrischem Antrieb*. Ztschr. für biologische Technik und Methodik, 1908 bis 1909, Bd. 1, S. 192—196.
12. MAREY, E. J. — *La méthode graphique dans les sciences expérimentales et principalement en Physiologie et en Médecine*, Paris, G. Masson, 1868, 673 S., 348 F.
13. MEYER, E. A. — *Ein neues Verfahren zur graphischen Bestimmung des musikalischen Akzents*. Medizinisch-pädagogische Monatsschrift für Sprachheilkunde, August, September 1911, S. 227—243.
14. POLLACK, H. W. — *Phonetische Untersuchungen*. 1) *Zur Schlusskadenz im deutschen Aussagesatz*. 19. Mitteilung der Phonogramm-Archivs-Kommission der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, April 1911.
15. PANCONCELLI-CALZIA, G., — *Die Verwendung der Tintenschrift am LIORETgraphen und ihre Bedeutung für linguistische Forschungen*. Vox, 1913, Heft 2, S. 107—112.
16. RYDBURG, I. R. — *Eine einfache Methode, periodische Fehler zu bestimmen*. Ztschr. für Instrumentenkunde, August 1896, Bd. 16, S. 227—232.
17. SCHNEIDER, CONST. — *Beschreibung eines konstruktiv veränderten und erweiterten Tonhöhenmessapparats nach Dr. E. A. MEYER und eines neuen Tonhöhen-Spitzenmarkierapparates*. Vox 1913, Heft 4, S. 193—201.
18. STILKE, A. — *Theorie des Tonhöhenmessapparates nach Dr. E. A. MEYER und C. SCHNEIDER*. Vox 1913, Heft 3, S. 152 bis 163.

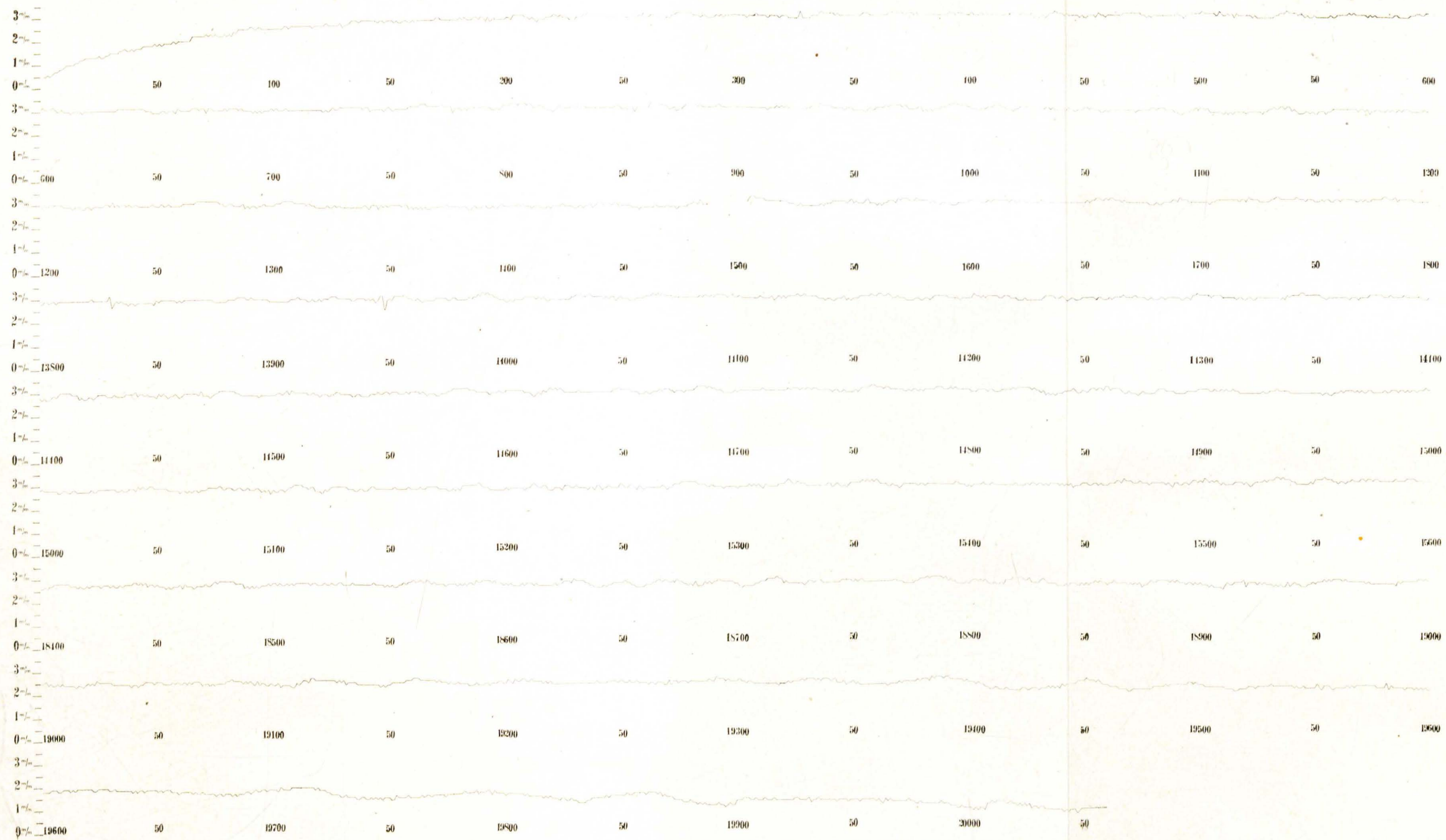
19. STRAUB, W. — *Ein neues Kymographion mit Antrieb durch Elektromotor*. PFLÜGER'S Archiv für Physiologie, 1900, Bd. 81, S. 574—583.
20. WERTHEIM-SALOMONSON. — *Ein neuer photographischer Registrierapparat*. PFLÜGER'S Archiv für Physiologie, 1907, Bd. 120, S. 618—622.

INHALTS-VERZEICHNIS

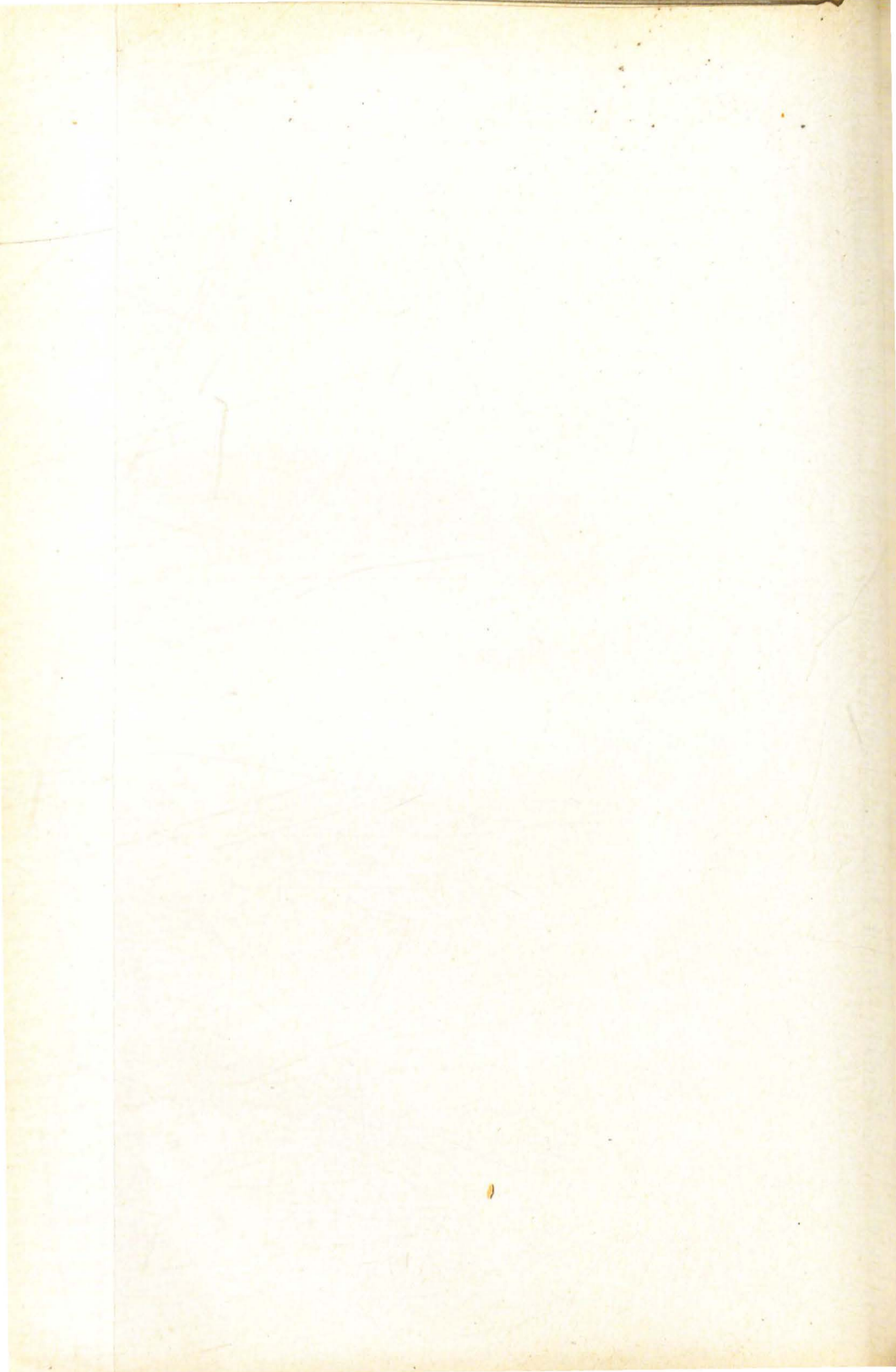
	Seite
I. Gegenstand	1
II. Historischer Überblick	2
MAREY (1868); LANGENDORFF (1891); JAQUET (1891); STRAUB (1900); BLIX (1902); GARTEN (1910); FRANK (1911.)	
III. Untersuchungstechnik	6
1. Chronographen	6
A) geeichte, elektromagnetische Stimmgabel 100 v. d. von ZIMMERMANN (Platinkontakt)	7
B) angeschlagene Stimmgabel (geeichte),	7
C) BERNSTEIN'scher Federunterbrecher mit Quecksilber- kontakt und PFELL'schem Federsignal	7
D) elektromagnetische Stimmgabel mit langem Alumi- niumzeiger	8
E) dieselbe mit PFELL'schem Federsignal	8
2. Aufnahmeapparate	8
A) Federmotore	8
a) ZIMMERMANN'sches Kymographion	8
b) Grammophonuhrwerk	9
B) Elektromotore	9
a) 2-Voltmotor	9
b) 110-Voltmotor	9
C) fallendes Gewicht des LIORETgraphen	9
3. Verschiedene Geschwindigkeiten	10
g 65 (große Uhrwerks-, große Trommelgeschwindigkeit)	
m 65 (mittlere Uhrwerks-, große Trommelgeschwin- digkeit)	10
4. Meßvorrichtungen	10
A) MEYER-SCHNEIDER'scher Tonhöhenmeßapparat mit Komparator und Lupe	10
B) Meßtisch von DIEL mit Mikroskop von ZEISS	11
C) Veränderter MEYER-SCHNEIDER'scher Apparat mit Komparator, konstanter Beleuchtung und Mikro- skop von ZEISS (mit totem Gang)	11
D) und E) derselbe Apparat wie in C) aber mit neuer	

	Seite
Schlittenführung (ohne toten Gang). Daran anschließend: verschiedene Meßpersonen und Meßzeiten (psychologische Faktoren)	11
5. graphische Darstellung	11
IV. Resultate	12
1. Aufnahmeapparate.	12
A) ZIMMERMANN'sches Kymographion	12
a) allgemeine Übersicht über den Uhrwerksverlauf	12
aa) Bearbeitung nach Mittelwerten	12
α) Berechnungen	12
β) graphische Darstellung einiger Mittelwerte	14
bb) Bearbeitung nach Einzelwerten	15
α) Geschwindigkeit am Anfang	15
β) " in der Mitte	16
γ) " am Ende	17
b) spezielle Übersicht über den Uhrwerksverlauf .	18
aa) von dem aperiodischen Aufbau der Kurve .	18
α) allgemeine Betrachtung	18
β) mathematische Bearbeitung	19
γ) graphische Darbietung	19
bb) die $\frac{1}{10}$ mm Schwankungen	21
cc) die größeren Einzelschwankungen	22
c) Resultatsübersicht	23
B) die übrigen Motore	24
a) Ergebnisse der Mittelwertberechnungen	24
b) Resultate der graphischen Darstellung	25
C) Rückblick	27
2. Chronographen	29
A) Aufnahmen mit verschiedenen Tonerregern am ZIMMERMANN'schen Kymographion	29
a) geeichte Stimmgabel: einmal angeschlagen	29
" " elektrisch	29
b) BERNSTEIN'scher Federunterbrecher mit Quecksilberkontakt und PFEIL'schem Federsignal	31
B) Aufnahmen mit den verschiedenen Tonerregern auf verschiedenen Motoren	32
3. Verschiedene Geschwindigkeiten; verschiedene Schreibung	36
4. Meßvorrichtungen	39
A) MEYER-SCHNEIDER'scher Apparat Tonhöhenmeßapparat mit Komparator und Lupe	39
B) Meßtisch von DIEL mit ZEISS'schem Mikroskop	41
C) Veränderter MEYER-SCHNEIDER'scher Tonhöhenmeßapparat	41
a) Vorbesprechung	41
b) Ergebnisse	43

	Seite
5. grade und schräge Basis der Registrierungen	44
6. verschiedene Meßpersonen	46
A) ein und dasselbe Stück 1320—1487 von 15 Personen auf einem Meßapparat ausgewertet	46
a) allgemeine Angaben	46
b) Übersichtstabelle über die Leistungen der 15 Vp.- (Schwingungsreihe: 1320—1487)	48
c) allgemeine Betrachtung	49
B) ein und dieselbe Schwingungsreihe 10820—920 von verschiedenen Personen auf verschiedenen Meßvor- richtungen ausgewertet	50
a) die verschiedenen Meßapparate	50
aa) nach der graphischen Darstellung beurteilt	50
α) MEYER-SCHNEIDER'scher Tonhöhenmeßap- parat mit Komparator, konstanter Beleuch- tung und neuer Schlittenführung	52
β) Meßtisch von DIEL mit Mikroskop von ZEISS	52
γ) MEYER-SCHNEIDER'scher Tonhöhen-Meßap- parat mit Komparator und Lupe	52
δ) Zwischenstufe zur Neukonstruktion des Apparates von MEYER-SCHNEIDER	52
bb) Beurteilung nach Schwankungsgrößen	53
b) die verschiedenen Personen	55
aa) beurteilt nach der graphischen Darstellung)	55
bb) beurteilt nach den Schwankungsgrößen	57
7. Ausmessungen zu verschiedenen Zeiten	60
A) Ein und dieselbe Schwingungsreihe 15400-500 28 mal von derselben Person (A) auf demselben Apparat ausgewertet	60
a) beurteilt nach der graphischen Darstellung	69
b) beurteilt nach den Schwankungsgrößen	61
B) Auswertung der Schwingungsreihe 11100—11200 1) an vier Tagen zu vier, 2) an zwei Tagen zu sechs verschiedenen Tagesstunden ausgewertet	63
a) beurteilt nach der graphischen Darstellung	63
b) beurteilt nach den Schwankungsgrößen	64
8. Über Meßfehler und ihre Ausgleichung	66
9. Die graphische Darstellung	68
V. Zusammenfassung	69
A) Resultatszusammenstellung	69
B) Schlußbemerkung	72
VI. Verzeichnis der benutzten Literatur	72
VII. Materialien	77



Graphische Darstellung aus dem Gesamtmaterial des ZIMMERMANN'schen Kymographions.
(Wegen Platzmangels ist nur ein Teil der Darbietung wiedergegeben; vgl. die Tabellen S. 77—139.)



GESAMTAUSWERTUNG DES REGISTRIERTEN UHRWERKSVERLAUFES DES ZIMMERMANN'SCHEN KYMOGRAPHIONS MIT DEM KOMPARATOR VON C. SCHNEIDER

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
1	0,53	46	1,815	91	2,37	136	2,76	181	2,805	226	2,92
2	48	47	785	92	64	137	70	182	86	227	84
3	57	48	805	93	525	138	83	183	785	228	80
4	52	49	875	94	545	139	82	184	825	229	835
5	63	50	825	95	515	140	82	185	82	230	845
6	74	51	905	96	535	141	77	186	88	231	88
7	695	52	825	97	49	142	79	187	885	232	94
8	775	53	90	98	48	143	76	188	80	233	96
9	84	54	92	99	475	144	815	189	88	234	3,01
10	88	55	89	100	515	145	735	190	875	235	06
11	95	56	92	101	49	146	745	191	73	236	04
12	1,00	57	965	102	515	147	785	192	875	237	04
13	00	58	90	103	54	148	72	193	705	238	03
14	035	59	945	104	505	149	77	194	775	239	2,96
15	09	60	2,04	105	55	150	79	195	785	240	99
16	13	61	1,985	106	56	151	785	196	79	241	975
17	155	62	2,06	107	53	152	74	197	83	242	995
18	20	63	03	108	585	153	805	198	77	243	89
19	25	64	04	109	565	154	65	199	80	244	95
20	28	65	15	110	58	155	73	200	92	245	92
21	25	66	165	111	635	156	755	201	91	246	92
22	275	67	17	112	595	157	785	202	80	247	87
23	325	68	205	113	57	158	66	203	3,00	248	89
24	25	69	175	114	59	159	71	204	025	249	88
25	35	70	23	115	55	160	765	205	2,965	250	885
26	335	71	285	116	61	161	715	206	98	251	895
27	32	72	17	117	54	162	765	207	95	252	935
28	41	73	27	118	56	163	75	208	92	253	915
29	435	74	185	119	61	164	77	209	91	254	91
30	53	75	285	120	55	165	755	210	805	255	89
31	50	76	19	121	63	166	745	211	845	256	93
32	53	77	22	122	59	167	84	212	79	257	95
33	50	78	195	123	66	168	83	213	73	258	91
34	64	79	245	124	54	169	805	214	78	259	3,06
35	62	80	21	125	67	170	875	215	84	260	2,94
36	65	81	245	126	57	171	86	216	79	261	94
37	625	82	195	127	58	172	81	217	85	262	3,02
38	625	83	37	128	60	173	79	218	87	263	935
39	71	84	325	129	665	174	79	219	94	264	2,975
40	60	85	45	130	535	175	83	220	99	265	92
41	69	86	475	131	62	176	83	221	98	266	93
42	675	87	48	132	64	177	80	222	885	267	90
43	67	88	53	133	71	178	76	223	3,015	268	93
44	775	89	54	134	78	179	81	224	2,91	269	90
45	77	90	56	135	80	180	855	225	89	270	85

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
271	2,89	325	2,86	379	2,97	433	2,91	487	2,96	541	3,105
272	3,01	326	91	380	3,04	434	3,015	488	3,025	542	08
273	03	327	3,15	381	00	435	015	489	02	543	2,955
274	10	328	2,86	382	2,965	436	125	490	045	544	3,08
275	06	329	885	383	945	437	09	491	2,95	545	2,975
276	11	330	885	384	97	438	22	492	3,01	546	885
277	09	331	94	385	955	439	07	493	2,935	547	96
278	13	332	3,02	386	965	440	13	494	3,01	548	89
279	06	333	03	387	965	441	07	495	08	549	88
280	135	334	02	388	935	442	025	496	105	550	99
281	035	335	09	389	98	443	08	497	045	551	845
282	035	336	15	390	3,02	444	2,965	498	09	552	91
283	2,985	337	075	391	13	445	955	499	14	553	935
284	92	338	095	392	105	446	985	500	12	554	86
285	96	339	05	393	085	447	95	501	16	555	92
286	95	340	085	394	2,98	448	915	502	05	556	93
287	93	341	085	395	3,06	449	95	503	07	557	955
288	90	342	2,995	396	055	450	935	504	05	558	895
289	90	343	3,085	397	115	451	94	505	08	559	935
290	90	344	2,955	398	00	452	97	506	09	560	3,025
291	98	345	975	399	2,99	453	95	507	03	561	015
292	94	346	95	400	98	454	3,00	508	11	562	2,98
293	3,00	347	96	401	3,045	455	2,90	509	065	563	995
294	2,90	348	965	402	01	456	3,05	510	03	564	3,04
295	97	349	955	403	01	457	2,96	511	2,98	565	09
296	95	350	98	404	2,98	458	975	512	3,06	566	01
297	99	351	3,01	405	3,075	459	915	513	2,955	567	075
298	96	352	04	406	2,97	460	3,01	514	3,075	568	005
299	94	353	00	407	3,13	461	2,99	515	2,93	569	04
300	97	354	07	408	00	462	96	516	3,06	570	2,98
301	95	355	055	409	2,99	463	3,02	517	2,98	571	3,04
302	3,04	356	09	410	96	464	01	518	97	572	04
303	2,98	357	2,975	411	3,085	465	025	519	98	573	2,91
304	93	358	945	412	2,99	466	035	520	98	574	3,01
305	3,00	359	975	413	3,025	467	06	521	97	575	2,94
306	2,995	360	995	414	03	468	06	522	3,00	576	97
307	995	361	99	415	2,96	469	08	523	2,93	577	92
308	3,06	362	955	416	3,06	470	135	524	97	578	91
309	02	363	97	417	00	471	125	525	92	579	92
310	2,96	364	3,03	418	10	472	10	526	885	580	89
311	97	365	07	419	11	473	09	527	895	581	93
312	3,04	366	10	420	095	474	045	528	88	582	895
313	2,935	367	06	421	955	475	015	529	86	583	87
314	3,035	368	125	422	03	476	035	530	90	584	88
315	2,97	369	08	423	075	477	2,93	531	87	585	96
316	3,01	370	085	424	2,965	478	3,005	532	89	586	955
317	2,97	371	115	425	3,01	479	2,94	533	985	587	92
318	93	372	03	426	2,965	480	96	534	3,025	588	905
319	99	373	13	427	3,05	481	95	535	12	589	92
320	95	374	07	428	2,92	482	89	536	05	590	865
321	97	375	08	429	97	483	99	537	13	591	93
322	94	376	035	430	865	484	3,03	538	16	592	945
323	885	377	08	431	98	485	2,98	539	075	593	95
324	875	378	02	432	955	486	99	540	085	594	3,035

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
595	3,095	649	2,865	703	3,04	757	2,955	811	3,045	865	3,09
596	08	650	900	704	00	758	3,14	812	015	866	105
597	035	651	935	705	07	759	14	813	01	867	095
598	00	652	97	706	04	760	12	814	07	868	06
599	06	653	99	707	2,98	761	12	815	06	869	03
600	06	654	91	708	3,01	762	075	816	2,945	870	2,93
601	15	655	945	709	00	763	095	817	925	871	855
602	08	656	965	710	02	764	205	818	89	872	935
603	14	657	945	711	2,95	765	145	819	93	873	3,005
604	07	658	915	712	3,00	766	18	820	835	874	2,84
605	16	659	3,05	713	2,97	767	14	821	925	875	905
606	12	660	02	714	3,00	768	14	822	99	876	935
607	02	661	02	715	2,965	769	14	823	3,085	877	975
608	015	662	01	716	945	770	13	824	2,865	878	3,05
609	090	663	2,985	717	3,015	771	12	825	3,01	879	10
610	2,995	664	3,03	718	2,985	772	15	826	01	880	06
611	965	665	09	719	985	773	11	827	025	881	085
612	955	666	095	720	965	774	08	828	090	882	075
613	995	667	05	721	90	775	05	829	02	883	07
614	96	668	2,985	722	3,01	776	08	830	015	884	2,98
615	985	669	3,075	723	2,89	777	2,805	831	05	885	3,055
616	95	670	11	724	3,01	778	3,025	832	00	886	2,975
617	945	671	2,93	725	06	779	01	833	10	887	3,03
618	920	672	3,07	726	2,99	780	2,95	834	2,96	888	2,98
619	95	673	07	727	98	781	91	835	3,00	889	3,01
620	945	674	035	728	3,09	782	995	836	00	890	2,975
621	975	675	2,990	729	09	783	935	837	00	891	955
622	965	676	995	730	10	784	95	838	2,985	892	3,07
623	98	677	985	731	10	785	3,01	839	965	893	02
624	95	678	3,015	732	08	786	01	840	96	894	06
625	955	679	075	733	12	787	2,995	841	955	895	035
626	945	680	025	734	06	788	3,035	842	3,015	896	025
627	96	681	075	735	10	789	02	843	2,945	897	2,99
628	98	682	060	736	06	790	2,98	844	3,03	898	3,02
629	3,005	683	075	737	075	791	97	845	2,945	899	005
630	015	684	095	738	2,98	792	98	846	3,02	900	010
631	03	685	02	739	3,095	793	3,01	847	06	901	2,995
632	015	686	055	740	05	794	2,94	848	05	902	98
633	045	687	00	741	2,92	795	905	849	2,98	903	955
634	07	688	2,98	742	95	796	975	850	94	904	3,03
635	075	689	98	743	97	797	94	851	98	905	2,965
636	065	690	965	744	965	798	3,025	852	935	906	95
637	085	691	885	745	96	799	065	853	950	907	965
638	080	692	965	746	975	800	07	854	965	908	96
639	075	693	930	747	92	801	095	855	80	909	96
640	10	694	905	748	96	802	155	856	995	910	995
641	08	695	3,02	749	3,085	803	185	857	995	911	99
642	075	696	2,90	750	03	804	155	858	98	912	99
643	055	697	3,01	751	2,94	805	075	859	99	913	90
644	09	698	01	752	95	806	15	860	3,025	914	995
645	03	699	06	753	3,00	807	145	861	2,970	915	99
646	015	700	015	754	2,99	808	17	862	3,15	916	955
647	2,960	701	115	755	99	809	035	863	085	917	3,05
648	925	702	01	756	3,035	810	145	864	21	918	04

Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm
919	3,045	973	2,945	1027	2,995	1081	2,925	1135	2,95	1189	2,89
920	025	974	94	1028	995	1082	3,00	1136	98	1190	86
921	07	975	895	1029	975	1083	2,95	1137	915	1191	88
922	2,98	976	90	1030	97	1084	955	1138	995	1192	835
923	3,04	977	935	1031	995	1085	90	1139	945	1193	82
924	2,97	978	3,01	1032	935	1086	85	1140	835	1194	81
925	96	979	2,97	1033	3,04	1087	88	1141	85	1195	815
926	97	980	83	1034	2,96	1088	85	1142	765	1196	83
927	3,035	981	92	1035	93	1089	81	1143	73	1197	785
928	2,995	982	79	1036	3,00	1090	84	1144	725	1198	85
929	94	983	85	1037	2,90	1091	73	1145	74	1199	795
930	3,00	984	79	1038	90	1092	73	1146	80	1200	915
931	04	985	855	1039	92	1093	805	1147	815	1201	89
932	14	986	895	1040	89	1094	795	1148	72	1202	995
933	07	987	90	1041	905	1095	83	1149	755	1203	855
934	085	988	99	1042	935	1096	845	1150	74	1204	3,025
935	085	989	98	1043	945	1097	93	1151	73	1205	2,99
936	19	990	3,02	1044	885	1098	965	1152	755	1206	99
937	07	991	13	1045	90	1099	88	1153	765	1207	3,005
938	085	992	09	1046	815	1100	3,00	1154	775	1208	2,945
939	085	993	10	1047	845	1101	2,945	1155	72	1209	965
940	135	994	16	1048	89	1102	90	1156	80	1210	905
941	01	995	07	1049	925	1103	965	1157	825	1211	905
942	015	996	13	1050	945	1104	825	1158	895	1212	875
943	00	997	115	1051	96	1105	775	1159	88	1213	876
944	00	998	165	1052	915	1106	795	1160	90	1214	835
945	2,945	999	935	1053	95	1107	80	1161	91	1215	915
946	92	1000	2,945	1054	88	1108	80	1162	87	1216	885
947	955	1001	875	1055	925	1109	75	1163	925	1217	855
948	965	1002	875	1056	87	1110	735	1164	88	1218	775
949	95	1003	845	1057	83	1111	79	1165	915	1219	81
950	905	1004	805	1058	82	1112	725	1166	85	1220	865
951	94	1005	875	1059	86	1113	78	1167	855	1221	89
952	855	1006	875	1060	81	1114	715	1168	845	1222	83
953	925	1007	845	1061	85	1115	805	1169	765	1223	85
954	90	1008	3,00	1062	89	1116	80	1170	855	1224	86
955	825	1009	2,995	1063	845	1117	83	1171	82	1225	92
956	925	1010	3,01	1064	88	1118	83	1172	79	1226	86
957	965	1011	06	1065	87	1119	785	1173	885	1227	88
958	91	1012	055	1066	925	1120	70	1174	725	1228	945
959	91	1013	065	1067	90	1121	80	1175	805	1229	955
960	975	1014	02	1068	86	1122	82	1176	755	1230	89
961	95	1015	2,98	1069	865	1123	755	1177	85	1231	3,055
962	98	1016	91	1070	915	1124	77	1178	86	1232	2,93
963	3,04	1017	87	1071	92	1125	76	1179	79	1233	3,00
964	05	1018	86	1072	84	1126	775	1180	775	1234	2,90
965	01	1019	80	1073	86	1127	74	1181	755	1235	3,005
966	05	1020	855	1074	89	1128	825	1182	90	1236	2,97
967	07	1021	855	1075	825	1129	785	1183	835	1237	94
968	045	1022	96	1076	875	1130	89	1184	845	1238	965
969	10	1023	985	1077	88	1131	93	1185	80	1239	925
970	085	1024	985	1078	90	1132	97	1186	82	1240	865
971	04	1025	99	1079	95	1133	94	1187	85	1241	955
972	05	1026	3,015	1080	95	1134	92	1188	83	1242	90

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
1243	2,88										
1244	88	1297	2,89	1351	2,92	1405	2,86	1459	2,67	1513	3,04
1245	90	1298	92	1352	935	1406	835	1460	67	1514	035
1246	90	1299	93	1353	885	1407	855	1461	71	1515	2,985
1247	91	1300	99	1354	89	1408	775	1462	73	1516	3,02
1248	95	1301	3,01	1355	84	1409	83	1463	65	1517	02
1249	85	1302	015	1356	90	1410	79	1464	78	1518	2,98
1250	88	1303	035	1357	875	1411	74	1465	67	1519	96
1251	88	1304	045	1358	68	1412	76	1466	70	1520	97
1252	975	1305	06	1359	82	1413	765	1467	72	1521	97
1253	93	1306	075	1360	685	1414	80	1468	69	1522	94
1254	905	1307	045	1361	77	1415	715	1469	785	1523	88
1255	99	1308	045	1362	685	1416	695	1470	665	1524	90
1256	93	1309	005	1363	785	1417	74	1471	675	1525	79
1257	93	1310	2,99	1364	70	1418	75	1472	705	1526	805
1258	94	1311	955	1365	78	1419	685	1473	60	1527	875
1259	935	1312	3,00	1366	74	1420	79	1474	74	1528	835
1260	935	1313	2,97	1367	68	1421	775	1475	695	1529	80
1261	97	1314	87	1368	795	1422	825	1476	71	1530	805
1262	96	1315	98	1369	75	1423	815	1477	735	1531	775
1263	97	1316	86	1370	825	1424	86	1478	775	1532	805
1264	985	1317	90	1371	83	1425	755	1479	835	1533	795
1265	995	1318	83	1372	78	1426	805	1480	90	1534	81
1266	3,04	1319	80	1373	84	1427	775	1481	915	1535	765
1267	11	1320	84	1374	86	1428	785	1482	88	1536	85
1268	115	1321	80	1375	84	1429	72	1483	745	1537	84
1269	075	1322	755	1376	81	1430	725	1484	95	1538	93
1270	06	1323	885	1377	785	1431	825	1485	75	1539	89
1271	115	1324	75	1378	785	1432	75	1486	84	1540	94
1272	125	1325	745	1379	785	1433	73	1487	765	1541	95
1273	115	1326	87	1380	715	1434	775	1488	825	1542	965
1274	065	1327	84	1381	77	1435	80	1489	595	1543	965
1275	055	1328	865	1382	75	1436	87	1490	77	1544	97
1276	06	1329	755	1383	735	1437	705	1491	70	1545	3,01
1277	2,975	1330	815	1384	555	1438	81	1492	66	1546	2,98
1278	98	1331	77	1385	725	1439	86	1493	80	1547	89
1279	88	1332	81	1386	76	1440	90	1494	385	1548	975
1280	94	1333	82	1387	73	1441	885	1495	565	1549	3,055
1281	95	1334	795	1388	70	1442	80	1496	38	1550	2,94
1282	95	1335	765	1389	72	1443	86	1497	45	1551	3,02
1283	935	1336	805	1390	76	1444	85	1498	385	1552	2,90
1284	915	1337	77	1391	78	1445	82	1499	345	1553	87
1285	865	1338	795	1392	695	1446	87	1500	39	1554	925
1286	915	1339	895	1393	705	1447	91	1501	245	1555	3,00
1287	95	1340	775	1394	76	1448	75	1502	175	1556	06
1288	82	1341	74	1395	67	1449	79	1503	19	1557	2,91
1289	88	1342	85	1396	685	1450	77	1504	89	1558	92
1290	83	1343	845	1397	815	1451	78	1505	3,105	1559	92
1291	865	1344	865	1398	85	1452	78	1506	145	1560	835
1292	875	1345	72	1399	83	1453	755	1507	15	1561	905
1293	84	1346	87	1400	825	1454	715	1508	08	1562	83
1294	85	1347	765	1401	765	1455	71	1509	13	1563	90
1295	86	1348	88	1402	84	1456	715	1510	105	1564	92
1296	95	1349	805	1403	82	1457	635	1511	055	1565	97
		1350	87	1404	83	1458	68	1512	03	1566	975

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
1567	2,965	1621	2,92	1675	2,845	1729	2,87	1783	3,02	1837	3,03
1568	93	1622	945	1676	905	1730	935	1784	2,975	1838	2,955
1569	3,07	1623	975	1677	855	1731	955	1785	3,055	1839	3,03
1570	00	1624	94	1678	795	1732	99	1786	2,94	1840	015
1571	07	1625	895	1679	81	1733	3,06	1787	99	1841	005
1572	06	1626	915	1680	81	1734	065	1788	99	1842	065
1573	045	1627	91	1681	85	1735	02	1789	3,00	1843	055
1574	04	1628	94	1682	83	1736	01	1790	2,98	1844	04
1575	2,99	1629	93	1683	775	1737	00	1791	945	1845	07
1576	3,01	1630	925	1684	855	1738	04	1792	96	1846	02
1577	065	1631	965	1685	865	1739	005	1793	94	1847	005
1578	2,96	1632	915	1686	93	1740	00	1794	89	1848	14
1579	955	1633	845	1687	895	1741	2,985	1795	895	1849	045
1580	95	1634	88	1688	955	1742	3,055	1796	88	1850	2,975
1581	96	1635	93	1689	3,005	1743	2,975	1797	875	1851	985
1582	95	1636	845	1690	2,92	1744	97	1798	87	1852	3,045
1583	93	1637	845	1691	3,06	1745	96	1799	935	1853	2,945
1584	95	1638	885	1692	2,95	1746	89	1800	845	1854	99
1585	875	1639	875	1693	995	1747	3,01	1801	89	1855	965
1586	86	1640	87	1694	965	1748	2,945	1802	915	1856	98
1587	84	1641	925	1695	935	1749	945	1803	88	1857	975
1588	90	1642	86	1696	915	1750	89	1804	95	1858	975
1589	865	1643	875	1697	93	1751	93	1805	94	1859	895
1590	865	1644	91	1698	885	1752	90	1806	94	1860	93
1591	85	1645	915	1699	92	1753	97	1807	955	1861	965
1592	84	1646	92	1700	925	1754	875	1808	965	1862	88
1593	82	1647	88	1701	915	1755	95	1809	955	1863	96
1594	785	1648	905	1702	985	1756	995	1810	945	1864	95
1595	80	1649	94	1703	895	1757	90	1811	95	1865	835
1596	85	1650	92	1704	79	1758	94	1812	88	1866	85
1597	855	1651	3,025	1705	92	1759	95	1813	97	1867	875
1598	915	1652	2,915	1706	93	1760	97	1814	955	1868	85
1599	915	1653	3,04	1707	96	1761	925	1815	975	1869	825
1600	97	1654	93	1708	2,98	1762	3,025	1816	955	1870	945
1601	95	1655	975	1709	97	1763	03	1817	975	1871	97
1602	965	1656	105	1710	98	1764	2,95	1818	905	1872	98
1603	975	1657	93	1711	98	1765	99	1819	92	1873	995
1604	015	1658	925	1712	3,03	1766	975	1820	94	1874	955
1605	92	1659	96	1713	02	1767	3,00	1821	925	1875	975
1606	915	1660	925	1714	2,985	1768	2,94	1822	3,01	1876	3,04
1607	88	1661	95	1715	995	1769	905	1823	2,945	1877	045
1608	985	1662	98	1716	98	1770	95	1824	96	1878	975
1609	025	1663	92	1717	925	1771	94	1825	3,03	1879	115
1610	085	1664	2,99	1718	3,04	1772	96	1826	2,94	1880	96
1611	985	1665	98	1719	2,98	1773	91	1827	3,00	1881	07
1612	3,035	1666	91	1720	885	1774	885	1828	2,97	1882	065
1613	01	1667	99	1721	3,07	1775	3,005	1829	3,01	1883	095
1614	2,995	1668	855	1722	2,99	1776	015	1830	2,95	1884	06
1615	3,04	1669	935	1723	995	1777	015	1831	91	1885	12
1616	2,975	1670	89	1724	945	1778	01	1832	955	1886	2,88
1617	90	1671	91	1725	3,035	1779	2,99	1833	915	1887	3,26
1618	945	1672	915	1726	2,89	1780	3,085	1834	945	1888	2,985
1619	97	1673	865	1727	895	1781	065	1835	94	1889	975
1620	90	1674	855	1728	91	1782	03	1836	955	1890	91

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
1891	2,975	1945	2,895	1999	2,89	2053	3,16	2107	3,02	2161	2,88
1892	85	1946	90	2000	91	2054	2,955	2108	035	2162	86
1893	3,08	1947	88	2001	945	2055	3,025	2109	08	2163	88
1894	005	1948	95	2002	97	2056	2,93	2110	045	2164	84
1895	2,93	1949	93	2003	95	2057	3,00	2111	065	2165	82
1896	3,00	1950	97	2004	95	2058	2,925	2112	2,94	2166	875
1897	2,925	1951	3,03	2005	3,05	2059	94	2113	985	2167	875
1898	94	1952	2,95	2006	2,94	2060	965	2114	96	2168	95
1899	93	1953	3,03	2007	3,05	2061	93	2115	93	2169	3,035
1900	3,00	1954	00	2008	09	2062	94	2116	955	2170	06
1901	2,96	1955	2,975	2009	00	2063	93	2117	935	2171	115
1902	965	1956	3,005	2010	06	2064	99	2118	93	2172	19
1903	995	1957	065	2011	07	2065	915	2119	95	2173	18
1904	96	1958	045	2012	075	2066	3,00	2120	915	2174	14
1905	3,00	1959	2,80	2013	045	2067	07	2121	915	2175	095
1906	2,95	1960	3,015	2014	075	2068	025	2122	90	2176	105
1907	3,01	1961	2,995	2015	06	2069	01	2123	855	2177	105
1908	02	1962	3,00	2016	045	2070	06	2124	885	2178	08
1909	2,93	1963	2,96	2017	035	2071	2,995	2125	865	2179	14
1910	3,055	1964	93	2018	02	2072	98	2126	90	2180	075
1911	02	1965	975	2019	2,975	2073	93	2127	855	2181	08
1912	2,965	1966	945	2020	97	2074	3,02	2128	91	2182	025
1913	99	1967	915	2021	3,025	2075	04	2129	945	2183	2,97
1914	98	1968	915	2022	035	2076	2,97	2130	3,035	2184	92
1915	3,00	1969	83	2023	01	2077	945	2131	01	2185	885
1916	07	1970	89	2024	2,95	2078	945	2132	07	2186	95
1917	2,95	1971	93	2025	965	2079	91	2133	05	2187	90
1918	3,07	1972	96	2026	985	2080	94	2134	21	2188	91
1919	06	1973	87	2027	965	2081	895	2135	045	2189	85
1920	015	1974	93	2028	935	2082	92	2136	095	2190	88
1921	155	1975	88	2029	91	2083	92	2137	09	2191	87
1922	15	1976	955	2030	945	2084	94	2138	035	2192	865
1923	10	1977	975	2031	92	2085	97	2139	05	2193	825
1924	101	1978	975	2032	875	2086	3,03	2140	065	2194	83
1925	095	1979	93	2033	90	2087	2,985	2141	045	2195	84
1926	04	1980	3,01	2034	865	2088	995	2142	03	2196	82
1927	105	1981	2,91	2035	905	2089	3,02	2143	2,995	2197	695
1928	2,975	1982	99	2036	945	2090	02	2144	995	2198	96
1929	3,075	1983	3,055	2037	99	2091	2,99	2145	99	2199	865
1930	075	1984	03	2038	87	2092	935	2146	3,025	2200	91
1931	05	1985	03	2039	3,115	2093	965	2147	00	2201	96
1932	02	1986	065	2040	00	2094	945	2148	02	2202	95
1933	2,95	1987	115	2041	035	2095	965	2149	2,91	2203	3,01
1934	93	1988	04	2042	125	2096	925	2150	95	2204	2,98
1935	3,035	1989	2,97	2043	125	2097	905	2151	90	2205	965
1936	06	1990	3,05	2044	125	2098	915	2152	97	2206	3,125
1937	2,995	1991	02	2045	125	2099	915	2153	84	2207	055
1938	92	1992	04	2046	005	2100	94	2154	91	2208	045
1939	93	1993	2,99	2047	20	2101	965	2155	89	2209	025
1940	92	1994	3,02	2048	135	2102	96	2156	87	2210	2,96
1941	96	1995	00	2049	095	2103	3,04	2157	87	2211	985
1942	86	1996	02	2050	2,99	2104	04	2158	88	2212	3,075
1943	90	1997	2,92	2051	3,135	2105	06	2159	815	2213	01
1944	905	1998	3,015	2052	00	2106	045	2160	86	2214	045

Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm
2215	3,095	2269	2,965	2323	3,055	2377	2,92	2431	2,885	2485	2,965
2216	2,97	2270	3,005	2324	035	2378	3,08	2432	975	2486	98
2217	925	2271	2,98	2325	015	2379	06	2433	975	2487	3,00
2218	97	2272	95	2326	05	2380	03	2434	3,05	2488	2,91
2219	985	2273	965	2327	2,99	2381	2,95	2435	065	2489	97
2220	925	2274	975	2328	955	2382	995	2436	05	2490	3,00
2221	90	2275	91	2329	975	2383	955	2437	09	2491	2,95
2222	99	2276	935	2330	94	2384	935	2438	095	2492	91
2223	93	2277	92	2331	2,985	2385	920	2439	18	2493	92
2224	88	2278	915	2332	99	2386	955	2440	185	2494	955
2225	95	2279	95	2333	905	2387	92	2441	085	2495	98
2226	86	2280	98	2334	92	2388	91	2442	04	2496	91
2227	3,01	2281	97	2335	95	2389	94	2443	11	2497	93
2228	2,975	2282	94	2336	905	2390	875	2444	01	2498	955
2229	3,015	2283	97	2337	895	2391	935	2445	07	2499	3,06
2230	2,935	2284	925	2338	905	2392	925	2446	2,98	2500	065
2231	3,00	2285	965	2339	905	2393	955	2447	3,05	2501	14
2232	215	2286	3,015	2340	86	2394	3,01	2448	2,99	2502	025
2233	115	2287	2,945	2341	86	2395	2,945	2449	3,00	2503	025
2234	06	2288	97	2342	87	2396	3,125	2450	2,96	2504	085
2235	075	2289	3,02	2343	85	2397	06	2451	98	2505	09
2236	03	2290	035	2344	87	2398	01	2452	945	2506	075
2237	07	2291	2,975	2345	865	2399	04	2453	91	2507	955
2238	03	2292	3,03	2346	855	2400	075	2454	945	2508	07
2239	2,98	2293	2,96	2347	91	2401	2,995	2455	93	2509	05
2240	3,02	2294	965	2348	885	2402	3,03	2456	84	2510	2,945
2241	06	2295	3,085	2349	915	2403	2,98	2457	96	2511	3,035
2242	2,99	2296	2,915	2350	97	2404	3,00	2458	91	2512	01
2243	98	2297	92	2351	955	2405	05	2459	84	2513	01
2244	99	2298	895	2352	3,025	2406	005	2460	89	2514	015
2245	99	2299	3,00	2353	2,99	2407	2,99	2461	90	2515	02
2246	96	2300	2,96	2354	94	2408	98	2462	87	2516	005
2247	94	2301	865	2355	3,09	2409	975	2463	88	2517	2,965
2248	90	2302	935	2356	04	2410	3,005	2464	89	2518	92
2249	975	2303	915	2357	2,97	2411	015	2465	91	2519	975
2250	895	2304	94	2358	94	2412	2,99	2466	94	2520	98
2251	94	2305	955	2359	94	2413	3,00	2467	905	2521	975
2252	865	2306	915	2360	975	2414	035	2468	915	2522	935
2253	92	2307	91	2361	955	2415	04	2469	3,025	2523	875
2254	89	2308	915	2362	90	2416	2,975	2470	2,965	2524	90
2255	87	2309	95	2363	965	2417	3,00	2471	3,04	2525	905
2256	83	2310	795	2364	96	2418	03	2472	2,925	2526	855
2257	885	2311	925	2365	92	2419	2,99	2473	965	2527	92
2258	94	2312	3,01	2366	3,035	2420	98	2474	3,02	2528	89
2259	945	2313	01	2367	2,90	2421	995	2475	2,915	2529	95
2260	3,00	2314	035	2368	3,10	2422	910	2476	975	2530	855
2261	955	2315	035	2369	03	2423	955	2477	95	2531	3,03
2262	075	2316	045	2370	03	2424	975	2478	3,025	2532	04
2263	05	2317	08	2371	2,99	2425	93	2479	01	2533	2,855
2264	08	2318	045	2372	3,21	2426	98	2480	2,935	2534	3,11
2265	07	2319	095	2373	2,94	2427	865	2481	3,03	2535	095
2266	2,985	2320	095	2374	3,115	2428	925	2482	2,985	2536	085
2267	95	2321	125	2375	105	2429	90	2483	3,01	2537	01
2268	98	2322	05	2376	00	2430	90	2484	2,99	2538	10

Streim, Experimentelle Untersuchungen

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
2539	3,09	2593	2,965	2647	3,03	2701	3,13	2755	2,865	2809	2,88		
2540	075	2594	955	2648	085	2702	08	2756	89	2810	85		
2541	2,83	2595	93	2649	09	2703	035	2757	91	2811	885		
2542	3,115	2596	92	2650	06	2704	00	2758	91	2812	905		
2543	26	2597	95	2651	03	2705	115	2759	805	2813	835		
2544	02	2598	93	2652	015	2706	105	2760	875	2814	845		
2545	04	2599	98	2653	005	2707	105	2761	3,07	2815	85		
2546	2,96	2600	95	2654	09	2708	2,98	2762	035	2816	86		
2547	3,00	2601	87	2655	005	2709	3,095	2763	015	2817	82		
2548	2,90	2602	965	2656	01	2710	2,965	2764	07	2818	87		
2549	3,01	2603	3,015	2657	015	2711	3,045	2765	00	2819	895		
2550	05	2604	2,955	2658	2,975	2712	015	2766	10	2820	885		
2551	2,925	2605	96	2659	985	2713	03	2767	065	2821	85		
2552	3,015	2606	955	2660	965	2714	2,98	2768	2,995	2822	93		
2553	05	2607	3,045	2661	975	2715	3,01	2769	3,01	2823	895		
2554	045	2608	065	2662	92	2716	03	2770	2,89	2824	94		
2555	035	2609	035	2663	3,05	2717	01	2771	3,035	2825	3,005		
2556	025	2610	2,995	2664	00	2718	2,975	2772	2,985	2826	05		
2557	01	2611	95	2665	2,975	2719	3,165	2773	975	2827	045		
2558	005	2612	985	2666	985	2720	2,99	2774	3,015	2828	05		
2559	2,99	2613	3,005	2667	99	2721	82	2775	2,90	2829	975		
2560	3,025	2614	02	2668	3,025	2722	95	2776	97	2830	125		
2561	2,97	2615	2,99	2669	00	2723	98	2777	93	2831	06		
2562	96	2616	3,00	2670	075	2724	3,04	2778	915	2832	09		
2563	3,02	2627	2,91	2671	2,995	2725	015	2779	91	2833	16		
2564	035	2618	985	2672	3,04	2726	005	2780	925	2834	11		
2565	2,99	2619	3,00	2673	005	2727	2,99	2781	96	2835	08		
2566	3,01	2620	2,975	2674	07	2728	3,14	2782	90	2836	2,99		
2567	2,99	2621	905	2675	045	2729	2,96	2783	89	2837	3,105		
2568	3,02	2622	945	2676	015	2730	95	2784	78	2838	04		
2569	09	2623	915	2677	075	2731	3,005	2785	915	2839	055		
2570	2,95	2624	93	2678	005	2732	2,935	2786	915	2840	00		
2571	3,03	2625	91	2679	01	2733	93	2787	3,01	2841	04		
2572	2,99	2626	805	2680	2,975	2734	98	2788	005	2842	2,955		
2573	3,05	2627	885	2681	3,04	2735	95	2789	085	2843	3,04		
2574	05	2628	935	2682	02	2736	90	2790	065	2844	2,995		
2575	2,97	2629	97	2683	2,92	2737	94	2791	105	2845	3,00		
2576	3,06	2630	915	2684	3,005	2738	82	2792	08	2846	2,955		
2577	025	2631	945	2685	045	2739	985	2793	135	2847	975		
2578	080	2632	905	2686	2,965	2740	95	2794	08	2848	90		
2579	035	2633	965	2687	955	2741	3,025	2795	125	2849	835		
2580	12	2634	96	2688	975	2742	08	2796	2,995	2850	915		
2581	2,995	2635	885	2689	3,015	2743	015	2797	3,025	2851	855		
2582	3,105	2636	98	2690	2,965	2744	2,995	2798	00	2852	915		
2583	08	2637	975	2691	95	2745	3,03	2799	03	2853	895		
2584	02	2638	97	2692	945	2746	00	2800	01	2854	88		
2585	225	2639	975	2693	94	2747	015	2801	00	2855	84		
2586	2,995	2640	3,015	2694	88	2748	2,945	2802	08	2856	865		
2587	3,015	2641	2,965	2695	95	2749	955	2803	2,99	2857	75		
2588	015	2642	95	2696	89	2750	3,00	2804	97	2858	82		
2589	025	2643	3,045	2697	95	2751	2,935	2805	935	2859	89		
2590	2,995	2644	035	2698	3,08	2752	94	2806	905	2860	815		
2591	985	2645	08	2699	03	2753	985	2807	96	2861	985		
2592	95	2646	045	2700	2,995	2754	94	2808	91	2862	98		

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
2863	2,94	2917	2,83	2971	2,88	3025	2,745	3079	2,79	3133	3,005
2864	99	2918	90	2972	90	3026	90	3080	81	3134	2,99
2865	3,02	2919	95	2973	92	3027	78	3081	635	3135	955
2866	01	2920	99	2974	945	3028	88	3082	695	3136	3,08
2867	2,84	2921	3,01	2975	975	3029	86	3083	69	3137	2,08
2868	98	2922	04	2976	3,00	3030	92	3084	67	3138	3,05
2869	3,095	2923	00	2977	975	3031	93	3085	655	3139	01
2870	045	2924	00	2978	065	3032	845	3086	585	3140	2,05
2871	2,965	2925	02	2979	99	3033	925	3087	59	3141	015
2872	3,00	2926	02	2980	06	3034	87	3088	555	3142	015
2873	005	2927	00	2981	05	3035	89	3089	505	3143	01
2874	2,96	2928	2,99	2982	01	3036	80	3090	405	3144	015
2875	3,02	2929	99	2983	00	3037	845	3091	335	3145	025
2876	2,985	2930	965	2984	015	3038	865	3092	29	3146	04
2877	99	2931	3,035	2985	2,965	3039	895	3093	265	3147	03
2878	965	2932	02	2986	975	3040	905	3094	180	3148	02
2879	975	2933	01	2987	930	3041	77	3095	635	3149	82
2880	3,025	2934	2,995	2988	925	3042	775	3096	85	3150	3,125
2881	2,945	2935	945	2989	86	3043	89	3097	3,015	3151	2,72
2882	795	2936	3,065	2990	82	3044	85	3098	2,97	3152	99
2883	875	2937	00	2991	81	3045	875	3099	905	3153	835
2884	905	2938	2,955	2992	86	3046	785	3100	92	3154	99
2885	94	2939	935	2993	85	3047	795	3101	99	3155	85
2886	915	2940	935	2994	815	3048	76	3102	94	3156	83
2887	3,01	2941	91	2995	77	3049	86	3103	98	3157	93
2888	2,905	2942	94	2996	82	3050	78	3104	93	3158	02
2889	97	2943	97	2997	76	3051	73	3105	96	3159	81
2890	3,02	2944	90	2998	85	3052	72	3106	93	3160	05
2891	08	2945	925	2999	78	3053	82	3107	3,00	3161	03
2892	03	2946	92	3000	765	3054	785	3108	2,86	3162	08
2893	09	2947	945	3001	79	3055	83	3109	96	3163	02
2894	035	2948	95	3002	78	3056	825	3110	95	3164	99
2895	2,995	2949	93	3003	74	3057	95	3111	95	3165	005
2896	3,06	2950	3,045	3004	81	3058	89	3112	945	3166	3,06
2897	035	2951	2,925	3005	555	3059	865	3113	800	3167	035
2898	2,955	2952	905	3006	78	3060	91	3114	97	3168	055
2899	3,03	2953	3,01	3007	87	3061	87	3115	95	3169	06
2900	01	2954	2,945	3008	805	3062	915	3116	905	3170	2,975
2901	2,95	2955	86	3009	865	3063	885	3117	87	3171	3,015
2902	98	2956	96	3010	88	3064	835	3118	3,00	3172	01
2903	935	2957	93	3011	89	3065	845	3119	2,91	3173	08
2904	995	2958	895	3012	91	3066	855	3120	93	3174	2,96
2905	97	2959	885	3013	895	3067	82	3121	86	3175	09
2906	945	2960	89	3014	855	3068	77	3122	865	3176	3,035
2907	945	2961	84	3015	94	3069	875	3123	865	3177	2,925
2908	90	2962	87	3016	89	3070	835	3124	90	3178	3,01
2909	945	2963	925	3017	755	3071	74	3125	96	3179	2,915
2910	875	2964	865	3018	87	3072	835	3126	875	3180	025
2911	915	2965	915	3019	88	3073	815	3127	92	3181	905
2912	885	2966	835	3020	84	3074	73	3128	915	3182	03
2913	88	2967	875	3021	875	3075	76	3129	99	3183	05
2914	87	2968	90	3022	865	3076	71	3130	925	3184	805
2915	88	2969	90	3023	84	3077	77	3131	960	3185	97
2916	92	2970	92	3024	805	3078	73	3132	885	3186	905

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
3187	2,965	3241	3,025	3295	2,96	3349	3,01	3403	3,11	3457	2,99
3188	93	3242	2,81	3296	3,035	3350	2,965	3404	2,97	3458	965
3189	98	3243	95	3297	2,995	3351	3,02	3405	3,02	3459	895
3190	98	3244	98	3298	965	3352	2,985	3406	2,895	3460	905
3191	955	3245	3,02	3299	3,02	3353	92	3407	875	3461	850
3192	905	3246	2,915	3300	02	3354	96	3408	83	3462	850
3193	95	3247	96	3301	00	3355	885	3409	805	3463	815
3194	3,00	3248	89	3302	2,98	3356	875	3410	905	3464	90
3195	2,99	3249	89	3303	3,03	3357	89	3411	90	3465	90
3196	955	3250	835	3304	2,92	3358	88	3412	925	3466	865
3197	895	3251	82	3305	3,045	3359	90	3413	865	3467	3,005
3198	90	3252	885	3306	045	3360	975	3414	3,01	3468	01
3199	935	3253	86	3307	2,96	3361	95	3415	2,98	3469	09
3200	93	3254	935	3308	3,04	3362	995	3416	3,02	3470	12
3201	98	3255	85	3309	03	3363	3,02	3417	045	3471	16
3202	96	3256	87	3310	01	3364	2,925	3418	2,965	3472	12
3203	96	3257	755	3311	03	3365	965	3419	3,02	3473	09
3204	97	3258	865	3312	045	3366	3,00	3420	2,95	3474	07
3205	3,02	3259	855	3313	00	3367	2,92	3421	945	3475	905
3206	025	3260	93	3314	005	3368	945	3422	875	3476	085
3207	2,90	3261	985	3315	02	3369	935	3423	94	3477	04
3208	925	3262	90	3316	2,98	3370	97	3424	90	3478	2,95
3209	94	3263	98	3317	3,005	3371	86	3425	3,02	3479	93
3210	3,055	3264	98	3318	2,98	3372	98	3426	2,955	3480	99
3211	2,945	3265	3,045	3319	3,235	3373	95	3427	995	3481	93
3212	3,00	3266	055	3320	2,655	3374	985	3428	3,01	3482	92
3213	2,975	3267	2,92	3321	3,01	3375	98	3429	2,99	3483	83
3214	99	3268	3,055	3322	2,915	3376	90	3430	3,065	3484	95
3215	3,065	3269	2,985	3323	97	3377	985	3431	030	3485	89
3216	055	3270	995	3324	87	3378	96	3432	2,905	3486	965
3217	11	3271	925	3325	93	3379	99	3433	99	3487	900
3218	055	3272	3,015	3326	3,00	3380	3,12	3434	97	3488	840
3219	03	3273	2,965	3327	2,92	3381	04	3435	98	3489	880
3220	01	3274	935	3328	89	3382	015	3436	98	3490	960
3221	2,95	3275	95	3329	885	3383	2,985	3437	3,01	3491	955
3222	97	3276	975	3330	885	3384	3,02	3438	2,97	3492	97
3223	92	3277	875	3331	945	3385	2,96	3439	985	3493	94
3224	91	3278	3,025	3332	985	3386	875	3440	985	3494	965
3225	91	3279	2,905	3333	3,01	3387	835	3441	90	3495	910
3226	88	3280	89	3334	2,965	3388	86	3442	91	3496	995
3227	86	3281	985	3335	975	3389	89	3443	97	3497	995
3228	90	3282	3,065	3336	3,075	3390	85	3444	97	3498	965
3229	82	3283	2,95	3337	045	3391	89	3445	945	3499	3,005
3230	3,005	3284	3,015	3338	095	3392	91	3446	2,975	3500	055
3231	2,92	3285	04	3339	075	3393	865	3447	3,01	3501	05
3232	975	3286	2,99	3340	065	3394	90	3448	005	3502	2,94
3233	94	3287	90	3341	035	3395	975	3449	2,950	3503	98
3234	90	3288	95	3342	095	3396	89	3450	985	3504	3,02
3235	3,065	3289	98	3343	095	3397	3,075	3451	94	3505	2,89
3236	05	3290	99	3344	01	3398	005	3452	3,025	3506	3,025
3237	2,98	3291	93	3345	2,975	3399	16	3453	025	3507	2,945
3238	965	3292	3,27	3346	3,055	3400	105	3454	04	3508	945
3239	3,03	3293	2,625	3347	2,995	3401	085	3455	01	3509	910
3240	2,98	3294	3,00	3348	3,025	3402	05	3456	2,97	3510	925

Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm
3511	2,92	3565	2,965	3619	3,045	3673	2,94	3727	2,985	3781	2,91		
3512	94	3566	3,01	3620	2,91	3674	93	3728	905	3782	89		
3513	3,00	3567	2,965	3621	885	3675	835	3729	98	3783	85		
3514	2,985	3568	3,00	3622	87	3676	96	3730	3,01	3784	935		
3515	915	3569	00	3623	875	3677	865	3731	065	3785	945		
3516	985	3570	06	3624	81	3678	935	3732	2,995	3786	91		
3517	885	3571	01	3625	91	3679	3,00	3733	3,07	3787	865		
3518	855	3572	05	3626	89	3680	2,91	3734	06	3788	095		
3519	875	3573	03	3627	80	3681	96	3735	06	3789	865		
3520	80	3574	005	3628	885	3682	965	3736	09	3790	95		
3521	835	3575	2,975	3629	885	3683	935	3737	04	3791	01		
3522	885	3576	93	3630	945	3684	965	3738	03	3792	895		
3523	91	3577	96	3631	3,025	3685	925	3739	2,93	3793	995		
3524	935	3578	3,005	3632	09	3686	85	3740	98	3794	055		
3525	3,030	3579	2,95	3633	005	3687	94	3741	96	3795	945		
3526	2,955	3580	915	3634	045	3688	92	3742	97	3796	3,035		
3527	3,04	3581	3,01	3635	03	3689	94	3743	3,00	3797	05		
3528	06	3582	2,90	3636	08	3690	3,05	3744	2,88	3798	055		
3529	2,97	3583	995	3637	04	3691	05	3745	3,00	3799	2,99		
3530	3,12	3584	82	3638	03	3692	06	3746	2,855	3800	3,105		
3531	02	3585	965	3639	00	3693	01	3747	945	3801	115		
3532	105	3586	98	3640	2,90	3694	06	3748	93	3802	06		
3533	2,92	3587	93	3641	93	3695	2,96	3749	92	3803	085		
3534	98	3588	97	3642	91	3696	3,05	3750	96	3804	04		
3535	97	3589	3,01	3643	96	3697	2,955	3751	885	3805	2,955		
3536	3,00	3590	2,94	3644	93	3698	985	3752	935	3806	90		
3537	2,90	3591	98	3645	93	3699	995	3753	85	3807	3,015		
3538	945	3592	87	3646	965	3700	955	3754	90	3808	2,97		
3539	905	3593	90	3647	90	3701	935	3755	895	3809	3,01		
3540	92	3594	97	3648	935	3702	985	3756	98	3810	2,975		
3541	93	3595	975	3649	865	3703	3,00	3757	93	3811	085		
3542	875	3596	945	3650	905	3704	2,995	3758	3,03	3812	88		
3543	3,035	3597	91	3651	88	3705	985	3759	2,995	3813	3,035		
3544	2,97	3598	91	3652	935	3706	3,01	3760	3,03	3814	2,900		
3545	99	3599	99	3653	865	3707	2,93	3761	01	3815	97		
3546	3,08	3600	92	3654	855	3708	3,085	3762	2,90	3816	045		
3547	04	3601	97	3655	875	3709	2,990	3763	3,05	3817	85		
3548	01	3602	3,01	3656	865	3710	3,015	3764	03	3818	90		
3549	2,94	3603	2,97	3657	855	3711	2,985	3765	025	3819	98		
3550	3,01	3604	3,01	3658	915	3712	935	3766	055	3820	01		
3551	2,94	3605	02	3659	985	3713	995	3767	045	3821	3,01		
3552	98	3606	015	3660	97	3714	3,02	3768	2,965	3822	2,99		
3553	815	3607	055	3661	3,035	3715	06	3769	3,015	3823	895		
3554	89	3608	935	3662	2,92	3716	2,965	3770	2,985	3824	05		
3555	905	3609	2,995	3663	3,02	3717	985	3771	97	3825	935		
3556	925	3610	3,035	3664	075	3718	955	3772	93	3826	09		
3557	93	3611	2,965	3665	125	3719	905	3773	945	3827	3,05		
3558	905	3612	3,045	3666	10	3720	955	3774	91	3828	03		
3559	97	3613	03	3667	105	3721	985	3775	88	3829	06		
3560	97	3614	05	3668	07	3722	935	3776	965	3830	05		
3561	99	3615	01	3669	2,97	3723	94	3777	89	3831	05		
3562	975	3616	05	3670	3,045	3724	90	3778	95	3832	2,97		
3563	985	3617	075	3671	2,995	3725	96	3779	87	3833	995		
3564	96	3618	055	3672	97	3726	87	3780	89	3834			

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
3835	3,115	3889	2,91	3943	3,00	3997	3,085	4051	2,78	4105	2,64
3836	00	3890	995	3944	10	3998	075	4052	745	4106	64
3837	01	3891	805	3945	06	3999	045	4053	705	4107	695
3838	075	3892	3,005	3946	03	4000	115	4054	755	4108	665
3839	2,955	3893	2,98	3947	05	4001	04	4055	775	4109	685
3840	3,055	3894	3,01	3948	2,98	4002	09	4056	74	4110	765
3841	015	3895	2,95	3949	99	4003	025	4057	695	4111	68
3842	2,985	3896	96	3950	98	4004	05	4058	87	4112	67
3843	3,00	3897	3,06	3951	955	4005	05	4059	755	4113	635
3844	015	3898	015	3952	92	4006	03	4060	79	4114	725
3845	2,855	3899	005	3953	87	4007	36	4061	84	4115	695
3846	915	3900	2,995	3954	855	4008	2,96	4062	805	4116	75
3847	91	3901	3,055	3955	3,05	4009	3,025	4063	885	4117	815
3848	94	3902	2,895	3956	2,985	4010	01	4064	775	4118	75
3849	95	3903	965	3957	90	4011	2,965	4065	86	4119	75
3850	3,005	3904	95	3958	96	4012	925	4066	785	4120	74
3851	2,925	3905	89	3959	98	4013	86	4067	73	4121	79
3852	3,07	3906	945	3960	3,005	4014	3,005	4068	765	4122	765
3853	2,99	3907	93	3961	955	4015	2,895	4069	68	4123	71
3854	3,07	3908	935	3962	045	4016	895	4070	66	4124	765
3855	035	3909	94	3963	045	4017	89	4071	57	4125	785
3856	05	3910	3,00	3964	09	4018	88	4072	63	4126	775
3857	015	3911	2,925	3965	075	4019	92	4073	57	4127	65
3858	2,965	3912	3,005	3966	115	4020	91	4074	645	4128	66
3859	98	3913	2,965	3967	075	4021	89	4075	655	4129	745
3860	3,03	3914	3,015	3968	065	4022	86	4076	545	4130	525
3861	2,955	3915	2,95	3969	08	4023	88	4077	705	4131	68
3862	95	3916	3,01	3970	105	4024	84	4078	73	4132	52
3863	965	3917	005	3971	08	4025	92	4079	655	4133	64
3864	98	3918	2,965	3972	12	4026	92	4080	755	4134	69
3865	3,955	3919	92	3973	2,99	4027	945	4081	70	4135	58
3866	00	3920	92	3974	3,08	4028	915	4082	685	4136	67
3867	2,975	3921	88	3975	935	4029	82	4083	72	4137	685
3868	3,005	3922	97	3976	2,96	4030	95	4084	695	4138	665
3869	2,925	3923	95	3977	3,05	4031	88	4085	655	4139	69
3870	3,02	3924	83	3978	2,97	4032	87	4086	645	4140	695
3871	02	3925	91	3979	965	4033	87	4087	635	4141	685
3872	03	3926	995	3980	925	4034	79	4088	625	4142	675
3873	07	3927	3,005	3981	925	4035	88	4089	61	4143	705
3874	2,905	3928	2,88	3982	865	4036	89	4090	58	4144	695
3875	3,08	3929	97	3983	915	4037	85	4091	675	4145	575
3876	055	3930	99	3984	95	4038	88	4092	655	4146	715
3877	08	3931	905	3985	905	4039	90	4093	655	4147	585
3878	08	3932	3,055	3986	92	4040	86	4094	655	4148	50
3879	115	3933	015	3987	95	4041	92	4095	765	4149	515
3880	065	3 34	2,945	3988	86	4042	82	4096	665	4150	40
3881	06	3 35	93	3989	91	4043	97	4097	70	4151	90
3882	2,98	3936	3,06	3990	95	4044	84	4098	72	4152	94
3883	3,02	3937	2,97	3991	805	4045	94	4099	61	4153	935
3884	00	3938	97	3992	92	4046	855	4100	67	4154	905
3885	2,90	3939	98	3993	905	4047	79	4101	735	4155	86
3886	3,00	3940	3,05	3994	97	4048	735	4102	655	4156	905
3887	2,97	3941	2,965	3995	99	4049	81	4103	565	4157	835
3888	935	3942	3,025	3996	945	4050	725	4104	715	4158	90

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
4159	2,94	4213	2,995	4267	2,940	4321	2,865	4375	2,975	4429	2,95
4160	92	4214	995	4268	955	4322	91	4376	3,04	4430	015
4161	885	4215	995	4269	3,02	4323	98	4377	955	4431	885
4162	995	4216	995	4270	2,08	4324	91	4378	10	4432	01
4163	86	4217	89	4271	3,00	4325	955	4379	2,945	4433	3,01
4164	3,015	4218	97	4272	03	4326	995	4380	945	4434	095
4165	2,995	4219	925	4273	2,96	4327	95	4381	93	4435	095
4166	925	4220	935	4274	3,08	4328	965	4382	97	4436	08
4167	930	4221	91	4275	00	4329	965	4383	3,02	4437	04
4168	910	4222	965	4276	07	4330	965	4384	04	4438	065
4169	3,955	4223	3,025	4277	2,955	4331	3,020	4385	2,985	4439	065
4170	06	4224	2,995	4278	955	4332	00	4386	80	4440	065
4171	02	4225	3,065	4279	995	4333	040	4387	95	4441	2,945
4172	2,995	4226	04	4280	965	4334	035	4388	91	4442	93
4173	3,105	4227	2,99	4281	96	4335	12	4389	3,005	4443	94
4174	975	4228	3,10	4282	93	4336	2,98	4390	2,965	4444	895
4175	2,975	4229	08	4283	97	4337	3,045	4391	945	4445	795
4176	3,915	4230	2,94	4284	98	4338	015	4392	995	4446	89
4177	2,960	4231	3,04	4285	965	4339	12	4393	975	4447	80
4178	3,005	4232	04	4286	955	4340	05	4394	98	4448	04
4179	2,985	4233	2,935	4287	3,00	4341	04	4395	3,005	4449	945
4180	945	4234	3,005	4288	2,99	4342	095	4396	2,945	4450	965
4181	98	4235	2,95	4289	995	4343	025	4397	935	4451	3,005
4182	95	4236	96	4290	995	4344	03	4398	3,035	4452	2,960
4183	96	4237	985	4291	96	4345	02	4399	00	4453	915
4184	93	4238	965	4292	80	4346	02	4400	2,99	4454	3,00
4185	3,015	4239	3,035	4293	84	4347	2,95	4401	945	4455	2,87
4186	2,945	4240	095	4294	84	4348	3,03	4402	955	4456	055
4187	95	4241	2,995	4295	89	4349	025	4403	3,00	4457	925
4188	965	4242	3,005	4296	88	4350	2,935	4404	2,92	4458	90
4189	965	4243	03	4297	84	4351	95	4405	3,00	4459	87
4190	95	4244	01	4298	90	4352	98	4406	2,955	4460	885
4191	86	4245	2,97	4299	95	4353	97	4407	925	4461	845
4192	925	4246	3,07	4300	93	4354	94	4408	94	4462	3,02
4193	985	4247	00	4301	93	4355	895	4409	915	4463	2,93
4194	91	4248	06	4302	98	4356	955	4410	895	4464	3,04
4195	96	4249	10	4303	95	4357	92	4411	885	4465	03
4196	96	4250	97	4304	90	4358	945	4412	91	4466	10
4197	96	4251	03	4305	94	4359	945	4413	985	4467	2,75
4198	3,13	4252	025	4306	3,15	4360	3,01	4414	925	4468	3,23
4199	055	4253	00	4307	2,995	4361	2,86	4415	3,005	4469	2,89
4200	075	4254	170	4308	955	4362	935	4416	2,92	4470	3,09
4201	2,985	4255	040	4309	925	4363	915	4417	915	4471	2,935
4202	3,935	4256	065	4310	925	4364	895	4418	3,00	4472	885
4203	97	4257	2,99	4311	93	4365	895	4419	015	4473	015
4204	085	4258	93	4312	97	4366	96	4420	01	4474	915
4205	2,990	4259	99	4313	95	4367	96	4421	2	4475	935
4206	3,015	4260	3,03	4314	98	4368	3,06	4422	08	4476	900
4207	2,97	4261	2,94	4315	3,01	4369	05	4423	89	4477	935
4208	3,005	4262	895	4316	2,96	4370	005	4424	935	4478	01
4209	025	4263	93	4317	3,04	4371	085	4425	995	4479	895
4210	2,975	4264	895	4318	2,995	4372	105	4426	91	4480	975
4211	96	4265	955	4319	995	4373	10	4427	86	4481	88
4212	93	4266	860	4320	975	4374	125	4428	88	4482	90

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
4483	2,96	4537	2,955	4591	3,935	4645	2,915	4699	2,895	4753	2,97
4484	93	4538	99	4592	2,92	4646	87	4700	98	4754	995
4485	89	4539	96	4593	855	4647	93	4701	3,01	4755	935
4486	90	4540	935	4594	805	4648	3,00	4702	2,99	4756	89
4487	90	4541	935	4595	88	4649	2,975	4703	3,11	4757	905
4488	87	4542	89	4596	96	4650	94	4704	05	4758	92
4489	90	4543	95	4597	93	4651	3,01	4705	06	4759	945
4490	91	4544	95	4598	985	4652	08	4706	025	4760	3,03
4491	965	4545	91	4599	870	4653	005	4707	015	4761	2,94
4492	960	4546	93	4600	965	4654	025	4708	03	4762	3,01
4493	900	4547	895	4601	94	4655	02	4709	00	4763	2,96
4494	920	4548	880	4602	96	4656	2,995	4710	2,95	4764	94
4495	865	4549	910	4603	3,03	4657	955	4711	95	4765	92
4496	98	4550	935	4604	01	4658	92	4712	84	4766	96
4497	80	4551	89	4605	01	4659	93	4713	805	4767	885
4498	87	4552	945	4606	01	4660	825	4714	93	4768	86
4499	96	4553	3,000	4607	2,96	4661	915	4715	84	4769	855
4500	985	4554	2,905	4608	3,06	4662	92	4716	905	4770	97
4501	990	4555	91	4609	01	4663	90	4717	92	4771	85
4502	945	4556	96	4610	37	4664	88	4718	88	4772	95
4503	3,01	4557	89	4611	2,70	4665	89	4719	985	4773	905
4504	03	4558	88	4612	3,045	4666	895	4720	975	4774	3,00
4505	12	4559	825	4613	2,975	4667	985	4721	885	4775	00
4506	04	4560	955	4614	3,005	4668	94	4722	98	4776	035
4507	06	4561	95	4615	2,955	4669	965	4723	965	4777	2,985
4508	04	4562	985	4616	94	4670	3,035	4724	92	4778	3,025
4509	04	4563	945	4617	92	4671	05	4725	97	4779	03
4510	2,97	4564	985	4618	90	4672	02	4726	945	4780	02
4511	3,02	4565	985	4619	92	4673	015	4727	895	4781	01
4512	2,98	4566	3,025	4620	885	4674	2,955	4728	93	4782	2,95
4513	96	4567	2,985	4621	895	4675	99	4729	94	4783	95
4514	97	4568	3,035	4622	85	4676	93	4730	975	4784	3,005
4515	95	4569	2,995	4623	875	4677	91	4731	3,035	4785	02
4516	89	4570	3,01	4624	86	4678	885	4732	2,97	4786	2,985
4517	94	4571	03	4625	905	4679	855	4733	3,09	4787	87
4518	915	4572	2,96	4626	91	4680	86	4734	035	4788	94
4519	95	4573	99	4627	81	4681	86	4735	035	4789	875
4520	835	4574	895	4628	90	4682	83	4736	06	4790	875
4521	895	4575	935	4629	96	4683	885	4737	2,95	4791	88
4522	85	4576	91	4630	86	4684	885	4738	3,06	4792	76
4523	91	4577	89	4631	82	4685	88	4739	01	4793	82
4524	89	4578	80	4632	905	4686	92	4740	2,92	4794	825
4525	84	4579	84	4633	875	4687	96	4741	985	4795	795
4526	88	4580	90	4634	875	4688	935	4742	955	4796	75
4527	88	4581	915	4635	815	4689	85	4743	92	4797	79
4528	84	4582	885	4636	90	4690	905	4744	895	4798	82
4529	90	4583	91	4637	895	4691	88	4745	99	4799	86
4530	97	4584	3,02	4638	805	4692	87	4746	90	4800	86
4531	3,015	4585	2,97	4639	995	4693	90	4747	90	4801	91
4532	2,955	4586	97	4640	86	4694	85	4748	795	4802	3,05
4533	3,00	4587	3,015	4641	905	4695	90	4749	91	4803	2,885
4534	2,98	4588	010	4642	975	4696	835	4750	915	4804	925
4535	3,01	4589	2,965	4643	82	4697	98	4751	855	4805	3,075
4536	2,955	4590	875	4644	3,005	4698	95	4752	89	4806	115

Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm
4807	2,98	4861	2,865	4915	2,86	4969	2,93	5023	2,89	5077			2,825
4808	95	4862	87	4916	925	4970	97	5024	90	5078			91
4809	97	4863	81	4917	945	4971	94	5025	935	5079			905
4810	97	4864	855	4918	93	4972	91	5026	815	5080			86
4811	96	4865	915	4919	3,03	4973	3,095	5027	895	5081			885
4812	90	4866	95	4920	2,97	4974	01	5028	89	5082			91
4813	90	4867	97	4921	95	4975	2,915	5029	975	5083			845
4814	89	4868	98	4922	3,07	4976	965	5030	95	5084			955
4815	90	4869	3,015	4923	025	4977	97	5031	97	5085			865
4816	84	4870	2,965	4924	975	4978	94	5032	915	5086			3,02
4817	87	4871	3,00	4925	03	4979	86	5033	875	5087			2,88
4818	86	4872	02	4926	06	4980	93	5034	95	5088			78
4819	86	4873	2,975	4927	005	4981	905	5035	92	5089			3,005
4820	885	4874	965	4928	035	4982	915	5036	875	5090			2,915
4821	835	4875	975	4929	2,95	4983	91	5037	87	5091			995
4822	88	4876	3,00	4930	82	4984	865	5038	83	5092			97
4823	89	4877	2,975	4931	86	4985	89	5039	92	5093			93
4824	87	4878	955	4932	90	4986	775	5040	875	5094			98
4825	84	4879	895	4933	85	4987	93	5041	975	5095			835
4826	86	4880	91	4934	82	4988	93	5042	950	5096			885
4827	78	4881	955	4935	85	4989	91	5043	98	5097			83
4828	78	4882	895	4936	775	4990	885	5044	3,055	5098			81
4829	81	4883	98	4937	855	4991	92	5045	02	5099			86
4830	90	4884	87	4938	89	4992	835	5046	2,915	5100			835
4831	92	4885	88	4939	895	4993	92	5047	3,025	5101			825
4832	91	4886	95	4940	965	4994	885	5048	2,96	5102			84
4833	92	4887	93	4941	935	4995	86	5049	3,06	5103			80
4834	88	4888	92	4942	3,005	4996	90	5050	2,99	5104			805
4835	925	4889	91	4943	2,98	4997	885	5051	3,02	5105			885
4836	3,025	4890	86	4944	3,04	4998	90	5052	2,995	5106			94
4837	2,985	4891	885	4945	01	4999	93	5053	90	5107			985
4838	3,975	4892	905	4946	2,93	5000	86	5054	985	5108			3,045
4839	02	4893	95	4947	3,04	5001	99	5055	3,035	5109			045
4840	01	4894	89	4948	2,95	5002	98	5056	2,965	5110			05
4841	01	4895	875	4949	955	5003	3,005	5057	96	5111			085
4842	015	4896	95	4950	985	5004	045	5058	95	5112			2,935
4843	2,970	4897	3,025	4951	88	5005	2,98	5059	895	5113			3,025
4844	945	4898	2,93	4952	90	5006	3,03	5060	875	5114			2,99
4845	3,00	4899	98	4953	835	5007	2,95	5061	935	5115			90
4846	2,94	4900	91	4954	875	5008	985	5062	925	5116			915
4847	88	4901	90	4955	855	5009	3,05	5063	87	5117			785
4848	85	4902	92	4956	895	5010	2,975	5064	86	5118			73
4849	81	4903	87	4957	925	5011	965	5065	805	5119			755
4850	89	4904	96	4958	855	5012	975	5066	875	5120			835
4851	92	4905	835	4959	85	5013	99	5067	895	5121			87
4852	835	4906	88	4960	82	5014	965	5068	845	5122			81
4853	91	4907	895	4961	79	5015	94	5069	895	5123			89
4854	82	4908	88	4962	77	5016	975	5070	87	5124			805
4855	995	4909	90	4963	775	5017	88	5071	945	5125			915
4856	86	4910	90	4964	795	5018	99	5072	85	5126			81
4857	91	4911	96	4965	815	5019	91	5073	865	5127			955
4858	83	4912	91	4966	815	5020	90	5074	935	5128			885
4859	815	4913	98	4967	86	5021	935	5075	915	5129			90
4860	86	4914	94	4968	925	5022	895	5076	935	5130			87

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
5131	2,87	5185	2,865	5239	2,875	5293	2,945	5347	3,005	5401	2,925
5132	87	5186	895	5240	865	5294	3,005	5348	2,955	5402	975
5133	86	5187	88	5241	87	5295	2,94	5349	94	5403	995
5134	88	5188	80	5242	93	5296	865	5350	865	5404	3,04
5135	90	5189	845	5243	905	5297	96	5351	915	5405	2,89
5136	90	5190	73	5244	97	5298	955	5352	90	5406	89
5137	915	5191	78	5245	92	5299	3,015	5353	945	5407	94
5138	975	5192	765	5246	965	5300	2,96	5354	955	5408	96
5139	94	5193	72	5247	3,03	5301	935	5355	825	5409	995
5140	955	5194	675	5248	04	5302	965	5356	865	5410	96
5141	945	5195	71	5249	03	5303	3,005	5357	85	5411	90
5142	3,00	5196	645	5250	045	5304	07	5358	89	5412	885
5143	2,945	5197	58	5251	2,995	5305	01	5359	85	5413	99
5144	87	5198	62	5252	3,095	5306	2,985	5360	735	5414	925
5145	89	5199	52	5253	12	5307	915	5361	855	5415	965
5146	95	5200	545	5254	025	5308	97	5362	90	5416	83
5147	885	5201	3,11	5255	065	5309	99	5363	925	5417	825
5148	895	5202	03	5256	2,99	5310	965	5364	95	5418	945
5149	875	5203	00	5257	3,00	5311	915	5365	99	5419	98
5150	835	5204	2,91	5258	03	5312	845	5366	885	5420	99
5151	86	5205	88	5259	03	5313	89	5367	3,07	5421	3,075
5152	86	5206	99	5260	2,975	5314	945	5368	10	5422	095
5153	86	5207	92	5261	87	5315	995	5369	10	5423	11
5154	845	5208	91	5262	3,00	5316	85	5370	055	5424	21
5155	875	5209	845	5263	2,975	5317	875	5371	2,985	5425	14
5156	86	5210	925	5264	95	5318	96	5372	3,02	5426	97
5157	885	5211	88	5265	865	5319	3,05	5373	035	5427	11
5158	785	5212	94	5266	91	5320	2,99	5374	2,985	5428	07
5159	845	5213	94	5267	88	5321	95	5375	91	5429	17
5160	895	5214	92	5268	855	5322	98	5376	89	5430	08
5161	94	5215	91	5269	885	5323	3,10	5377	92	5431	2,88
5162	95	5216	95	5270	75	5324	2,965	5378	01	5432	865
5163	92	5217	965	5271	72	5325	3,00	5379	87	5433	915
5164	925	5218	99	5272	86	5326	2,935	5380	93	5434	97
5165	935	5219	965	5273	805	5327	92	5381	85	5435	94
5166	92	5220	955	5274	955	5328	895	5382	92	5436	855
5167	90	5221	3,005	5275	845	5329	965	5383	3,005	5437	755
5168	825	5222	06	5276	925	5330	995	5384	035	5438	84
5169	825	5223	02	5277	3,02	5331	915	5385	2,975	5439	935
5170	83	5224	01	5278	06	5332	83	5386	915	5440	90
5171	88	5225	2,935	5279	08	5333	89	5387	98	5441	855
5172	845	5226	95	5280	01	5334	915	5388	995	5442	845
5173	88	5227	3,00	5281	01	5335	935	5389	3,955	5443	98
5174	82	5228	2,995	5282	2,99	5336	86	5390	01	5444	975
5175	925	5229	87	5283	3,045	5337	895	5391	2,98	5445	910
5176	905	5230	9	5284	055	5338	925	5392	3,02	5446	855
5177	3,035	5231	975	5285	2,94	5339	99	5393	06	5447	895
5178	035	5232	3,005	5286	96	5340	3,02	5394	01	5448	820
5179	005	5233	2,865	5287	97	5341	2,93	5395	135	5449	860
5180	015	5234	895	5288	94	5342	905	5396	2,985	5450	845
5181	2,945	5235	935	5289	98	5343	845	5397	96	5451	835
5182	3,01	5236	895	5290	93	5344	96	5398	3,08	5452	905
5183	2,97	5237	93	5291	895	5345	935	5399	05	5453	935
5184	3,00	5238	92	5292	935	5346	3,065	5400	015	5454	995

Schwin- gang	Wert in mm	Schwin- gang	Wert in mm	Schwin- gang	Wert in mm	Schwin- gang	Wert in mm	Schwin- gang	Wert in mm	Schwin- gang	Wert in mm
5455	3,035										2,975
5456	005	5509	2,955	5563	2,995	5617	3,03	5671	2,90	5725	3,025
5457	01	5510	955	5564	935	5618	015	5672	965	5726	03
5458	06	5511	905	5565	975	5619	2,985	5673	925	5727	2,90
5459	2,96	5512	895	5566	99	5620	92	5674	88	5728	895
5460	3,01	5513	3,10	5567	905	5621	3,00	5675	83	5729	875
5461	2,88	5514	045	5568	895	5622	05	5676	89	5730	95
5462	895	5515	2,985	5569	925	5623	2,90	5677	97	5731	97
5463	85	5516	94	5570	935	5624	96	5678	98	5732	02
5464	94	5517	865	5571	88	5625	92	5679	975	5733	80
5465	98	5518	3,07	5572	70	5626	3,02	5680	91	5734	01
5466	89	5519	02	5573	90	5627	2,94	5681	955	5735	895
5467	88	5520	2,95	5574	90	5628	90	5682	92	5736	035
5468	885	5521	83	5575	91	5629	87	5683	82	5737	90
5469	91	5522	83	5576	85	5630	80	5684	81	5738	87
5470	945	5523	915	5577	86	5631	94	5685	815	5739	84
5471	98	5524	925	5578	81	5632	90	5686	905	5740	85
5472	83	5525	86	5579	84	5633	86	5687	86	5741	80
5473	905	5526	855	5580	885	5634	835	5688	81	5742	83
5474	895	5527	93	5581	95	5635	895	5689	715	5743	845
5475	945	5528	94	5582	91	5636	98	5690	795	5744	855
5476	865	5529	975	5583	95	5637	3,00	5691	895	5745	86
5477	84	5530	99	5584	965	5638	2,92	5692	93	5746	90
5478	83	5531	87	5585	3,015	5639	885	5693	815	5747	975
5479	86	5532	91	5586	03	5640	905	5694	82	5748	05
5480	3,04	5533	955	5587	2,96	5641	945	5695	92	5749	055
5481	2,89	5534	3,015	5588	3,015	5642	910	5696	985	5750	3,035
5482	88	5535	2,955	5589	015	5643	88	5697	3,04	5751	06
5483	875	5536	92	5590	2,95	5644	845	5698	2,965	5752	05
5484	98	5537	85	5591	3,05	5645	84	5699	93	5753	01
5485	3,01	5538	995	5592	2,93	5646	915	5700	3,03	5754	00
5486	025	5539	98	5593	94	5647	93	5701	06	5755	11
5487	2,98	5540	905	5594	81	5648	935	5702	075	5756	09
5488	3,045	5541	895	5595	81	5649	88	5703	035	5757	07
5489	12	5542	845	5596	3,04	5650	85	5704	03	5758	2,025
5490	04	5543	98	5597	2,94	5651	955	5705	2,95	5759	09
5491	025	5544	975	5598	89	5652	95	5706	3,19	5760	05
5492	00	5545	91	5599	82	5653	980	5707	3,03	5761	025
5493	2,98	5546	855	5600	75	5654	3,035	5708	03	5762	885
5494	98	5547	895	5601	89	5655	2,98	5709	00	5763	845
5495	96	5548	82	5602	85	5656	98	5710	2,89	5764	70
5496	97	5549	86	5603	845	5657	97	5711	93	5765	85
5497	86	5550	845	5604	765	5658	97	5712	89	5766	85
5498	89	5551	835	5605	85	5659	3,06	5713	835	5767	88
5499	92	5552	905	5606	87	5660	095	5714	770	5768	845
5500	95	5553	935	5607	87	5661	2,985	5715	755	5769	835
5501	95	5554	995	5608	93	5662	955	5716	755	5770	83
5502	93	5555	3,035	5609	89	5663	3,015	5717	825	5771	045
5503	93	5556	005	5610	835	5664	015	5718	82	5772	3,015
5504	98	5557	01	5611	855	5665	2,985	5719	89	5773	2,94
5505	3,015	5558	06	5612	92	5666	945	5720	865	5774	92
5506	2,91	5559	10	5613	925	5667	905	5721	88	5775	945
5507	905	5560	05	5614	845	5668	895	5722	985	5776	945
5508	84	5561	025	5615	89	5669	97	5723	3,07	5777	975
		5562	2,985	5616	92	5670	3,105	5724	03	5778	
					3,00		105		2,99		

Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm
5779	2,995	5833	3,01	5887	3,015	5941	2,785	5995	3,05	6049	2,86
5780	915	5834	2,965	5888	2,995	5942	855	5996	04	6050	97
5781	995	5835	985	5889	3,07	5943	915	5997	2,92	6051	98
5782	99	5836	955	5890	2,98	5944	3,065	5998	84	6052	935
5783	3,085	5837	865	5891	935	5945	06	5999	92	6053	885
5784	045	5838	945	5892	980	5946	02	6000	95	6054	3,00
5785	2,98	5839	915	5893	3,015	5947	015	6001	83	6055	02
5786	98	5840	89	5894	065	5948	2,925	6002	86	6056	2,965
5787	3,055	5841	885	5895	2,945	5949	3,03	6003	85	6057	895
5788	075	5842	84	5896	895	5950	02	6004	82	6058	89
5789	045	5843	83	5897	885	5951	2,965	6005	875	6059	915
5790	2,965	5844	895	5898	92	5952	905	6006	890	6060	99
5791	92	5845	86	5899	935	5953	91	6007	805	6061	995
5792	90	5846	895	5900	955	5954	99	6008	81	6062	99
5793	3,02	5847	93	5901	75	5955	945	6009	845	6063	92
5794	2,905	5848	945	5902	93	5956	925	6010	90	6064	3,01
5795	3,015	5849	965	5903	92	5957	915	6011	82	6065	2,99
5796	2,935	5850	89	5904	96	5958	895	6012	83	6066	3,03
5797	935	5851	995	5905	89	5959	955	6013	90	6067	2,94
5798	3,04	5852	3,005	5906	88	5960	3,055	6014	91	6068	905
5799	2,925	5853	02	5907	84	5961	2,95	6015	99	6069	94
5800	94	5854	2,945	5908	3,005	5962	94	6016	88	6070	3,05
5801	86	5855	905	5909	2,975	5963	90	6017	3,04	6071	10
5802	90	5856	94	5910	915	5964	92	6018	2,995	6072	2,94
5803	3,01	5857	93	5911	860	5965	995	6019	3,045	6073	865
5804	01	5858	96	5912	805	5966	880	6020	01	6074	92
5805	2,93	5859	975	5913	94	5967	920	6021	01	6075	905
5806	895	5860	925	5914	975	5968	870	6022	2,915	6076	92
5807	895	5861	895	5915	955	5969	980	6023	915	6077	90
5808	94	5862	925	5916	96	5970	955	6024	98	6078	845
5809	93	5863	97	5917	955	5971	995	6025	95	6079	88
5810	98	5864	94	5918	3,06	5972	995	6026	90	6080	935
5811	89	5865	91	5919	06	5973	96	6027	86	6081	95
5812	87	5866	85	5920	10	5974	3,00	6028	89	6082	86
5813	98	5867	965	5921	035	5975	07	6029	91	6083	83
5814	99	5868	960	5922	065	5976	015	6030	92	6084	83
5815	94	5869	985	5923	095	5977	2,865	6031	81	6085	86
5816	81	5870	895	5924	025	5978	94	6032	83	6086	94
5817	84	5871	875	5925	15	5979	885	6033	92	6087	91
5818	93	5872	975	5926	01	5980	945	6034	935	6088	85
5819	91	5873	975	5927	2,995	5981	96	6035	925	6089	91
5820	97	5874	94	5928	3,035	5982	85	6036	95	6090	3,025
5821	93	5875	90	5929	01	5983	86	6037	905	6091	115
5822	92	5876	87	5930	2,935	5984	875	6038	905	6092	075
5823	3,01	5877	89	5931	850	5985	930	6039	3,01	6093	055
5824	09	5878	89	5932	875	5986	5,10	6040	02	6094	03
5825	04	5879	90	5933	835	5987	885	6041	2,985	6095	095
5826	02	5880	90	5934	905	5988	98	6042	915	6096	055
5827	07	5881	86	5935	86	5989	97	6043	82	6097	11
5828	05	5882	95	5936	745	5990	3,095	6044	95	6098	2,985
5829	07	5883	955	5937	795	5991	065	6045	96	6099	955
5830	035	5884	965	5938	78	5992	065	6046	84	6100	985
5831	01	5885	885	5939	85	5993	2,955	6047	92	6101	955
5832	2,965	5886	905	5940	89	5994	98	6048	92	6102	84

Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm
6103	2,90	6157	3,955	6211	2,90	6265	2,86	6319	2,845	6373	2,94
6104	84	6158	97	6212	985	6266	87	6320	995	6374	2,985
6105	87	6159	13	6213	3,00	6267	73	6321	995	6375	995
6106	90	6160	2,995	6214	2,90	6268	865	6322	935	6376	3,03
6107	90	6161	3,91	6215	985	6269	80	6323	93	6377	2,91
6108	82	6162	2,955	6216	655	6270	745	6324	975	6378	95
6109	78	6163	3,92	6217	98	6271	785	6325	3,01	6379	89
6110	93	6164	2,855	6218	89	6272	77	6326	985	6380	95
6111	86	6165	775	6219	86	6273	79	6327	94	6381	93
6112	89	6166	795	6220	725	6274	885	6328	94	6382	85
6113	87	6167	875	6221	835	6275	865	6329	2,93	6383	76
6114	83	6168	825	6222	88	6276	825	6330	945	6384	74
6115	92	6169	81	6223	88	6277	85	6331	955	6384	84
6116	945	6170	81	6224	94	6278	85	6332	3,07	6385	85
6117	96	6171	77	6225	84	6279	845	6333	2,91	6386	91
6118	94	6172	80	6226	3,00	6280	865	6334	92	6387	83
6119	90	6173	935	6227	2,925	6281	90	6335	935	6388	85
6120	875	6174	975	6228	3,07	6282	3,07	6336	925	6389	95
6121	95	6175	3,03	6229	99	6283	865	6337	88	6390	98
6122	97	6176	2,975	6230	98	6284	90	6338	95	6391	985
6123	3,00	6177	925	6231	01	6285	2,88	6339	83	6392	93
6124	2,91	6178	3,075	6232	035	6286	90	6340	82	6393	985
6125	93	6179	2,955	6233	2,96	6287	915	6341	89	6394	3,01
6126	955	6180	88	6234	3,04	6288	91	6342	955	6395	2,975
6127	97	6181	88	6235	2,985	6289	915	6343	895	6396	3,005
6128	90	6182	785	6236	2,945	6290	96	6344	865	6397	2,90
6129	88	6183	90	6237	2,88	6291	3,02	6345	895	6398	94
6130	79	6184	92	6238	92	6292	3,02	6346	3,12	6399	97
6131	89	6185	865	6239	91	6293	2,905	6347	93	6400	93
6132	94	6186	98	6240	89	6294	3,005	6348	015	6401	95
6133	92	6187	985	6241	80	6295	2,94	6349	2,905	6402	935
6134	82	6188	3,935	6242	835	6296	95	6350	98	6403	79
6135	86	6189	2,97	6243	795	6297	3,02	6351	3,22	6404	89
6136	88	6190	2,97	6244	90	6298	93	6352	2,90	6405	915
6137	86	6191	935	6245	91	6299	2,985	6353	79	6406	945
6138	3,00	6192	91	6246	80	6300	945	6354	70	6407	865
6139	2,965	6193	915	6247	815	6301	90	6355	795	6408	84
6140	875	6194	90	6248	855	6302	805	6356	845	6409	855
6141	995	6195	855	6249	895	6303	90	6357	875	6410	95
6142	985	6196	835	6250	985	6304	82	6358	815	6411	905
6143	925	6197	90	6251	985	6305	825	6359	765	6412	845
6144	94	6198	95	6252	875	6306	99	6360	855	6413	785
6145	715	6199	965	6253	835	6307	99	6361	855	6414	78
6146	87	6200	815	6254	825	6308	94	6362	89	6415	92
6147	86	6201	93	6255	3,07	6309	95	6363	83	6416	87
6148	85	6202	92	6256	2,97	6310	965	6364	80	6417	91
6149	87	6203	99	6257	3,01	6311	89	6365	88	6418	79
6150	83	6204	99	6258	2,895	6312	89	6366	88	6419	93
6151	86	6205	95	6259	995	6313	99	6367	94	6420	99
6152	95	6206	88	6260	98	6314	93	6368	95	6421	99
6153	91	6207	3,01	6261	02	6315	89	6369	3,01	6422	3,03
6154	945	6208	02	6262	02	6316	88	6370	2,945	6423	2,955
6155	845	6209	3,915	6263	2,965	6317	905	6371	3,015	6424	975
6156	3,00	6210	2,895	6264	875	6318	875	6372	00	6425	3,01
			91		96		845		93		11
					95				2,96		

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
6427											
6428	3,10	6481	2,885	6535	3,005	6589	2,95	6643	2,92	6697	2,955
6429	075	6482	95	6536	2,85	6590	3,04	6644	97	6698	885
6430	025	6483	95	6537	825	6591	2,955	6645	3,065	6699	90
6431	2,985	6484	955	6538	935	6592	995	6646	06	6700	88
6432	965	6485	905	6539	885	6593	3,03	6647	035	6701	965
6433	3,025	6486	81	6540	84	6594	10	6648	2,985	6702	895
6434	2,94	6487	855	6541	84	6595	09	6649	89	6703	83
6435	855	6488	86	6542	855	6596	2,96	6650	925	6704	855
6436	75	6489	95	6543	965	6597	995	6651	93	6705	925
6437	74	6490	895	6544	89	6598	3,005	6652	89	6706	935
6438	85	6491	80	6545	87	6599	05	6653	865	6707	870
6439	805	6492	79	6546	795	6600	01	6654	785	6708	855
6440	765	6493	875	6547	87	6601	2,94	6655	875	6709	935
6441	76	6494	965	6548	93	6602	94	6656	865	6710	960
6442	82	6495	955	6549	88	6603	85	6657	90	6711	965
6443	945	6496	3,035	6550	84	6604	86	6658	875	6712	92
6444	89	6497	04	6551	80	6605	925	6659	815	6713	90
6445	95	6498	09	6552	76	6606	855	6660	95	6714	86
6446	92	6499	10	6553	875	6607	83	6661	99	6715	94
6447	905	6500	10	6554	97	6608	74	6662	995	6716	94
6448	955	6501	01	6555	895	6609	87	6663	3,065	6717	915
6449	95	6502	2,99	6556	87	6610	86	6664	01	6718	820
6450	935	6503	985	6557	99	6611	88	6665	2,94	6719	850
6451	845	6504	995	6558	94	6612	80	6666	3,05	6720	825
6452	895	6505	99	6559	3,035	6613	82	6667	2,97	6721	965
6453	915	6506	875	6560	005	6614	845	6668	3,00	6722	885
6454	3,015	6507	825	6561	2,915	6615	90	6669	2,925	6723	89
6455	2,945	6508	82	6562	3,02	6616	3,00	6670	935	6724	935
6456	935	6509	925	6563	055	6617	2,94	6671	93	6725	3,025
6457	91	6510	875	6564	055	6618	84	6672	91	6726	005
6458	3,015	6511	865	6565	01	6619	3,03	6673	85	6727	050
6459	075	6512	92	6566	2,955	6620	02	6674	845	6728	2,975
6460	2,99	6513	96	6567	935	6621	2,975	6675	775	6729	92
6461	925	6514	88	6568	975	6622	92	6676	90	6730	98
6462	97	6515	83	6569	98	6623	915	6677	86	6731	3,045
6463	995	6516	875	6570	965	6624	915	6678	90	6732	2,935
6464	3,04	6517	92	6571	845	6625	3,005	6679	3,005	6733	3,05
6465	2,955	6518	93	6572	90	6626	2,945	6680	2,95	6734	2,97
6466	955	6519	915	6573	85	6627	895	6681	98	6735	99
6467	92	6520	94	6574	875	6628	86	6682	835	6736	97
6468	93	6521	90	6575	93	6629	915	6683	785	6737	3,03
6469	99	6522	96	6576	805	6630	955	6684	835	6738	005
6470	92	6523	995	6577	89	6631	97	6685	950	6739	2,965
6471	905	6524	945	6578	83	6632	925	6686	875	6740	97
6472	835	6525	88	6579	915	6633	935	6687	97	6741	995
6473	93	6526	96	6580	835	6634	90	6688	90	6742	3,00
6474	95	6527	94	6581	85	6635	955	6689	97	6743	2,955
6475	91	6528	975	6582	83	6636	93	6690	3,05	6744	895
6476	98	6529	98	6583	78	6637	97	6691	2,96	6745	915
6477	85	6530	895	6584	88	6638	89	6692	93	6746	985
6478	93	6531	905	6585	91	6639	92	6693	925	6747	915
6479	3,00	6532	915	6586	83	6640	3,025	6694	985	6748	84
6480	2,94	6533	3,01	6587	91	6641	025	6695	3,055	6749	90
	975	6534	2,925	6588	92	6642	00	6696	2,985	6750	85

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
6751	2,925	6805	2,505	6859	2,815	6913	2,855	6967	3,12	7021	2,91
6752	935	6806	54	6860	875	6914	975	6968	2,74	7022	91
6753	91	6807	385	6861	88	6915	955	6969	895	7023	87
6754	90	6808	450	6862	88	6916	95	6970	885	7024	88
6755	835	6809	425	6863	815	6917	87	6971	865	7025	88,5
6756	845	6810	39	6864	805	6918	955	6972	89	7026	83,5
6757	945	6811	835	6865	845	6919	865	6973	88	7027	81
6758	820	6812	3,105	6866	805	6920	86	6974	89	7028	84
6759	830	6813	11	6867	815	6921	99	6975	82	7029	84
6760	835	6814	2,95	6868	745	6922	84	6976	92	7030	79
6761	955	6815	81	6869	80	6923	88	6977	885	7031	3,005
6762	3,005	6816	90	6870	82	6924	84	6978	93	7032	2,505
6763	2,995	6817	97	6871	86	6925	85	6979	91	7033	82
6764	950	6818	3,01	6872	825	6926	91	6980	905	7034	82
6765	3,025	6819	2,81	6873	725	6927	81	6981	945	7035	83
6766	00	6820	885	6874	79	6928	76	6982	94	7036	92,5
6767	115	6821	815	6875	81	6929	84	6983	975	7037	90,5
6768	080	6822	88	6876	875	6930	76	6984	96	7038	91
6769	2,980	6823	865	6877	775	6931	87	6985	955	7039	90
6770	930	6824	795	6878	92	6932	80	6986	98	7040	92
6771	3,030	6825	84	6879	945	6933	805	6987	975	7041	94
6772	035	6826	855	6880	3,975	6934	86	6988	985	7042	89
6773	035	6827	80	6881	2,83	6935	855	6989	905	7043	92
6774	2,945	6828	780	6882	94	6936	89	6990	97	7044	88
6775	905	6829	695	6883	95	6937	86	6991	90	7045	82,5
6776	990	6830	75	6884	95	6938	85	6992	3,005	7046	90,5
6777	3,025	6831	815	6885	95	6939	885	6993	2,94	7047	90
6778	2,95	6832	80	6886	975	6940	89	6994	915	7048	80,5
6779	92	6833	745	6887	95	6941	90	6995	865	7049	78,5
6780	84	6834	73	6888	935	6942	855	6996	855	7050	82
6781	82	6835	83	6889	955	6943	90	6997	875	7051	84
6782	88	6836	86	6890	91	6944	88	6998	85	7052	78,5
6783	98	6837	85	6891	92	6945	825	9999	84	7053	75
6784	78	6838	915	6892	975	6946	84	7000	84	7054	80
6785	89	6839	885	6893	3,00	6947	73	7001	91	7055	87
6785	85	6840	3,005	6894	2,91	6948	905	7002	90	7056	88,5
6787	81	6841	045	6895	915	6949	77	7003	925	7057	95
6788	985	6842	055	6896	975	6950	83	7004	89	7058	92
6789	845	6843	2,995	6897	90	6951	845	7005	3,01	7059	3,00
6790	795	6844	98	6898	87	6952	84	7006	01	7060	2,93
6791	81	6845	3,05	6899	855	6953	87	7007	03	7061	90
6792	82	6846	065	6900	01	6954	875	7008	00	7062	3,03
6793	89	6847	04	6901	875	6955	97	7009	055	7063	01
6794	87	6848	015	6902	87	6956	3,02	7010	03	7064	02
6795	81	6849	2,915	6903	775	6957	2,96	7011	015	7065	2,95
6796	77	6850	945	6904	855	6958	3,04	7012	005	7066	3,00
6797	85	6851	98	6905	84	6959	005	7013	01	7067	2,93
6798	82	6852	98	6906	88	6960	2,96	7014	2,93	7068	98
6799	84	6853	95	6907	88	6961	995	7015	965	7069	90
6800	72	6854	87	6908	84	6962	955	7016	3,025	7070	98
6801	66	6855	925	6909	915	6963	985	7017	2,93	7071	88
6802	67	6856	97	6910	97	6964	975	7018	91	7072	92
6803	67	6857	905	6911	955	6965	935	7019	92	7073	80
6804	615	6858	91	6912	925	6966	905	7020	89	7074	92

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
7075	2,885	7129	2,965	7183	2,975	7237	2,99	7291	2,98	7345	2,985
7076	875	7130	93	7184	3,05	7238	88	7292	3,005	7346	3,06
7077	86	7131	905	7185	2,965	7239	925	7293	035	7347	095
7078	82	7132	925	7186	895	7240	885	7294	2,99	7348	11
7079	855	7133	875	7187	915	7241	965	7295	3,01	7349	07
7080	865	7134	86	7188	96	7242	90	7296	2,93	7350	02
7081	78	7135	89	7189	96	7243	86	7297	3,02	7351	095
7082	87	7136	85	7190	91	7244	85	7298	015	7352	095
7083	88	7137	83	7191	89	7245	90	7299	2,98	7353	04
7084	855	7138	88	7192	82	7246	83	7300	865	7354	2,98
7085	84	7139	92	7193	90	7247	825	7301	93	7355	3,015
7086	875	7140	955	7194	90	7248	81	7302	91	7356	04
7087	84	7141	885	7195	845	7249	785	7303	945	7357	2,99
7088	93	7142	95	7196	835	7250	815	7304	94	7358	955
7089	91	7143	93	7197	82	7251	85	7305	835	7359	905
7090	3,025	7144	92	7198	91	7252	755	7306	93	7360	3,00
7091	2,99	7145	3,00	7199	895	7253	805	7307	85	7361	2,985
7092	3,035	7146	03	7200	925	7254	785	7308	3,00	7362	94
7093	2,965	7147	2,97	7201	93	7255	755	7309	2,96	7363	90
7094	3,035	7148	96	7202	865	7256	87	7310	97	7364	89
7095	04	7149	955	7203	845	7257	96	7311	93	7365	86
7096	2,965	7150	995	7204	86	7258	94	7312	945	7366	86
7097	935	7151	96	7205	91	7259	985	7313	925	7367	86
7098	96	7152	94	7206	825	7260	3,07	7314	92	7368	84
7099	98	7153	95	7207	89	7261	055	7315	86	7369	84
7100	97	7154	84	7208	875	7262	02	7316	93	7370	795
7101	92	7155	94	7209	84	7263	2,97	7317	3,00	7371	865
7102	91	7156	915	7210	875	7264	995	7318	08	7372	80
7103	88	7157	86	7211	845	7265	2,055	7319	2,94	7373	80
7104	92	7158	945	7212	93	7266	2,96	7320	3,01	7374	785
7105	90	7159	89	7213	825	7267	985	7321	2,985	7375	75
7106	82	7160	3,03	7214	855	7268	955	7322	94	7376	765
7107	865	7161	2,95	7215	905	7269	915	7323	955	7377	785
7108	875	7162	88	7216	89	7270	935	7324	96	7378	845
7109	86	7163	825	7217	905	7271	955	7325	92	7379	86
7110	81	7164	925	7218	88	7272	925	7326	3,00	7380	74
7111	865	7165	81	7219	92	7273	88	7327	2,94	7381	825
7112	84	7166	765	7220	90	7274	835	7328	3,07	7382	815
7113	875	7167	835	7221	3,01	7275	895	7329	2,91	7383	915
7114	88	7168	865	7222	2,97	7276	85	7330	92	7384	855
7115	84	7169	935	7223	3,01	7277	91	7331	93	7385	90
7116	82	7170	855	7224	2,97	7278	81	7332	92	7386	865
7117	88	7171	84	7225	95	7279	82	7333	94	7387	945
7118	89	7172	87	7226	3,095	7280	875	7334	865	7388	955
7119	91	7173	96	7227	045	7281	90	7335	835	7389	955
7120	89	7174	3,02	7228	01	7282	895	7336	87	7390	90
7121	91	7175	075	7229	005	7283	88	7337	835	7391	87
7122	87	7176	02	7230	005	7284	865	7338	79	7392	99
7123	905	7177	2,99	7231	2,985	7285	84	7339	795	7393	945
7124	935	7178	3,105	7232	3,00	7286	905	7340	81	7394	975
7125	99	7179	065	7233	2,975	7287	875	7341	87	7395	995
7126	95	7180	2,985	7234	97	7288	87	7342	82	7396	955
7127	93	7181	08	7235	98	7289	92	7343	91	7397	915
7128	90	7182	3,00	7236	94	7290	98	7344	95	7398	875

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
7399	2,925	7453	2,975	7507	2,775	7561	3,06	7615	2,915	7669	2,855
7400	88	7454	99	7508	775	7562	03	7616	92	7670	845
7401	88	7455	98	7509	855	7563	2,975	7617	92	7671	87
7402	84	7456	965	7510	890	7564	935	7618	3,01	7672	89
7403	90	7457	985	7511	850	7565	995	7619	01	7673	90
7404	88	7458	94	7512	955	7566	98	7620	2,90	7674	015
7405	86	7459	915	7513	92	7567	935	7621	985	7675	3,145
7406	82	7460	945	7514	955	7568	91	7622	3,015	7676	11
7407	865	7461	93	7515	950	7569	97	7623	01	7677	07
7408	855	7462	92	7516	955	7570	905	7624	03	7678	085
7409	935	7463	845	7517	93	7571	96	7625	2,985	7679	035
7410	87	7464	885	7518	935	7572	885	7626	3,005	7680	035
7411	92	7465	86	7519	895	7573	915	7627	2,96	7681	055
7412	96	7466	92	7520	91	7574	85	7628	3,02	7682	015
7413	3,02	7467	87	7521	905	7575	88	7629	2,98	7683	015
7414	02	7468	86	7522	995	7576	93	7630	96	7684	2,965
7415	035	7469	87	7523	94	7577	835	7631	97	7685	955
7416	2,99	7470	86	7524	975	7578	80	7632	97	7686	915
7417	3,02	7471	905	7525	915	7579	85	7633	905	7687	950
7418	00	7472	845	7526	95	7580	97	7634	890	7688	025
7419	005	7473	88	7527	90	7581	88	7635	890	7689	00
7420	2,955	7474	905	7528	93	7582	945	7636	875	7690	91
7421	94	7475	980	7529	915	7583	925	7637	87	7691	83
7422	90	7476	995	7530	94	7584	98	7638	88	7692	92
7423	97	7477	965	7531	830	7585	3,06	7639	855	7693	00
7424	94	7478	825	7532	895	7586	01	7640	895	7694	835
7425	94	7479	805	7533	81	7587	06	7641	88	7695	815
7426	865	7480	935	7534	84	7588	2,965	7642	865	7696	80
7427	885	7481	945	7535	84	7589	3,005	7643	930	7697	87
7428	90	7482	845	7536	915	7590	06	7644	885	7698	815
7429	85	7483	87	7537	815	7591	025	7645	915	7699	830
7430	87	7484	91	7538	88	7592	04	7646	935	7700	725
7431	84	7485	915	7539	83	7593	2,955	7647	90	7701	83
7432	835	7486	955	7540	88	7594	98	7648	95	7702	75
7433	825	7487	94	7541	88	7595	975	7649	915	7703	80
7434	86	7488	88	7542	92	7596	985	7650	905	7704	785
7435	805	7489	945	7543	815	7597	94	7651	95	7705	830
7436	765	7490	965	7544	835	7598	96	7652	85	7706	835
7437	82	7491	3,075	7545	82	7599	90	7653	93	7707	80
7438	90	7492	935	7546	81	7600	3,01	7654	855	7708	88
7439	94	7493	2,96	7547	835	7601	2,955	7655	865	7709	86
7440	92	7494	3,025	7548	815	7602	875	7656	86	7710	73
7441	895	7495	930	7549	86	7603	86	7657	975	7711	80
7442	925	7496	08	7550	795	7604	88	7658	3,080	7712	86
7443	995	7497	97	7551	845	7605	81	7659	2,965	7713	825
7444	3,055	7498	065	7552	86	7606	95	7660	905	7714	78
7445	06	7499	2,995	7553	97	7607	80	7661	930	7715	78
7446	05	7500	3,015	7554	99	7608	88	7662	915	7716	75
7447	01	7501	2,995	7555	3,11	7609	82	7663	81	7717	835
7448	05	7502	90	7556	06	7610	81	7664	915	7718	80
7449	02	7503	88	7557	025	7611	89	7665	815	7719	90
7450	025	7504	835	7558	025	7612	83	7666	82	7720	815
7451	035	7505	845	7559	04	7613	925	7667	835	7721	885
7452	005	7506	87	7560	2,97	7614	91	7668	855	7722	95

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
7723	3,915	7777	2,815	7831	2,93	7885	2,89	7939	2,855	7993	2,825
7724	2,950	7778	87	7832	905	7886	85	7940	815	7994	94
7725	985	7779	90	7833	885	7887	85	7941	905	7995	85
7726	97	7780	88	7834	860	7888	80	7942	84	7996	85,5
7727	93	7781	87	7835	93	7889	3,04	7943	85,5	7997	86
7728	935	7782	93	7836	89	7890	2,925	7944	86	7998	79,5
7729	975	7783	93	7837	855	7891	3,030	7945	82	7999	84,5
7730	86	7784	94	7838	81	7892	04	7946	88	8000	82,5
7731	895	7785	92	7839	855	7893	005	7947	90	8001	86
7732	905	7786	94	7840	890	7894	03	7948	94,5	8002	87
7733	89	7787	95	7841	945	7895	2,01	7949	97,5	8003	89
7734	93	7788	90	7842	98	7896	3,04	7950	94,5	8004	97
7735	85	7789	90	7843	985	7897	09	7951	95,5	8005	82
7736	82	7790	88	7844	3,035	7898	2,99	7952	97	8006	91
7737	87	7791	89	7845	07	7899	99	7953	93	8007	89
7738	85	7792	93,5	7846	135	7900	95,5	7954	97	8008	88
7739	87	7793	95	7847	015	7901	99,5	7955	93,5	8009	86
7740	85	7794	94	7848	06	7902	93	7956	980	8010	3,00
7741	80	7795	94	7849	06	7903	3,00	7957	940	8011	2,895
7742	87	7796	95	7850	055	7904	2,95	7958	89,5	8012	89,5
7743	89	7797	92,5	7851	2,980	7905	90	7959	91	8013	95
7744	95	7798	85,5	7852	3,045	7906	97	7960	97	8014	3,00
7745	84,5	7799	82	7853	015	7907	97	7961	93	8015	02
7746	80,5	7800	86	7854	2,99	7908	98	7962	94	8016	04
7747	94	7801	88,5	7855	96,5	7909	82,5	7963	96	8017	04
7748	3,03	7802	95	7856	08	7910	88,5	7964	92,5	8018	00
7749	02	7803	87	7857	95,5	7911	86	7965	82,5	8019	03
7750	2,995	7804	83	7858	95,5	7912	88	7966	95,5	8020	07
7751	93,5	7805	90	7859	93,5	7913	90	7967	88,5	8021	01,5
7752	98	7806	94	7860	92,5	7914	83	7968	90	8022	2,995
7753	3,00	7807	89	7861	90	7915	86	7969	93	8023	3,01
7754	2,995	7808	3,015	7862	94	7916	81	7970	90	8024	2,965
7755	99,5	7809	2,875	7863	93	7917	85	7971	91	8025	99,5
7756	90	7810	88	7864	89	7918	79	7972	88	8026	96,5
7757	92	7811	3,03	7865	83	7919	83	7973	88	8027	96,5
7758	99	7812	03	7866	88,5	7920	77,5	7974	93	8028	94
7759	3,005	7813	2,895	7867	780	7921	75,5	7975	3,035	8029	94
7760	2,895	7814	97,5	7868	91,5	7922	81	7976	03,5	8030	87
7761	89	7815	91	7869	85	7923	80	7977	04,5	8031	96
7762	86,5	7816	99	7870	83	7924	82	7978	09,5	8032	84,5
7763	960	7817	90	7871	83	7925	78	7979	04	8033	76,5
7764	880	7818	92	7872	82,5	7926	80,5	7980	07	8034	93
7765	90,5	7819	90,5	7873	79	7927	86,5	7981	04	8035	86
7766	83	7820	83,5	7874	74,5	7928	88	7982	00	8036	92
7767	83	7821	90	7875	77	7929	99	7983	2,95	8037	87,5
7768	82	7822	80	7876	75,5	7930	96	7984	3,03	8038	78,5
7769	86	7823	81	7877	76,5	7931	96	7985	05	8039	82
7770	84	7824	86,5	7878	84	7932	98,5	7986	2,97	8040	79
7771	85	7825	890	7879	79,5	7933	92,5	7987	90	8041	79,5
7772	78,5	7826	3,06	7880	82	7934	97,5	7988	91	8042	75
7773	580	7827	2,955	7881	74,5	7935	91,5	7989	87	8043	82
7774	81,5	7828	99	7882	79,5	7936	91	7990	91	8044	82
7775	85	7829	99	7883	82,5	7937	93	7991	91,5	8045	81,5
7776	85,5	7830	91,5	7884	80	7938	87	7992	92	8046	84,5

Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm
8047	2,845	8101	2,855	8155	3,035	8209	2,87	8263	3,03	8317	2,955		
8048	795	8102	905	8156	2,87	8210	83	8264	2,93	8318	925		
8049	77	8103	79	8157	955	8211	825	8265	995	8319	995		
8050	915	8104	86	8158	985	8212	935	8266	965	8320	805		
8051	805	8105	85	8159	995	8213	89	8267	97	8321	855		
8052	85	8106	845	8160	925	8214	96	8268	96	8322	84		
8053	80	8107	855	8161	985	8215	96	8269	945	8323	90		
8054	885	8108	92	8162	3,03	8216	92	8270	86	8324	865		
8055	92	8109	92	8163	96	8217	885	8271	98	8325	925		
8056	955	8110	98	8164	93	8218	945	8272	94	8326	985		
8057	91	8111	91	8165	955	8219	99	8273	995	8327	3,105		
8058	95	8112	945	8166	925	8220	915	8274	895	8328	2,93		
8059	935	8113	995	8167	965	8221	87	8275	885	8329	995		
8060	975	8114	3,065	8168	2,945	8222	875	8276	79	8330	3,015		
8061	3,02	8115	965	8169	3,04	8223	85	8277	96	8331	2,99		
8062	2,95	8116	93	8170	93	8224	80	8278	85	8332	97		
8063	98	8117	95	8171	91	8225	85	8279	935	8333	95		
8064	98	8118	95	8172	995	8226	89	8280	885	8334	995		
8065	93	8119	93	8173	2,975	8227	95	8281	865	8335	995		
8066	99	8120	925	8174	92	8228	965	8282	985	8336	94		
8067	91	8121	96	8175	86	8229	955	8283	91	8337	83		
8068	94	8122	915	8176	94	8230	3,00	8284	96	8338	89		
8069	94	8123	2,985	8177	97	8231	2,995	8285	3,005	8339	995		
8070	95	8124	3,045	8178	925	8232	99	8286	955	8340	885		
8071	895	8125	2,935	8179	855	8233	3,075	8287	965	8341	83		
8072	925	8126	915	8180	92	8234	90	8288	985	8342	855		
8073	91	8127	94	8181	99	8235	2,975	8289	96	8343	865		
8074	88	8128	3,00	8182	87	8236	97	8290	11	8344	88		
8075	885	8129	2,99	8183	99	8237	975	8291	92	8345	88		
8076	895	8130	94	8184	89	8238	3,01	8292	97	8346	3,01		
8077	79	8131	935	8185	95	8239	2,96	8293	94	8347	2,995		
8078	88	8132	855	8186	89	8240	875	8294	98	8348	3,055		
8079	835	8133	96	8187	96	8241	98	8295	2,99	8349	97		
8080	90	8134	955	8188	93	8242	945	8296	97	8350	2,915		
8081	93	8135	995	8189	89	8243	95	8297	3,01	8351	3,02		
8082	955	8136	88	8190	91	8244	99	8298	3,06	8352	965		
8083	91	8137	91	8191	3,01	8245	99	8299	995	8353	2,96		
8084	3,00	8138	92	8192	90	8246	925	8300	96	8354	95		
8085	2,95	8139	90	8193	2,095	8247	99	8301	925	8355	95		
8086	97	8140	87	8194	945	8248	965	8302	99	8356	93		
8087	3,025	8141	925	8195	99	8249	94	8303	93	8357	89		
8088	2,96	8142	92	8196	94	8250	93	8304	93	8358	915		
8089	935	8143	945	8197	95	8251	93	8305	99	8359	945		
8090	96	8144	94	8198	96	8252	99	8306	85	8360	91		
8091	98	8145	96	8199	91	8253	3,00	8307	94	8361	91		
8092	93	8146	895	8200	96	8254	92	8308	87	8362	895		
8093	99	8147	945	8201	995	8255	2,99	8309	93	8363	90		
8094	995	8148	91	8202	865	8256	97	8310	86	8364	865		
8095	99	8149	93	8203	94	8257	99	8311	85	8365	82		
8096	895	8150	90	8204	86	8258	3,035	8312	835	8366	87		
8097	995	8151	99	8205	86	8259	955	8313	935	8367	855		
8098	885	8152	87	8206	92	8260	2,97	8314	97	8368	85		
8099	905	8153	935	8207	88	8261	98	8315	93	8369	87		
8100	855	8154	88	8208	90	8262	99	8316	925	8370			

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
8371	2,735	8425	2,965	8479	2,935	8533	2,90	8587	2,875	8641	2,855
8372	795	8426	995	8480	3,025	8534	85	8588	825	8642	81
8373	895	8427	92	8481	2,99	8535	80	8589	69	8643	805
8374	955	8428	97	8482	89	8536	80	8590	855	8644	835
8375	925	8429	94	8483	3,015	8537	80	8591	74	8645	80
8376	3,055	8430	925	8484	2,995	8538	81	8592	805	8646	795
8377	095	8431	93	8485	92	8539	865	8593	75	8647	765
8378	135	8432	965	8486	915	8540	855	8594	72	8648	77
8379	10	8433	925	8487	915	8541	855	8595	70	8649	755
8380	02	8434	925	8488	3,015	8542	845	8596	77	8650	86
8381	03	8435	91	8489	2,955	8543	91	8597	79	8651	91
8382	005	8436	92	8490	86	8544	88	8598	82	8652	90
8383	03	8437	895	8491	83	8545	89	8599	80	8653	96
8384	015	8438	885	8492	80	8546	79	8600	82	8654	3,005
8385	2,945	8439	88	8493	785	8547	83	8601	91	8655	93
8386	90	8440	82	8494	825	8548	805	8602	895	8656	92
8387	945	8441	96	8495	825	8549	86	8603	925	8657	945
8388	945	8442	96	8496	89	8550	84	8604	93	8658	96
8389	93	8443	85	8497	945	8551	915	8605	93	8659	94
8390	88	8444	87	8498	935	8552	86	8606	875	8660	2,99
8391	94	8445	80	8499	90	8553	86	8607	905	8661	3,01
8392	785	8446	90	8500	965	8554	85	8608	89	8662	2,95
8393	875	8447	90	8501	915	8555	835	8609	90	8663	3,00
8394	835	8448	88	8502	95	8556	78	8610	81	8664	2,98
8395	775	8449	88	8503	88	8557	885	8611	855	8665	99
8396	725	8450	96	8504	84	8558	92	8612	785	8666	97
8397	705	8451	895	8505	94	8559	86	8613	81	8667	87
8398	79	8452	965	8506	83	8560	81	8614	79	8668	85
8399	87	8453	85	8507	97	8561	80	8615	83	8669	79
8400	76	8454	905	8508	82	8562	3,00	8616	82	8670	80
8401	685	8455	88	8509	80	8563	2,845	8617	79	8671	755
8402	825	8456	905	8510	87	8564	945	8618	83	8672	785
8403	85	8457	94	8511	88	8565	89	8619	79	8673	72
8404	95	8458	91	8512	84	8566	90	8620	76	8674	76
8405	905	8459	855	8513	79	8567	925	8621	98	8675	72
8406	3,015	8460	98	8514	87	8568	97	8622	735	8676	71
8407	2,995	8461	915	8515	90	8569	98	8623	75	8677	635
8408	995	8462	905	8516	95	8570	98	8624	745	8678	715
8409	96	8463	835	8517	955	8571	985	8625	815	8679	635
8410	97	8464	905	8518	985	8572	985	8626	76	8680	705
8411	93	8465	855	8519	3,025	8573	98	8627	82	8681	765
8412	91	8466	95	8520	2,95	8574	965	8628	925	8682	71
8413	01	8467	925	8521	94	8575	885	8629	915	8683	74
8414	2,87	8468	870	8522	97	8576	93	8630	955	8684	855
8415	84	8469	915	8523	98	8577	945	8631	93	8685	84
8416	94	8470	86	8524	925	8578	88	8632	93	8686	90
8417	885	8471	865	8525	925	8579	95	8633	93	8687	85
8418	885	8472	885	8526	93	8580	86	8634	945	8688	89
8419	86	8473	84	8527	86	8581	875	8635	865	8689	91
8420	905	8474	77	8528	91	8582	91	8636	89	8690	92
8421	985	8475	825	8529	83	8583	805	8637	87	8691	79
8422	89	8476	855	8530	885	8584	885	8638	92	8692	845
8423	89	8477	840	8531	86	8585	835	8639	83	8693	795
8424	89	8478	895	8532	88	8586	745	8640	88	8694	88

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
8695	2,86	8749	2,96	8803	2,92	8857	2,84	8911	2,875	8965	2,790
8696	825	8750	98	8804	86	8858	59	8912	87	8966	785
8697	755	8751	98	8805	94	8859	3,21	8913	87	8967	86
8698	85	8752	3,01	8806	93	8860	2,935	8914	80	8968	88
8699	82	8753	01	8807	93	8861	94	8915	80	8969	88
8700	785	8754	00	8808	3,00	8862	99	8916	91	8970	915
8701	745	8755	2,945	8809	2,805	8863	00	8917	925	8971	935
8702	795	8756	925	8810	905	8864	00	8918	87	8972	945
8703	830	8757	3,02	8811	89	8865	915	8919	875	8973	885
8704	855	8758	2,90	8812	91	8866	845	8920	88	8974	94
8705	82	8759	90	8813	85	8867	02	8921	86	8975	925
8706	835	8760	935	8814	89	8868	86	8922	89	8976	945
8707	80	8761	925	8815	80	8869	87	8923	87	8977	87
8708	745	8762	87	8816	85	8870	87	8924	88	8978	865
8709	82	8763	83	8817	85	8871	84	8925	885	8979	825
8710	80	8764	86	8818	77	8872	84	8926	93	8980	88
8711	81	8765	82	8819	85	8873	84	8927	945	8981	86
8712	795	8766	76	8820	795	8874	78	8928	985	8982	875
8713	845	8767	78	8821	795	8875	835	8929	3,080	8983	825
8714	83	8768	685	8822	76	8876	84	8930	045	8984	80
8715	88	8769	71	8823	78	8877	83	8931	04	8985	81
8716	86	8770	74	8824	74	8878	79	8932	02	8986	82
8717	785	8771	645	8825	81	8879	795	8933	95	8987	81
8718	865	8772	675	8826	765	8880	79	8934	00	8988	73
8719	88	8773	69	8827	795	8881	83	8935	00	8989	74
8720	95	8774	635	8828	815	8882	78	8936	02	8990	76
8721	87	8775	625	8829	885	8883	79	8937	2,97	8991	80
8722	94	8776	73	8830	865	8884	78	8938	97	8992	825
8723	81	8777	69	8831	845	8885	86	8939	925	8993	855
8724	94	8778	78	8832	845	8886	81	8940	890	8994	91
8725	87	8779	84	8833	825	8887	89	8941	915	8995	3,01
8726	92	8780	83	8834	87	8888	88	8942	955	8996	10
8727	80	8781	895	8835	765	8889	92	8943	845	8997	12
8728	89	8782	83	8836	90	8890	88	8944	935	8998	04
8729	83	8783	855	8837	835	8891	91	8945	935	8999	05
8730	85	8784	775	8838	84	8892	89	8946	825	9000	02
8731	845	8785	81	8839	815	8893	3,02	8947	905	9001	015
8732	785	8786	845	8840	870	8894	2,97	8948	855	9002	045
8733	79	8787	77	8841	795	8895	95	8949	875	9003	2,94
8734	82	8788	88	8842	87	8896	92	8950	80	9004	96
8735	71	8789	74	8843	795	8897	925	8951	82	9005	88
8736	80	8790	78	8844	3,065	8898	925	8952	83	9006	89
8737	755	8791	81	8845	2,485	8899	96	8953	66	9007	86
8738	75	8792	82	8846	775	8900	92	8954	3,00	9008	85
8739	73	8793	81	8847	78	8901	87	8955	2,755	9009	805
8740	755	8794	73	8848	81	8902	95	8956	785	9010	865
8741	75	8795	825	8849	69	8903	88	8957	785	9011	805
8742	73	8796	775	8850	81	8904	3,005	8958	825	9012	80
8743	69	8797	84	8851	76	8905	2,87	8959	775	9013	75
8744	79	8798	81	8852	78	8906	915	8960	805	9014	795
8745	725	8799	86	8853	76	8907	92	8961	82	9015	805
8746	855	8800	86	8854	84	8908	855	8962	73	9016	74
8747	88	8801	885	8855	755	8909	875	8963	69	9017	745
8748	89	8802	915	8856	79	8910	77	8964	835	9018	74

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
9019	2,75	9073	2,975	9127	2,99	9181	2,845	9235	2,96	9289	2,775
9020	74	9074	94	9128	08	9182	875	9236	98	9290	715
9021	74	9075	98	9129	965	9183	80	9237	88	9291	84
9022	77	9076	975	9130	995	9184	79	9238	91	9292	77
9023	87	9077	90	9131	96	9185	805	9239	93	9293	76
9024	88	9078	925	9132	965	9186	815	9240	91	9294	80
9025	95	9079	89	9133	935	9187	815	9241	88	9295	82
9026	3,01	9080	885	9134	94	9188	735	9242	08	9296	87
9027	2,97	9081	905	9135	925	9189	76	9243	85	9297	915
9028	3,04	9082	885	9136	91	9190	77	9244	85	9298	955
9029	2,98	9083	89	9137	895	9191	78	9245	855	9299	97
9030	3,025	9084	825	9138	91	9192	695	9246	845	9300	905
9031	005	9085	89	9139	88	9193	775	9247	86	9301	910
9032	2,97	9086	81	9140	88	9194	71	9248	87	9302	910
9033	96	9087	84	9141	87	9195	78	9249	875	9303	895
9034	945	9088	84	9142	85	9196	71	9250	885	9304	895
9035	93	9089	87	9143	86	9197	81	9251	855	9305	900
9036	825	9090	88	9144	88	9198	86	9252	895	9306	905
9037	87	9091	88	9145	885	9199	91	9253	88	9307	89
9038	815	9092	945	9146	875	9200	93	9254	81	9308	90
9039	785	9093	3,005	9147	87	9201	89	9255	84	9309	86
9040	81	9094	2,075	9148	88	9202	90	9256	84	9310	86
9041	745	9095	965	9149	08	9203	86	9257	805	9311	95
9042	765	9096	98	9150	88	9204	85	9258	870	9312	935
9043	72	9097	97	9151	92	9205	81	9259	855	9313	910
9044	75	9098	945	9152	87	9206	86	9260	96	9314	985
9045	73	9099	995	9153	85	9207	84	9261	93	9315	96
9046	72	9100	92	9154	855	9208	825	9262	3,085	9316	95
9047	72	9101	93	9155	835	9209	810	9263	010	9317	91
9048	82	9102	935	9156	82	9210	775	9264	025	9318	97
9049	77	9103	885	9157	80	9211	735	9265	005	9319	975
9050	76	9104	965	9158	92	9212	805	9266	075	9320	945
9051	90	9105	875	9159	82	9213	75	9267	06	9321	92
9052	89	9106	90	9160	3,035	9214	71	9268	08	9322	90
9053	96	9107	865	9161	2,025	9215	75	9269	10	9323	91
9054	965	9108	865	9162	3,00	9216	775	9270	00	9324	89
9055	97	9109	87	9163	05	9217	785	9271	005	9325	87
9056	89	9110	80	9164	11	9218	845	9272	2,995	9326	88
9057	85	9111	83	9165	13	9219	855	9273	965	9327	85
9058	3,015	9112	80	9166	02	9220	89	9274	995	9328	84
9059	2,895	9113	845	9167	2,955	9221	83	9275	965	9329	82
9060	86	9114	81	9168	3,015	9222	87	9276	955	9330	845
9061	87	9115	775	9169	2,95	9223	90	9277	97	9331	845
9062	90	9116	77	9170	3,055	9224	84	9278	915	9332	79
9063	865	9117	82	9171	03	9225	84	9279	920	9333	835
9064	835	9118	805	9172	2,945	9226	82	9280	855	9334	885
9065	90	9119	755	9173	985	9227	88	9281	89	9335	915
9066	82	9120	785	9174	90	9228	805	9282	87	9336	3,00
9067	92	9121	795	9175	945	9229	920	9283	915	9337	2,995
9068	88	9122	88	9176	925	9230	865	9284	835	9338	3,06
9069	95	9123	925	9177	98	9231	90	9285	82	9339	10
9070	93	9124	985	9178	83	9232	915	9286	82	9340	02
9071	945	9125	96	9179	855	9233	975	9287	81	9341	085
9072	96	9126	3,00	9180	855	9234	92	9288	81	9342	955

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
9343	3,07	9397	2,86	9451	2,825	9505	2,82	9559	2,855	9613	3,05
9344	055	9398	85	9452	87	9506	77	9560	865	9614	00
9345	045	9399	82	9453	845	9507	83	9561	78	9615	2,06
9346	00	9400	85	9454	775	9508	845	9562	845	9616	3,02
9347	2,985	9401	89	9455	83	9509	845	9563	81	9617	2,09
9348	3,04	9402	935	9456	77	9510	83	9564	86	9618	94
9349	2,98	9403	3,00	9457	82	9511	83	9565	81	9619	065
9350	965	9404	2,925	9458	795	9512	86	9566	835	9620	02
9351	94	9405	93	9459	765	9513	89	9567	82	9621	92
9352	99	9406	97	9460	70	9514	94	9568	85	9622	86
9353	89	9407	985	9461	84	9515	80	9569	905	9623	885
9354	875	9408	765	9462	865	9516	88	9570	90	9624	85
9355	915	9409	79	9463	80	9517	88	9571	91	9625	90
9356	88	9410	955	9464	815	9518	3,005	9572	92	9626	895
9357	855	9411	93	9465	86	9519	2,91	9573	915	9627	83
9358	885	9412	925	9466	925	9520	935	9574	92	9628	845
9359	73	9413	885	9467	905	9521	86	9575	90	9629	745
9360	795	9414	905	9468	89	9522	965	9576	925	9630	825
9361	875	9415	88	9469	945	9523	885	9577	895	9631	84
9362	80	9416	925	9470	925	9524	84	9578	98	9632	795
9363	76	9417	85	9471	91	9525	895	9579	97	9633	76
9364	79	9418	86	9472	92	9526	81	9580	945	9634	83
9365	73	9419	016	9473	91	9527	885	9581	945	9635	865
9366	79	9420	86	9474	825	9528	86	9582	93	9636	86
9367	73	9421	82	9475	845	9529	905	9583	945	9637	91
9368	71	9422	81	9476	885	9530	805	9584	885	9638	90
9369	785	9423	84	9477	895	9531	815	9585	93	9639	90
9370	845	9424	84	9478	92	9532	825	9586	81	9640	905
9371	86	9425	86	9479	92	9533	825	9587	935	9641	915
9372	895	9426	84	9480	91	9534	765	9588	91	9642	885
9373	845	9427	88	9481	905	9535	78	9589	885	9643	86
9374	835	9428	89	9482	965	9536	80	9590	80	9644	84
9375	845	9429	96	9483	955	9537	87	9591	865	9645	83
9376	865	9430	3,03	9484	875	9538	85	9592	855	9646	905
9377	925	9431	07	9485	3,05	9539	865	9593	83	9647	885
9378	85	9432	06	9486	2,94	9540	925	9594	805	9648	855
9379	94	9433	095	9487	3,05	9541	795	9595	885	9649	915
9380	89	9434	075	9488	2,96	9542	865	9596	91	9650	885
9381	94	9435	10	9489	915	9543	91	9597	84	9651	915
9382	91	9436	03	9490	915	9544	80	9598	86	9652	915
9383	86	9437	05	9491	93	9545	85	9599	79	9653	915
9384	84	9438	015	9492	96	9546	865	9600	81	9654	875
9385	94	9439	02	9493	915	9547	835	9601	815	9655	89
9386	93	9440	035	9494	945	9548	82	9602	865	9656	93
9387	885	9441	2,98	9495	92	9549	87	9603	85	9657	02
9388	945	9442	3,01	9496	86	9550	855	9604	855	9658	90
9389	86	9443	2,92	9497	865	9551	865	9605	93	9659	89
9390	91	9444	92	9498	895	9552	785	9606	905	9660	89
9391	85	9445	92	9499	83	9553	90	9607	3,03	9661	875
9392	85	9446	72	9500	84	9554	835	9608	91	9662	875
9393	82	9447	92	9501	865	9555	92	9609	95	9663	80
9394	89	9448	86	9502	86	9556	865	9610	985	9664	81
9395	845	9449	86	9503	805	9557	885	9611	955	9665	82
9396	875	9450	855	9504	80	9558	895	9612	92	9666	

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
9667	2,81	9721	2,78	9775	2,845	9829	2,78	9883	2,86	9937	2,775
9668	87	9722	78	9776	835	9830	74	9884	82	9938	71
9669	79	9723	75	9777	94	9831	78	9885	85	9939	615
9670	82	9724	76	9778	91	9832	70	9886	865	9940	755
9671	81	9725	77	9779	95	9833	79	9887	745	9941	75
9672	93	9726	755	9780	98	9831	765	9888	73	9942	81
9673	98	9727	71	9781	97	9835	695	9889	77	9943	79
9674	3,93	9728	83	9782	945	9836	77	9890	76	9944	90
9675	13	9729	85	9783	935	9837	89	9891	655	9945	98
9676	13	9730	895	9784	92	9838	91	9892	725	9946	96
9677	15	9731	885	9785	925	9839	3,04	9893	755	9947	3,11
9678	2,99	9732	90	9786	925	9840	2,99	9894	71	9948	08
9679	3,155	9733	94	9787	87	9841	3,045	9895	605	9949	13
9680	085	9734	935	9788	87	9842	075	9896	78	9950	08
9681	065	9735	945	9789	835	9843	02	9897	79	9951	08
9682	065	9736	885	9790	885	9844	11	9898	80	9952	05
9683	00	9737	02	9791	865	9845	075	9899	80	9953	2,98
9684	2,94	9738	905	9792	875	9846	03	9900	82	9954	3,045
9685	90	9739	86	9793	84	9847	2,995	9901	905	9955	2,955
9686	815	9740	885	9794	845	9848	3,00	9902	885	9956	92
9687	815	9741	905	9795	76	9849	02	9903	87	9957	935
9688	805	9742	90	9796	845	9850	03	9904	86	9958	815
9689	87	9743	89	9797	84	9851	2,95	9905	78	9959	80
9690	83	9744	955	9798	78	9852	985	9906	82	9960	85
9691	78	9745	965	9799	735	9853	975	9907	87	9961	825
9692	76	9746	98	9800	785	9854	95	9908	855	9962	835
9693	825	9747	3,04	9801	81	9855	91	9909	835	9963	77
9694	765	9748	18	9802	83	9856	89	9910	86	9964	73
9695	78	9749	2,995	9803	905	9857	89	9911	855	9965	795
9696	715	9750	3,03	9804	885	9858	77	9912	865	9966	735
9697	735	9751	005	9805	915	9859	67	9913	94	9967	735
9698	79	9752	2,965	9806	960	9860	91	9914	95	9968	745
9699	785	9753	965	9807	970	9861	76	9915	95	9969	77
9700	72	9754	98	9808	99	9862	76	9916	3,005	9970	70
9701	76	9755	3,00	9809	945	9863	81	9917	015	9971	72
9702	88	9756	2,99	9810	98	9864	77	9918	2,93	9972	77
9703	915	9757	93	9811	3,02	9865	715	9919	3,005	9973	80
9704	945	9758	97	9812	2,945	9866	71	9920	2,885	9974	87
9705	94	9759	92	9813	905	9867	67	9921	955	9975	91
9706	99	9760	915	9814	95	9868	77	9922	905	9976	89
9707	97	9761	93	9815	96	9869	80	9923	865	9977	92
9708	92	9762	895	9816	95	9870	74	9924	925	9978	93
9709	925	9763	805	9817	96	9871	77	9925	83	9979	97
9710	925	9764	87	9818	905	9872	80	9926	815	9980	92
9711	89	9765	875	9819	905	9873	76	9927	87	9981	91
9712	88	9766	845	9820	87	9874	795	9928	84	9982	91
9713	88	9767	88	9821	865	9875	755	9929	85	9983	985
9714	88	9768	80	9822	845	9876	80	9930	755	9984	905
9715	83	9769	795	9823	82	9877	785	9931	815	9985	90
9716	87	9770	79	9824	84	9878	875	9932	815	9986	89
9717	79	9771	87	9825	85	9879	84	9933	785	9987	835
9718	77	9772	795	9826	81	9880	90	9934	82	9988	845
9719	82	9773	815	9827	78	9881	91	9935	61	9989	855
9720	815	9774	74	9828	78	9882	865	9936	765	9990	905

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
9991	2,84	10045	2,80	10099	2,84	10153	2,905	10207	2,94	10261	2,885
9992	82	10046	725	10100	75	10154	915	10208	85	10262	93
9993	84	10047	815	10101	79	10155	91	10209	875	10263	945
9994	795	10048	84	10102	80	10156	91	10210	885	10264	91
9995	755	10049	795	10103	83	10157	87	10211	855	10265	88
9996	795	10050	82	10104	79	10158	89	10212	855	10266	90
9997	835	10051	845	10105	73	10159	86	10213	78	10267	865
9998	85	10052	85	10106	75	10160	88	10214	81	10268	925
9999	76	10053	87	10107	76	10161	82	10215	795	10269	89
10000	78	10054	85	10108	80	10162	855	10216	835	10270	905
10001	815	10055	86	10109	72	10163	875	10217	87	10271	85
10002	87	10056	865	10110	795	10164	82	10218	79	10272	865
10003	885	10057	805	10111	895	10165	88	10219	71	10273	88
10004	935	10058	80	10112	905	10166	805	10220	76	10274	84
10005	965	10059	82	10113	995	10167	82	10221	78	10275	82
10006	94	10060	89	10114	3,00	10168	915	10222	87	10276	80
10007	93	10061	80	10115	02	10169	92	10223	86	10277	83
10008	94	10062	80	10116	005	10170	97	10224	89	10278	87
10009	91	10063	83	10117	04	10171	98	10225	85	10279	86
10010	87	10064	775	10118	025	10172	975	10226	925	10280	84
10011	90	10065	84	10119	065	10173	995	10227	90	10281	84
10012	93	10066	835	10120	015	10174	97	10228	93	10282	82
10013	87	10067	865	10121	2,90	10175	95	10229	88	10283	865
10014	905	10068	855	10122	995	10176	96	10230	915	10284	885
10015	860	10069	805	10123	965	10177	92	10231	875	10285	85
10016	82	10070	805	10124	96	10178	91	10232	91	10286	83
10017	855	10071	86	10125	95	10179	94	10233	845	10287	775
10018	73	10072	855	10126	95	10180	97	10234	83	10288	775
10019	91	10073	805	10127	93	10181	92	10235	815	10289	815
10020	88	10074	88	10128	94	10182	865	10236	855	10290	86
10021	92	10075	81	10129	90	10183	81	10237	865	10291	915
10022	83	10076	79	10130	875	10184	89	10238	845	10292	905
10023	905	10077	845	10131	835	10185	885	10239	88	10293	975
10024	815	10078	795	10132	80	10186	85	10240	86	10294	94
10025	965	10079	84	10133	84	10187	83	10241	76	10295	3,01
10026	875	10080	875	10134	82	10188	80	10242	86	10296	2,97
10027	97	10081	805	10135	79	10189	80	10243	82	10297	96
10028	90	10082	865	10136	71	10190	835	10244	815	10298	96
10029	94	10083	865	10137	775	10191	825	10245	805	10299	985
10030	86	10084	86	10138	755	10192	78	10246	76	10300	965
10031	91	10085	91	10139	95	10193	83	10247	81	10301	93
10032	90	10086	91	10140	645	10194	81	10248	835	10302	925
10033	865	10087	905	10141	765	10195	81	10249	805	10303	89
10034	885	10088	925	10142	735	10196	90	10250	79	10304	895
10035	84	10089	95	10143	795	10197	805	10251	79	10305	95
10036	91	10090	91	10144	74	10198	80	10252	84	10306	875
10037	84	10091	95	10145	805	10199	85	10253	88	10307	915
10038	89	10092	89	10146	835	10200	86	10254	86	10308	87
10039	81	10093	845	10147	85	10201	87	10255	96	10309	825
10040	835	10094	885	10148	89	10202	88	10256	83	10310	82
10041	805	10095	83	10149	855	10203	85	10257	865	10311	825
10042	79	10096	89	10150	885	10204	87	10258	905	10312	875
10043	845	10097	875	10151	90	10205	95	10259	84	10313	835
10044	805	10098	875	10152	90	10206	89	10260	955	10314	79

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
10315	2,755	10369	2,97	10423	2,845	10477	2,78	10531	2,785	10585	2,79
10316	81	10370	88	10424	82	10478	77	10532	790	10586	825
10317	83	10371	84	10425	79	10479	72	10533	785	10587	88
10318	77	10372	855	10426	79	10480	74	10534	785	10588	835
10319	75	10373	81	10427	84	10481	78	10535	785	10589	89
10320	765	10374	80	10428	755	10482	78	10536	88	10590	895
10321	735	10375	835	10429	80	10483	785	10537	85	10591	935
10322	785	10376	80	10430	785	10484	805	10538	90	10592	945
10323	790	10377	705	10431	73	10485	795	10539	90	10593	885
10324	745	10378	775	10432	83	10486	875	10540	935	10594	90
10325	79	10379	76	10433	80	10487	825	10541	895	10595	86
10326	805	10380	73	10434	925	10488	755	10542	965	10596	87
10327	3,195	10381	74	10435	855	10489	76	10543	945	10597	88
10328	2,795	10382	73	10436	85	10490	77	10544	90	10598	85
10329	775	10383	755	10437	92	10491	78	10545	3,02	10599	81
10330	775	10384	660	10438	91	10492	80	10546	2,94	10600	88
10331	745	10385	70	10439	88	10493	73	10547	94	10601	86
10332	755	10386	715	10440	92	10494	735	10548	90	10602	795
10333	81	10387	64	10441	845	10495	81	10549	85	10603	81
10334	80	10388	62	10442	835	10496	845	10550	91	10604	815
10335	82	10389	77	10443	825	10497	80	10551	89	10605	80
10336	875	10390	785	10444	86	10498	80	10552	855	10606	79
10337	885	10391	795	10445	84	10499	85	10553	855	10607	865
10338	87	10392	835	10446	845	10500	835	10554	80	10608	74
10339	91	10393	85	10447	84	10501	87	10555	83	10609	82
10340	87	10394	845	10448	815	10502	885	10556	85	10610	83
10341	89	10395	905	10449	785	10503	795	10557	85	10611	90
10342	83	10396	905	10450	81	10504	805	10558	785	10612	845
10343	88	10397	85	10451	85	10505	765	10559	815	10613	845
10344	885	10398	815	10452	795	10506	3,015	10560	81	10614	92
10345	835	10399	835	10453	78	10507	2,87	10561	81	10615	865
10346	86	10400	82	10454	81	10508	85	10562	77	10616	905
10347	885	10401	88	10455	82	10509	78	10563	3,015	10617	865
10348	785	10402	77	10456	825	10510	-79	10564	2,48	10618	905
10349	805	10403	85	10457	85	10511	735	10565	76	10619	93
10350	78	10404	74	10458	76	10512	85	10566	66	10620	96
10351	805	10405	78	10459	80	10513	825	10567	75	10621	93
10352	835	10406	82	10460	835	10514	81	10568	74	10622	915
10353	775	10407	775	10461	80	10515	87	10569	73	10623	86
10354	715	10408	675	10462	885	10516	88	10570	75	10624	905
10355	745	10409	78	10463	88	10517	935	10571	77	10625	88
10356	765	10410	76	10464	875	10518	805	10572	84	10626	855
10357	73	10411	81	10465	825	10519	87	10573	78	10627	855
10358	765	10412	75	10466	90	10520	96	10574	815	10628	85
10359	795	10413	795	10467	83	10521	905	10575	775	10629	835
10360	905	10414	815	10468	87	10522	89	10576	80	10630	875
10361	95	10415	83	10469	87	10523	905	10577	795	10631	78
10362	99	10416	81	10470	85	10524	86	10578	795	10632	76
10363	3,00	10417	81	10471	80	10525	905	10579	71	10633	82
10364	2,995	10418	79	10472	79	10526	85	10580	74	10634	82
10365	985	10419	835	10473	79	10527	835	10581	78	10635	82
10366	99	10420	875	10474	80	10528	835	10582	77	10636	805
10367	97	10421	845	10475	785	10529	81	10583	73	10637	88
10368	96	10422	91	10476	725	10530	845	10584	74	10638	925

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
10639	2,99	10693	2,925	10747	2,80	10801	2,72	10855	2,775	10909	2,805
10640	3,04	10694	905	10748	75	10802	695	10856	81	10910	85
10641	05	10695	84	10749	76	10803	725	10857	87	10911	86
10642	2,96	10696	90	10750	83	10804	79	10858	905	10912	87
10643	3,07	10697	84	10751	86	10805	86	10859	915	10913	89
10644	2,97	10698	88	10752	83	10806	82	10860	90	10914	88
10645	975	10699	86	10753	88	10807	84	10861	3,03	10915	87
10646	975	10700	965	10754	82	10808	83	10862	93	10916	88
10647	975	10701	815	10755	865	10809	915	10863	93	10917	88
10648	925	10702	78	10756	815	10810	905	10864	95	10918	86
10649	92	10703	83	10757	835	10811	85	10865	94	10919	895
10650	91	10704	80	10758	915	10812	89	10866	2,97	10920	865
10651	90	10705	825	10759	82	10813	85	10867	89	10921	85
10652	925	10706	81	10760	88	10814	85	10868	85	10922	78
10653	915	10707	77	10761	81	10815	78	10869	70	10923	75
10654	81	10708	795	10762	86	10816	775	10870	77	10924	79
10655	81	10709	845	10763	835	10817	835	10871	715	10925	80
10656	825	10710	925	10764	87	10818	74	10872	695	10926	71
10657	780	10711	955	10765	825	10819	63	10873	70	10927	62
10658	84	10712	885	10766	77	10820	60	10874	78	10928	625
10659	865	10713	965	10767	79	10821	69	10875	69	10929	735
10660	73	10714	3,055	10768	78	10822	715	10876	73	10930	74
10661	73	10715	2,99	10769	785	10823	69	10877	78	10931	76
10662	82	10716	99	10770	795	10824	725	10878	91	10932	87
10663	72	10717	94	10771	76	10825	79	10879	90	10933	89
10664	75	10718	96	10772	80	10826	84	10880	935	10934	955
10665	70	10719	94	10773	77	10827	84	10881	965	10935	3,025
10666	745	10720	905	10774	79	10828	875	10882	905	10936	2,95
10667	805	10721	96	10775	835	10829	925	10883	91	10937	955
10668	78	10722	93	10776	795	10830	91	10884	835	10938	995
10669	87	10723	925	10777	86	10831	87	10885	81	10939	86
10670	90	10724	87	10778	90	10832	84	10886	81	10940	97
10671	90	10725	90	10779	93	10833	845	10887	71	10941	89
10672	94	10726	91	10780	93	10834	695	10888	73	10942	83
10673	89	10727	87	10781	87	10835	735	10889	695	10943	83
10674	86	10728	91	10782	91	10836	835	10890	815	10944	82
10675	91	10729	84	10783	89	10837	74	10891	805	10945	635
10676	85	10730	91	10784	89	10838	715	10892	66	10946	775
10677	91	10731	78	10785	86	10839	775	10893	81	10947	75
10678	84	10732	82	10786	86	10840	82	10894	855	10948	78
10679	85	10733	79	10787	90	10841	82	10895	955	10949	71
10680	79	10734	82	10788	80	10842	88	10896	985	10950	74
10681	83	10735	775	10789	855	10843	86	10897	3,035	10951	73
10682	82	10736	975	10790	765	10844	93	10898	2,92	10952	855
10683	80	10737	74	10791	76	10845	94	10899	885	10953	86
10684	825	10738	79	10792	84	10846	895	10900	78	10954	79
10685	875	10739	77	10793	81	10847	915	10901	77	10955	78
10686	83	10740	69	10794	78	10848	815	10902	805	10956	78
10687	83	10741	74	10795	74	10849	85	10903	785	10957	865
10688	89	10742	79	10796	70	10850	76	10904	80	10958	785
10689	89	10743	755	10797	805	10851	685	10905	755	10959	82
10690	90	10744	755	10798	695	10852	80	10906	715	10960	86
10691	93	10745	73	10799	75	10853	795	10907	815	10961	885
10692	88	10746	82	10800	73	10854	78	10908	82	10962	88

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
10963	2,805	11017	2,91	11071	2,95	11125	2,83	11179	2,925	11233	2,83
10964	82	11018	79	11072	905	11126	87	11180	95	11234	97
10965	825	11019	855	11073	885	11127	88	11181	92	11235	96
10966	88	11020	875	11074	91	11128	89	11182	91	11236	3,01
10967	825	11021	84	11075	93	11129	86	11183	875	11237	2,955
10968	78	11022	80	11076	97	11130	875	11184	915	11238	3,015
10969	815	11023	85	11077	895	11131	925	11185	3,025	11239	2,93
10970	80	11024	77	11078	92	11132	88	11186	2,945	11240	3,015
10971	865	11025	79	11079	935	11133	89	11187	92	11241	2,96
10972	83	11026	835	11080	97	11134	97	11188	915	11242	90
10973	85	11027	775	11081	93	11135	98	11189	97	11243	92
10974	725	11028	78	11082	98	11136	3,01	11190	905	11244	94
10975	82	11029	83	11083	91	11137	025	11191	92	11245	845
10976	83	11030	95	11084	975	11138	065	11192	94	11246	815
10977	835	11031	94	11085	095	11139	09	11193	93	11247	78
10978	815	11032	95	11086	98	11140	02	11194	915	11248	845
10979	775	11033	965	11087	975	11141	2,99	11195	89	11249	845
10980	74	11034	3,045	11088	945	11142	3,01	11196	92	11250	84
10981	76	11035	05	11089	97	11143	2,96	11197	83	11251	765
10982	82	11036	03	11090	935	11144	95	11198	815	11252	795
10983	82	11037	02	11091	91	11145	84	11199	83	11253	875
10984	785	11038	03	11092	84	11146	86	11200	885	11254	855
10985	865	11039	2,935	11093	85	11147	82	11201	84	11255	89
10986	78	11040	915	11094	835	11148	79	11202	80	11256	86
10987	74	11041	915	11095	75	11149	84	11203	80	11257	81
10988	725	11042	965	11096	695	11150	88	11204	88	11258	805
10989	765	11043	86	11097	825	11151	855	11205	96	11259	925
10990	65	11044	86	11098	83	11152	935	11206	3,035	11260	865
10991	78	11045	78	11099	86	11153	92	11207	055	11261	86
10992	795	11046	81	11100	86	11154	97	11208	02	11262	785
10993	805	11047	82	11101	91	11155	94	11209	13	11263	925
10994	875	11048	86	11102	90	11156	93	11210	08	11264	835
10995	915	11049	71	11103	96	11157	85	11211	04	11265	82
10996	845	11050	805	11104	95	11158	94	11212	2,97	11266	88
10997	91	11051	78	11105	995	11159	94	11213	3,075	11267	91
10998	915	11052	91	11106	085	11160	96	11214	2,935	11268	92
10999	91	11053	84	11107	98	11161	88	11215	89	11269	94
11000	86	11054	875	11108	95	11162	89	11216	91	11270	91
11001	86	11055	84	11109	88	11163	89	11217	78	11271	965
11002	86	11056	66	11110	94	11164	925	11218	86	11272	94
11003	85	11057	3,00	11111	89	11165	3,055	11219	825	11273	99
11004	825	11058	03	11112	85	11166	00	11220	865	11274	955
11005	835	11059	2,96	11113	92	11167	045	11221	775	11275	3,005
11006	835	11060	3,025	11114	86	11168	2,995	11222	815	11276	2,955
11007	805	11061	2,965	11115	74	11169	3,07	11223	785	11277	93
11008	775	11062	3,00	11116	855	11170	01	11224	815	11278	93
11009	845	11063	2,93	11117	865	11171	04	11225	815	11279	87
11010	76	11064	89	11118	87	11172	2,96	11226	91	11280	905
11011	715	11065	795	11119	915	11173	81	11227	885	11281	845
11012	735	11066	76	11120	87	11174	91	11228	84	11282	855
11013	835	11067	845	11121	925	11175	915	11229	93	11283	83
11014	905	11068	845	11122	87	11176	905	11230	94	11284	775
11015	84	11069	87	11123	885	11177	83	11231	92	11285	89
11016	82	11070	845	11124	805	11178	805	11232	96	11286	865

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
II287	2,895	II341	2,870	II395	2,885	II449	2,91	II503	2,825	II557	2,725
II288	84	II342	875	II396	775	II450	89	II504	865	II558	805
II289	80	II343	82	II397	725	II451	89	II505	875	II559	755
II290	975	II344	83	II398	91	II452	92	II506	875	II560	785
II291	825	II345	91	II399	765	II453	925	II507	96	II561	765
II292	835	II346	90	II400	75	II454	85	II508	895	II562	905
II293	805	II347	905	II401	84	II455	925	II509	97	II563	87
II294	81	II348	91	II402	77	II456	89	II510	935	II564	92
II295	88	II349	905	II403	83	II457	925	II511	88	II565	94
II296	90	II350	92	II404	925	II458	795	II512	905	II566	90
II297	87	II351	965	II405	87	II459	93	II513	855	II567	915
II298	89	II352	955	II406	97	II460	87	II514	89	II568	865
II299	90	II353	93	II407	3,03	II461	85	II515	87	II569	77
II300	93	II354	935	II408	2,95	II462	825	II516	855	II570	88
II301	92	II355	925	II409	3,02	II463	85	II517	825	II571	91
II302	96	II356	99	II410	015	II464	905	II518	785	II572	88
II303	90	II357	975	II411	005	II465	865	II519	845	II573	71
II304	96	II358	915	II412	2,89	II466	825	II520	81	II574	90
II305	93	II359	96	II413	845	II467	86	II521	77	II575	80
II306	995	II360	96	II414	855	II468	825	II522	85	II576	3,005
II307	3,045	II361	89	II415	90	II469	81	II523	83	II577	2,95
II308	2,915	II362	83	II416	75	II470	855	II524	885	II578	91
II309	95	II363	88	II417	79	II471	80	II525	68	II579	935
II310	955	II364	81	II418	73	II472	715	II526	87	II580	94
II311	93	II365	77	II419	76	II473	775	II527	94	II581	83
II312	92	II366	75	II420	70	II474	78	II528	92	II582	88
II313	885	II367	775	II421	745	II475	88	II529	90	II583	80
II314	915	II368	815	II422	775	II476	815	II530	845	II584	82
II315	89	II369	985	II423	81	II477	865	II531	845	II585	83
II316	935	II370	805	II424	81	II478	90	II532	88	II586	79
II317	89	II371	84	II425	82	II479	97	II533	83	II587	825
II318	875	II372	865	II426	90	II480	955	II534	90	II588	775
II319	795	II373	98	II427	885	II481	3,00	II535	825	II589	82
II320	865	II374	3,01	II428	865	II482	045	II536	845	II590	88
II321	835	II375	2,985	II429	895	II483	97	II537	76	II591	77
II322	825	II376	995	II430	905	II484	025	II538	81	II592	91
II323	91	II377	985	II431	895	II485	2,995	II539	83	II593	81
II324	78	II378	975	II432	88	II486	97	II540	83	II594	87
II325	79	II379	99	II433	765	II487	99	II541	87	II595	85
II326	90	II380	92	II434	88	II488	92	II542	80	II596	855
II327	80	II381	915	II435	84	II489	905	II543	88	II597	875
II328	955	II382	875	II436	90	II490	93	II544	91	II598	88
II329	965	II383	735	II437	92	II491	845	II545	3,02	II599	82
II330	3,015	II384	795	II438	90	II492	88	II546	07	II600	91
II331	2,98	II385	825	II439	88	II493	90	II547	015	II601	93
II332	955	II386	71	II440	94	II494	88	II548	02	II602	765
II333	93	II387	825	II441	865	II495	85	II549	025	II603	015
II334	87	II388	71	II442	92	II496	83	II550	93	II604	895
II335	92	II389	755	II443	835	II497	855	II551	2,98	II605	885
II336	92	II390	82	II444	93	II498	855	II552	895	II606	81
II337	91	II391	75	II445	935	II499	85	II553	825	II607	755
II338	88	II392	805	II446	94	II500	83	II554	79	II608	755
II339	83	II393	83	II447	955	II501	82	II555	77	II609	74
II340	845	II394	78	II448	89	II502	83	II556	64	II610	74

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
11611	2,73	11665	2,83	11719	3,06	11773	2,88	11827	2,915	11881	2,785
11612	70	11666	85	11720	2,99	11774	845	11828	995	11882	80
11613	77	11667	86	11721	985	11775	825	11829	79	11883	735
11614	85	11668	905	11722	965	11776	78	11830	775	11884	87
11615	825	11669	795	11723	93	11777	67	11831	765	11885	775
11616	98	11670	745	11724	835	11778	66	11832	745	11886	76
11617	95	11671	775	11725	76	11779	645	11833	705	11887	83
11618	3,065	11672	78	11726	845	11780	655	11834	745	11888	78
11619	2,995	11673	77	11727	76	11781	68	11835	75	11889	825
11620	96	11674	665	11728	70	11782	86	11836	770	11890	825
11621	3,015	11675	785	11729	80	11783	75	11837	805	11891	805
11622	005	11676	93	11730	77	11784	79	11838	82	11892	795
11623	2,935	11677	85	11731	81	11785	825	11839	82	11893	90
11624	93	11678	93	11732	75	11786	845	11840	85	11894	89
11625	885	11679	91	11733	67	11787	98	11841	86	11895	95
11626	85	11680	84	11734	81	11788	92	11842	885	11896	93
11627	825	11681	875	11735	84	11789	3,04	11843	785	11897	92
11628	86	11682	87	11736	81	11790	025	11844	88	11898	895
11629	865	11683	895	11737	80	11791	2,92	11845	835	11899	885
11630	795	11684	85	11738	77	11792	860	11846	79	11900	85
11631	89	11685	85	11739	885	11793	815	11847	82	11901	89
11632	81	11686	88	11740	905	11794	81	11848	755	11902	76
11633	79	11687	76	11741	92	11795	79	11849	85	11903	82
11634	68	11688	80	11742	92	11796	67	11850	865	11904	84
11635	785	11689	80	11743	94	11797	62	11851	855	11905	78
11636	80	11690	84	11744	90	11798	82	11852	93	11906	74
11637	855	11691	84	11745	795	11799	71	11853	93	11907	745
11638	75	11692	81	11746	88	11800	70	11854	91	11908	765
11639	78	11693	715	11747	83	11801	70	11855	705	11909	72
11640	76	11694	825	11748	79	11802	76	11856	915	11910	68
11641	75	11695	84	11749	705	11803	695	11857	84	11911	78
11642	78	11696	80	11750	735	11804	815	11858	85	11912	77
11643	74	11697	86	11751	665	11805	79	11859	82	11913	80
11644	86	11698	855	11752	76	11806	835	11860	74	11914	73
11645	845	11699	84	11753	83	11807	665	11861	79	11915	80
11646	83	11700	815	11754	81	11808	825	11862	82	11916	78
11647	92	11701	89	11755	79	11809	735	11863	86	11917	79
11648	88	11702	89	11756	70	11810	78	11864	76	11918	73
11649	79	11703	855	11757	72	11811	78	11865	77	11919	68
11650	86	11704	785	11758	865	11812	70	11866	80	11920	87
11651	88	11705	76	11759	80	11813	76	11867	795	11921	84
11652	95	11706	82	11760	77	11814	83	11868	78	11922	835
11653	895	11707	775	11761	785	11815	77	11869	84	11923	95
11654	855	11708	775	11762	845	11816	775	11870	855	11924	935
11655	87	11709	72	11763	825	11817	85	11871	80	11925	885
11656	88	11710	68	11764	86	11818	82	11872	82	11926	91
11657	82	11711	85	11765	905	11819	895	11873	77	11927	925
11658	815	11712	83	11766	82	11820	925	11874	815	11928	88
11659	835	11713	91	11767	915	11821	3,02	11875	805	11929	90
11660	84	11714	90	11768	92	11822	2,965	11876	73	11930	86
11661	845	11715	93	11769	88	11823	3,00	11877	78	11931	815
11662	755	11716	3,08	11770	93	11824	2,995	11878	76	11932	735
11663	91	11717	05	11771	96	11825	975	11879	3,03	11933	82
11664	84	11718	00	11772	92	11826	94	11880	2,645	11934	83

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
11935	2,78	11989	2,765	12043	2,98	12097	3,02	12151	2,95	12205	2,805
11936	76	11990	955	12044	95	12098	2,92	12152	86	12206	77
11937	63	11991	94	12045	94	12099	985	12153	865	12207	90
11938	78	11992	965	12046	95	12100	975	12154	88	12208	75
11939	74	11993	975	12047	94	12101	3,03	12155	78	12209	3,02
11940	76	11994	3,01	12048	86	12102	2,93	12156	81	12210	2,87
11941	75	11995	04	12049	985	12103	885	12157	855	12211	91
11942	84	11996	04	12050	955	12104	915	12158	79	12212	94
11943	885	11997	01	12051	89	12105	91	12159	91	12213	925
11944	855	11998	00	12052	905	12106	93	12160	785	12214	915
11945	87	11999	2,975	12053	925	12107	80	12161	80	12215	955
11946	91	12000	945	12054	855	12108	88	12162	81	12216	3,005
11947	83	12001	95	12055	845	12109	915	12163	86	12217	2,915
11948	81	12002	94	12056	78	12110	91	12164	815	12218	955
11949	84	12003	95	12057	885	12111	925	12165	795	12219	98
11950	845	12004	84	12058	845	12112	845	12166	72	12220	97
11951	855	12005	785	12059	835	12113	845	12167	83	12221	93
11952	785	12006	795	12060	850	12114	92	12168	81	12222	91
11953	755	12007	81	12061	85	12115	89	12169	79	12223	3,01
11954	815	12008	85	12062	885	12116	86	12170	795	12224	2,86
11955	84	12009	805	12063	955	12117	91	12171	845	12225	935
11956	835	12010	845	12064	885	12118	89	12172	85	12226	915
11957	71	12011	84	12065	925	12119	94	12173	92	12227	88
11958	815	12012	725	12066	3,01	12120	92	12174	90	12228	80
11959	855	12013	875	12067	2,965	12121	3,02	12175	97	12229	825
11960	865	12014	87	12068	96	12122	2,93	12176	99	12230	735
11961	905	12015	785	12069	915	12123	96	12177	97	12231	81
11962	915	12016	86	12070	905	12124	99	12178	93	12232	845
11963	945	12017	85	12071	93	12125	93	12179	92	12233	855
11964	92	12018	945	12072	91	12126	945	12180	90	12234	81
11965	93	12019	97	12073	88	12127	96	12181	84	12235	83
11966	96	12020	3,93	12074	69	12128	99	12182	86	12236	12235
11967	885	12021	2,97	12075	72	12129	92	12183	77	12237	77
11968	915	12022	725	12076	80	12130	94	12184	81	12238	81
11969	86	12023	915	12077	80	12131	92	12185	80	12239	74
11970	765	12024	87	12078	74	12132	85	12186	765	12240	78
11971	795	12025	89	12079	67	12133	88	12187	795	12241	80
11972	835	12026	905	12080	62	12134	815	12188	715	12242	78
11973	795	12027	855	12081	775	12135	875	12189	79	12243	80
11974	74	12028	815	12082	61	12136	845	12190	86	12244	84
11975	72	12029	815	12083	705	12137	81	12191	84	12245	85
11976	79	12030	77	12084	68	12138	79	12192	84	12246	97
11977	83	12031	815	12085	735	12139	89	12193	95	12247	985
11978	74	12032	775	12086	68	12140	865	12194	945	12248	3,055
11979	84	12033	78	12087	645	12141	855	12195	89	12249	2,99
11980	84	12034	705	12088	525	12142	875	12196	95	12250	3,065
11981	745	12035	845	12089	67	12143	845	12197	91	12251	2,975
11982	87	12036	3,005	12090	545	12144	965	12198	84	12252	3,00
11983	735	12037	2,995	12091	855	12145	92	12199	84	12253	2,955
11984	86	12038	92	12092	745	12146	99	12200	875	12254	985
11985	805	12039	96	12093	88	12147	92	12201	81	12255	93
11986	76	12040	955	12094	79	12148	92	12202	845	12256	88
11987	795	12041	95	12095	85	12149	93	12203	78	12257	935
11988	79	12042	965	12096	88	12150	915	12204	755	12258	845

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
12259	2,89	12313	2,855	12367	2,86	12421	2,765	12475	2,80	12529	2,70
12260	86	12314	90	12368	75	12422	935	12476	84	12530	70
12261	80	12315	97	12369	79	12423	815	12477	75	12531	73
12262	815	12316	975	12370	78	12424	885	12478	82	12532	815
12263	825	12317	96	12371	875	12425	82	12479	605	12533	795
12264	805	12318	96	12372	81	12426	79	12480	73	12534	75
12265	825	12319	95	12373	88	12427	80	12481	735	12535	84
12266	79	12320	3,01	12374	72	12428	80	12482	69	12536	83
12267	95	12321	2,81	12375	805	12429	80	12483	68	12537	90
12268	735	12322	895	12376	78	12430	78	12484	765	12538	88
12269	765	12323	81	12377	79	12431	77	12485	845	12539	87
12270	865	12324	765	12378	71	12432	73	12486	—	12540	97
12271	845	12325	745	12379	73	12433	79	12487	—	12541	92
12272	83	12326	615	12380	79	12434	77	12488	—	12542	96
12273	82	12327	76	12381	72	12435	80	12489	3,005	12543	87
12274	88	12328	705	12382	66	12436	825	12490	2,985	12544	89
12275	83	12329	685	12383	785	12437	80	12491	3,06	12545	88
12276	91	12330	795	12384	855	12438	855	12492	2,96	12546	825
12277	88	12331	81	12385	85	12439	85	12493	935	12547	815
12278	93	12332	88	12386	90	12440	88	12494	885	12548	78
12279	93	12333	855	12387	87	12441	79	12495	87	12549	605
12280	92	12334	89	12388	985	12442	75	12496	84	12550	72
12281	87	12335	92	12389	91	12443	785	12497	79	12551	635
12282	905	12336	89	12390	955	12444	705	12498	74	12552	61
12283	835	12337	86	12391	93	12445	755	12499	72	12553	64
12284	91	12338	885	12392	945	12446	69	12500	73	12554	71
12285	84	12339	795	12393	94	12447	765	12501	72	12555	66
12286	875	12340	80	12394	955	12448	74	12502	66	12556	76
12287	845	12341	84	12395	88	12449	76	12503	71	12557	76
12288	81	12342	78	12396	89	12450	79	12504	73	12558	785
12289	78	12343	73	12397	83	12451	775	12505	705	12559	765
12290	81	12344	785	12398	77	12452	77	12506	73	12560	89
12291	785	12345	745	12399	75	12453	815	12507	835	12561	885
12292	825	12346	93	12400	825	12454	84	12508	82	12562	895
12293	79	12347	865	12401	805	12455	785	12509	87	12563	895
12294	74	12348	84	12402	755	12456	845	12510	80	12564	895
12295	795	12349	83	12403	70	12457	82	12511	83	12565	92
12296	825	12350	805	12404	735	12458	87	12512	86	12566	745
12297	815	12351	855	12405	76	12459	81	12513	89	12567	875
12298	775	12352	76	12406	69	12460	815	12514	925	12568	80
12299	84	12353	765	12407	675	12461	82	12515	885	12569	845
12300	73	12354	74	12408	77	12462	76	12516	89	12570	835
12301	825	12355	86	12409	755	12463	75	12517	865	12571	81
12302	795	12356	83	12410	74	12464	77	12518	785	12572	78
12303	80	12357	795	12411	71	12465	76	12519	72	12573	78
12304	72	12358	78	12412	76	12466	81	12520	67	12574	785
12305	775	12359	81	12413	745	12467	74	12521	655	12575	81
12306	795	12360	81	12414	745	12468	775	12522	725	12576	82
12307	855	12361	865	12415	79	12469	89	12523	70	12577	845
12308	735	12362	83	12416	82	12470	895	12524	68	12578	73
12309	81	12363	825	12417	90	12471	93	12525	73	12579	83
12310	795	12364	765	12418	865	12472	87	12526	725	12580	80
12311	89	12365	83	12419	915	12473	91	12527	675	12581	71
12312	875	12366	82	12420	82	12474	84	12528	69	12582	74

Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm
12583	2,815	12637	2,895	12691	2,975	12745	2,87	12799	2,95	12853	2,80
12584	71	12638	91	12692	3,005	12746	84	12800	87	12854	83
12585	755	12639	965	12693	02	12747	855	12801	96	12855	815
12586	79	12640	94	12694	2,995	12748	795	12802	87	12856	855
12587	87	12641	975	12695	97	12749	3,165	12803	895	12857	805
12588	90	12642	90	12696	98	12750	—	12804	84	12858	825
12589	89	12643	92	12697	94	12751	2,80	12805	875	12859	87
12590	99	12644	90	12698	89	12752	855	12806	91	12860	3,01
12591	96	12645	89	12699	935	12753	825	12807	87	12861	2,97
12592	3,01	12646	875	12700	835	12754	77	12808	885	12862	94
12593	01	12647	845	12701	875	12755	815	12809	895	12863	905
12594	05	12648	895	12702	83	12756	765	12810	93	12864	995
12595	02	12649	90	12703	825	12757	92	12811	94	12865	925
12596	2,985	12650	92	12704	84	12758	90	12812	3,03	12866	015
12597	3,025	12651	855	12705	80	12759	3,01	12813	2,955	12867	05
12598	2,975	12652	93	12706	82	12760	025	12814	3,00	12868	87
12599	925	12653	92	12707	80	12761	03	12815	035	12869	91
12600	95	12654	915	12708	86	12762	105	12816	025	12870	01
12601	935	12655	855	12709	87	12763	07	12817	015	12871	87
12602	87	12656	88	12710	88	12764	07	12818	015	12872	86
12603	87	12657	795	12711	85	12765	09	12819	2,965	12873	835
12604	85	12658	91	12712	89	12766	09	12820	975	12874	745
12605	83	12659	81	12713	90	12767	01	12821	955	12875	81
12606	81	12660	88	12714	955	12768	045	12822	925	12876	845
12607	79	12661	885	12715	905	12769	035	12823	77	12877	845
12608	79	12662	905	12716	90	12770	2,975	12824	80	12878	87
12609	845	12663	905	12717	93	12771	965	12825	805	12879	87
12610	935	12664	945	12718	835	12772	85	12826	82	12880	85
12611	895	12665	96	12719	855	12773	3,01	12827	82	12881	84
12612	945	12666	96	12720	84	12774	2,90	12828	83	12882	895
12613	93	12667	3,02	12721	81	12775	84	12829	87	12883	855
12614	935	12668	03	12722	855	12776	86	12830	84	12884	89
12615	895	12669	06	12723	865	12777	83	12831	88	12885	805
12616	845	12670	03	12724	83	12778	76	12832	93	12886	81
12617	865	12671	00	12725	87	12779	805	12833	955	12887	85
12618	90	12672	2,92	12726	87	12780	80	12834	995	12888	835
12619	855	12673	3,005	12727	885	12781	785	12835	97	12889	775
12620	885	12674	2,875	12728	955	12782	855	12836	965	12890	825
12621	83	12675	97	12729	92	12783	825	12837	975	12891	79
12622	89	12676	76	12730	3,01	12784	825	12838	935	12892	84
12623	89	12677	3,05	12731	2,97	12785	985	12839	945	12893	90
12624	88	12678	2,895	12732	91	12786	92	12840	87	12894	905
12625	91	12679	885	12733	98	12787	3,015	12841	83	12895	885
12626	935	12680	90	12734	92	12788	2,96	12842	875	12896	02
12627	945	12681	68	12735	97	12789	3,005	12843	855	12897	94
12628	935	12682	94	12736	97	12790	2,99	12844	79	12898	03
12629	925	12683	88	12737	96	12791	95	12845	82	12899	94
12630	955	12684	84	12738	945	12792	90	12846	79	12900	06
12631	90	12685	85	12739	865	12793	95	12847	795	12901	885
12632	93	12686	85	12740	90	12794	89	12848	805	12902	045
12633	925	12687	73	12741	905	12795	865	12849	805	12903	87
12634	90	12688	845	12742	875	12796	915	12850	87	12904	3,005
12635	87	12689	835	12743	875	12797	935	12851	775	12905	2,925
12636	895	12690	85	12744	835	12798	835	12852	87	12906	

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
12907	2,95	12961	2,82	13015	2,65	13069	2,70	13123	2,81	13177	2,945
12908	90	12962	84	13016	68	13070	74	13124	71	13178	3,00
12909	94	12963	82	13017	70	13071	71	13125	88	13179	2,96
12910	96	12964	88	13018	78	13072	74	13126	86	13180	975
12911	92	12965	875	13019	855	13073	855	13127	87	13181	95
12912	875	12966	845	13020	91	13074	905	13128	75	13182	895
12913	875	12967	925	13021	885	13075	87	13129	82	13183	86
12914	89	12968	855	13022	935	13076	93	13130	79	13184	81
12915	87	12969	86	13023	955	13077	90	13131	77	13185	80
12916	855	12970	90	13024	815	13078	94	13132	69	13186	76
12917	845	12971	87	13025	965	13079	935	13133	725	13187	79
12918	83	12972	89	13026	90	13080	965	13134	73	13188	66
12919	78	12973	85	13027	79	13081	865	13135	71	13189	74
12920	815	12974	845	13028	83	13082	925	13136	695	13190	745
12921	80	12975	795	13029	72	13083	855	13137	68	13191	73
12922	845	12976	81	13030	72	13084	865	13138	81	13192	935
12923	79	12977	85	13031	76	13085	85	13139	715	13193	745
12924	83	12978	84	13032	765	13086	81	13140	795	13194	665
12925	835	12979	80	13033	895	13087	78	13141	675	13195	78
12926	83	12980	83	13034	74	13088	74	13142	79	13196	80
12927	805	12981	83	13035	87	13089	76	13143	765	13197	80
12928	825	12982	795	13036	84	13090	79	13144	83	13198	81
12929	78	12983	86	13037	84	13091	73	13145	765	13199	84
12930	845	12984	865	13038	81	13092	70	13146	785	13200	82
12931	855	12985	87	13039	75	13093	79	13147	765	13201	825
12932	875	12986	945	13040	76	13094	77	13148	81	13202	845
12933	92	12987	89	13041	82	13095	72	13149	795	13203	86
12934	3,015	12988	835	13042	79	13096	765	13150	855	13204	895
12935	01	12989	84	13043	82	13097	80	13151	86	13205	865
12936	2,985	12990	80	13044	82	13098	805	13152	78	13206	865
12937	3,03	12991	855	13045	80	13099	80	13153	745	13207	80
12938	02	12992	845	13046	83	13100	785	13154	80	13208	73
12939	095	12993	80	13047	87	13101	80	13155	81	13209	67
12940	025	12994	71	13048	835	13102	84	13156	85	13210	67
12941	07	12995	76	13049	87	13103	815	13157	83	13211	69
12942	2,94	12996	80	13050	87	13104	805	13158	86	13212	645
12943	965	12997	79	13051	79	13105	80	13159	855	13213	735
12944	905	12998	72	13052	845	13106	92	13160	895	13214	73
12945	88	12999	80	13053	80	13107	805	13161	915	13215	72
12946	88	13000	82	13054	845	13108	89	13162	845	13216	64
12947	96	13001	85	13055	77	13109	84	13163	89	13217	70
12948	83	13002	95	13056	765	13110	88	13164	855	13218	68
12949	855	13003	97	13057	79	13111	83	13165	815	13219	67
12950	905	13004	975	13058	77	13112	835	13166	765	13220	72
12951	785	13005	955	13059	79	13113	785	13167	78	13221	84
12952	815	13006	3,005	13060	74	13114	84	13168	79	13222	765
12953	78	13007	2,985	13061	79	13115	82	13169	67	13223	905
12954	83	13008	935	13062	745	13116	84	13170	69	13224	74
12955	84	13009	845	13063	82	13117	815	13171	74	13225	92
12956	82	13010	83	13064	715	13118	755	13172	77	13226	87
12957	73	13011	71	13065	78	13119	78	13173	77	13227	825
12958	78	13012	73	13066	70	13120	76	13174	80	13228	855
12959	81	13013	66	13067	75	13121	835	13175	87	13229	88
12960	82	13014	63	13068	67	13122	725	13176	845	13230	86

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
13231	2,84	13285	2,94	13339	2,97	13393	2,855	13447	2,75	13501	2,94
13232	83	13286	94	13340	85	13394	845	13448	83	13502	90
13233	88	13287	91	13341	87,5	13395	825	13449	88	13503	92,5
13234	81	13288	88	13342	91	13396	785	13450	92	13504	93,5
13235	78	13289	95,5	13343	89	13397	76	13451	93	13505	95,5
13236	71	13290	86,5	13344	85,5	13398	73	13452	97	13506	94,5
13237	67,5	13291	88	13345	78	13399	81,5	13453	94	13507	95
13238	67,5	13292	75	13346	79,5	13400	810	13454	97,5	13508	93
13239	59,5	13293	76	13347	86,5	13401	76,5	13455	3,05	13509	93,5
13240	65,5	13294	77	13348	78	13402	78,5	13456	0,25	13510	96,5
13241	61,5	13295	76,5	13349	78	13403	76	13457	0,2	13511	96
13242	64,5	13296	71,5	13350	65,5	13404	90	13458	2,94	13512	93
13243	62,5	13297	72	13351	81	13405	89	13459	98	13513	91,5
13244	74	13298	78	13352	78	13406	80	13460	96	13514	88,5
13245	71	13299	83	13353	77,5	13407	82	13461	95	13515	86
13246	76	13300	83,5	13354	80	13408	83,5	13462	96	13516	79
13247	81,5	13301	81,5	13355	88	13409	86	13463	88	13517	79,5
13248	83,5	13302	87,5	13356	3,03	13410	79,5	13464	89	13518	74,5
13249	84	13303	88,5	13357	00	13411	88	13465	83	13519	72
13250	81	13304	83,5	13358	01	13412	72	13466	88	13520	81
13251	83	13305	87,5	13359	2,97	13413	79	13467	84	13521	72
13252	82,5	13306	82	13360	3,02	13414	74,5	13468	85	13522	74
13253	87,5	13307	86	13361	2,94	13415	85,5	13469	78	13523	72,5
13254	83	13308	75	13362	3,00	13416	82,5	13470	83	13524	86
13255	78	13309	77	13363	2,93,5	13417	87,5	13471	81	13525	91
13256	78	13310	84	13364	92	13418	82	13472	83,5	13526	95,5
13257	86	13311	78	13365	86	13419	86	13473	80,5	13527	91
13258	73	13312	80	13366	83	13420	87	13474	83	13528	99,5
13259	77,5	13313	81	13367	76,5	13421	89	13475	71,5	13529	92,5
13260	79	13314	84	13368	79,5	13422	92	13476	85	13530	97
13261	80,5	13315	83,5	13369	75,5	13423	92	13477	83,5	13531	88,5
13262	78	13316	80,5	13370	80,5	13424	96	13478	86	13532	86,5
13263	74	13317	88	13371	82	13425	95	13479	96	13533	76
13264	72,5	13318	81	13372	73	13426	3,00	13480	90	13534	86
13265	75,5	13319	82,5	13373	77	13427	2,98	13481	99	13535	73
13266	81	13320	88,5	13374	82	13428	99	13482	94,5	13536	60,5
13267	75,5	13321	91,5	13375	81,5	13429	87	13483	97,5	13537	60,5
13268	74	13322	80,5	13376	73,5	13430	95	13484	86	13538	45
13269	72	13323	92,5	13377	86	13431	87,5	13485	90	13539	53
13270	79	13324	89,5	13378	82,5	13432	85,5	13486	87,5	13540	41
13271	73	13325	80	13379	79,5	13433	85	13487	90,5	13541	53
13272	69	13326	99	13380	85	13434	85,5	13488	85	13542	55,5
13273	71	13327	89	13381	94	13435	82,5	13489	83	13543	51,5
13274	78	13328	85	13382	96,5	13436	80	13490	87	13544	64,5
13275	71	13329	92	13383	92,5	13437	78	13491	82,5	13545	65,5
13276	78	13330	85	13384	87	13438	78	13492	82,5	13546	70,5
13277	82	13331	87,5	13385	94	13439	75	13493	93	13547	82,5
13278	91,5	13332	84,5	13386	91,5	13440	81	13494	88,5	13548	77,5
13279	86,5	13333	89	13387	93,5	13441	83	13495	91,5	13549	75
13280	91	13334	87	13388	95	13442	76,5	13496	84	13550	71
13281	88	13335	86	13389	96	13443	73,5	13497	83	13551	72,5
13282	94,5	13336	90	13390	84,5	13444	79	13498	84	13552	70
13283	83,5	13337	82	13391	91,5	13445	81,5	13499	83	13553	68
13284	97	13338	83	13392	75	13446	70	13500	80	13554	73

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
13555	2,73	13609	2,885	13663	2,835	13717	3,02	13771	2,87	13825	2,87
13556	71	13610	3,025	13664	795	13718	2,99	13772	93	13826	85
13557	70	13611	30	13665	77	13719	955	13773	835	13827	90
13558	74	13612	2,955	13666	79	13720	905	13774	875	13828	87
13559	775	13613	545	13667	89	13721	76	13775	82	13829	88
13560	67	13614	755	13668	84	13722	88	13776	755	13830	—
13561	74	13615	845	13669	68	13723	77	13777	805	13831	—
13562	615	13616	865	13670	68	13724	805	13778	795	13832	785
13563	685	13617	835	13671	81	13725	715	13779	85	13833	925
13564	635	13618	85	13672	825	13726	735	13780	765	13834	77
13565	70	13619	87	13673	825	13727	695	13781	845	13835	87
13566	60	13620	815	13674	70	13728	835	13782	89	13836	84
13567	64	13621	795	13675	75	13729	855	13783	925	13837	82
13568	645	13622	88	13676	85	13730	81	13784	3,01	13838	70
13569	695	13623	815	13677	83	13731	94	13785	2,975	13839	79
13570	83	13624	82	13678	86	13732	89	13786	3,055	13840	78
13571	90	13625	805	13679	795	13733	945	13787	005	13841	695
13572	825	13626	74	13680	765	13734	955	13788	02	13842	76
13573	775	13627	77	13681	84	13735	92	13789	2,985	13843	775
13574	70	13628	80	13682	87	13736	89	13790	96	13844	805
13575	855	13629	715	13683	88	13737	87	13791	94	13845	755
13576	885	13630	80	13684	815	13738	81	13792	96	13846	75
13577	85	13631	715	13685	835	13739	89	13793	86	13847	755
13578	78	13632	825	13686	835	13740	79	13794	82	13848	825
13579	80	13633	775	13687	815	13741	76	13795	78	13849	74
13580	83	13634	83	13688	87	13742	84	13796	87	13850	88
13581	79	13635	82	13689	83	13743	87	13797	79	13851	79
13582	77	13636	85	13690	83	13744	93	13798	85	13852	825
13583	73	13637	81	13691	77	13745	93	13799	765	13853	865
13584	71	13638	815	13692	86	13746	94	13800	80	13854	87
13585	72	13639	765	13693	84	13747	945	13801	785	13855	91
13586	75	13640	825	13694	885	13748	91	13802	87	13856	89
13587	66	13641	775	13695	86	13749	895	13803	91	13857	875
13588	72	13642	84	13696	855	13750	90	13804	84	13858	91
13589	74	13643	85	13697	89	13751	84	13805	855	13859	815
13590	71	13644	85	13698	89	13752	85	13806	865	13860	94
13591	70	13645	96	13699	91	13753	85	13807	84	13861	82
13592	765	13646	91	13700	84	13754	86	13808	88	13862	875
13593	765	13647	975	13701	85	13755	89	13809	885	13863	885
13594	815	13648	985	13702	84	13756	92	13810	855	13864	90
13595	76	13649	3,05	13703	74	13757	90	13811	935	13865	90
13596	775	13650	04	13704	78	13758	80	13812	895	13866	92
13597	77	13651	2,95	13705	78	13759	81	13813	855	13867	91
13598	75	13652	92	13706	83	13760	89	13814	915	13868	91
13599	745	13653	955	13707	80	13761	89	13815	85	13869	885
13600	745	13654	97	13708	85	13762	84	13816	88	13870	915
13601	70	13655	93	13709	83	13763	84	13817	93	13871	915
13602	845	13656	88	13710	83	13764	875	13818	89	13872	845
13603	755	13657	86	13711	87	13765	915	13819	895	13873	89
13604	79	13658	845	13712	86	13766	86	13820	94	13874	86
13605	82	13659	90	13713	865	13767	88	13821	895	13875	82
13606	88	13660	85	13714	995	13768	88	13822	95	13876	79
13607	90	13661	78	13715	985	13769	895	13823	85	13877	78
13608	93	13662	77	13716	3,005	13770	845	13824	92	13878	77

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
14203	2,91	14257	2,785	14311	2,755	14365	2,645	14419	2,72	14473	2,73
14204	845	14258	70	14312	835	14366	78	14420	695	14474	78
14205	83	14259	71	14313	825	14367	765	14421	785	14475	90
14206	895	14260	73	14314	84	14368	755	14422	755	14476	91
14207	81	14261	765	14315	745	14369	69	14423	735	14477	945
14208	92	14262	72	14316	795	14370	81	14424	75	14478	945
14209	90	14263	76	14317	80	14371	825	14425	87	14479	99
14210	875	14264	76	14318	77	14372	785	14426	865	14480	3,00
14211	915	14265	80	14319	71	14373	775	14427	865	14481	2,955
14212	875	14266	80	14320	695	14374	865	14428	845	14482	945
14213	825	14267	845	14321	76	14375	87	14429	825	14483	95
14214	815	14268	795	14322	765	14376	85	14430	83	14484	87
14215	89	14269	84	14323	73	14377	875	14431	83	14485	88
14216	89	14270	835	14324	74	14378	895	14432	885	14486	83
14217	935	14271	815	14325	79	14379	855	14433	805	14487	82
14218	825	14272	885	14326	805	14380	815	14434	765	14488	80
14219	84	14273	78	14327	795	14381	79	14435	78	14489	805
14220	78	14274	80	14328	79	14382	80	14436	765	14490	805
14221	71	14275	79	14329	82	14383	845	14437	875	14491	75
14222	725	14276	795	14330	84	14384	82	14438	895	14492	75
14223	68	14277	73	14331	84	14385	82	14439	93	14493	80
14224	755	14278	68	14332	81	14386	755	14440	90	14494	70
14225	67	14279	77	14333	745	14387	79	14441	3,00	14495	77
14226	71	14280	68	14334	—	14388	835	14442	2,84	14496	76
14227	67	14281	705	14335	—	14389	86	14443	89	14497	80
14228	68	14282	735	14336	79	14390	825	14444	87	14498	76
14229	69	14283	75	14337	74	14391	79	14445	84	14499	76
14230	735	14284	755	14338	85	14392	83	14446	885	14500	805
14231	715	14285	725	14339	835	14393	79	14447	835	14501	775
14232	795	14286	755	14340	905	14394	78	14448	82	14502	88
14233	855	14287	775	14341	94	14395	77	14449	79	14503	875
14234	88	14288	76	14342	91	14396	76	14450	735	14504	785
14235	865	14289	745	14343	92	14397	72	14451	845	14505	92
14236	845	14290	805	14344	945	14398	715	14452	795	14506	96
14237	785	14291	745	14345	965	14399	70	14453	845	14507	83
14238	83	14292	69	14346	89	14400	785	14454	775	14508	96
14239	82	14293	735	14347	925	14401	74	14455	735	14509	88
14240	865	14294	83	14348	90	14402	78	14456	83	14510	915
14241	835	14295	765	14349	86	14403	69	14457	825	14511	925
14242	735	14296	74	14350	885	14404	73	14458	845	14512	87
14243	735	14297	85	14351	85	14405	78	14459	78	14513	885
14244	785	14298	85	14352	875	14406	87	14460	74	14514	845
14245	775	14299	96	14353	795	14407	84	14461	81	14515	83
14246	705	14300	865	14354	785	14408	93	14462	85	14516	80
14247	74	14301	915	14355	74	14409	3,01	14463	88	14517	86
14248	74	14302	88	14356	81	14410	04	14464	915	14518	80
14249	76	14303	90	14357	78	14411	005	14465	905	14519	78
14250	80	14304	87	14358	77	14412	2,99	14466	91	14520	70
14251	775	14305	82	14359	795	14413	995	14467	91	14521	78
14252	82	14306	905	14360	745	14414	90	14468	80	14522	775
14253	775	14307	885	14361	23	14415	90	14469	97	14523	805
14254	75	14308	86	14362	765	14416	—	14470	75	14524	68
14255	69	14309	845	14363	815	14417	—	14471	78	14525	83
14256	76	14310	81	14364	805	14418	78	14472	81	14526	84

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
14527	2,85	14581	3,03	14635	2,77	14689	2,94	14743	2,765	14797	2,745
14528	905	14582	005	14636	785	14690	925	14744	725	14798	75
14529	815	14583	2,985	14637	815	14691	82	14745	715	14799	705
14530	795	14584	905	14638	80	14692	77	14746	75	14800	805
14531	825	14585	94	14639	765	14693	76	14747	725	14801	72
14532	78	14586	93	14640	795	14694	73	14748	67	14802	74
14533	82	14587	835	14641	82	14695	73	14749	72	14803	72
14534	735	14588	835	14642	83	14696	66	14750	725	14804	75
14535	715	14589	79	14643	835	14697	71	14751	755	14805	81
14536	76	14590	76	14644	83	14698	735	14752	725	14806	80
14537	79	14591	755	14645	835	14699	755	14753	82	14807	82
14538	665	14592	775	14646	92	14700	74	14754	91	14808	72
14539	73	14593	74	14647	93	14701	84	14755	92	14809	78
14540	73	14594	78	14648	3,02	14702	81	14756	935	14810	775
14541	665	14595	81	14649	2,90	14703	81	14757	91	14811	725
14542	76	14596	81	14650	915	14704	82	14758	96	14812	725
14543	765	14597	855	14651	915	14705	82	14759	95	14813	72
14544	805	14598	815	14652	925	14706	83	14760	92	14814	80
14545	85	14599	80	14653	905	14707	78	14761	93	14815	785
14546	79	14600	88	14654	77	14708	785	14762	89	14816	78
14547	81	14601	93	14655	78	14709	835	14763	825	14817	835
14548	895	14602	92	14656	755	14710	795	14764	875	14818	805
14549	905	14603	93	14657	695	14711	85	14765	86	14819	87
14550	83	14604	93	14658	655	14712	76	14766	81	14820	83
14551	935	14605	88	14659	695	14713	78	14767	78	14821	88
14552	85	14606	865	14660	745	14714	745	14768	75	14822	85
14553	88	14607	85	14661	705	14715	81	14769	77	14823	855
14554	805	14608	755	14662	71	14716	765	14770	805	14824	885
14555	83	14609	765	14663	83	14717	825	14771	79	14825	875
14556	84	14610	755	14664	82	14718	765	14772	705	14826	88
14557	91	14611	71	14665	795	14719	83	14773	72	14827	835
14558	825	14612	63	14666	855	14720	825	14774	775	14828	80
14559	905	14613	73	14667	79	14721	785	14775	665	14829	80
14560	86	14614	76	14668	85	14722	885	14776	78	14830	815
14561	875	14615	74	14669	85	14723	835	14777	75	14831	725
14562	855	14616	88	14670	87	14724	85	14778	73	14832	75
14563	835	14617	83	14671	795	14725	86	14779	78	14833	905
14564	845	14618	88	14672	825	14726	90	14780	71	14834	685
14565	81	14619	995	14673	69	14727	84	14781	75	14835	63
14566	74	14620	895	14674	825	14728	90	14782	80	14836	65
14567	755	14621	95	14675	825	14729	83	14783	76	14837	64
14568	755	14622	93	14676	78	14730	85	14784	785	14838	705
14569	77	14623	955	14677	72	14731	88	14785	825	14839	705
14570	685	14624	925	14678	75	14732	835	14786	85	14840	71
14571	655	14625	—	14679	80	14733	885	14787	87	14841	75
14572	81	14626	—	14680	81	14734	85	14788	89	14842	795
14573	81	14627	835	14681	82	14735	79	14789	80	14843	775
14574	81	14628	835	14682	885	14736	82	14790	83	14844	77
14575	88	14629	83	14683	945	14737	77	14791	825	14845	86
14576	925	14630	775	14684	3,04	14738	82	14792	865	14846	81
14577	985	14631	88	14685	025	14739	81	14793	75	14847	72
14578	985	14632	81	14686	005	14740	77	14794	86	14848	74
14579	3,015	14633	84	14687	2,94	14741	71	14795	76	14849	755
14580	04	14634	795	14688	965	14742	77	14796	775	14850	825

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
14851	2,725	14905	2,785	14959	2,695	15013	2,71	15067	2,645	15121	2,505
14852	755	14906	89	14960	71	15014	755	15068	59	15122	67
14853	85	14907	81	14961	77	15015	755	15069	645	15123	59
14854	85	14908	785	14962	72	15016	67	15070	70	15124	645
14855	83	14909	87	14963	81	15017	715	15071	65	15125	765
14856	88	14910	79	14964	78	15018	72	15072	77	15126	815
14857	93	14911	86	14965	785	15019	67	15073	75	15127	77
14858	—	14912	815	14966	805	15020	70	15074	78	15128	79
14859	95	14913	765	14967	74	15021	72	15075	77	15129	805
14860	95	14914	875	14968	78	15022	76	15076	755	15130	84
14861	84	14915	765	14969	74	15023	73	15077	85	15131	79
14862	89	14916	805	14970	80	15024	73	15078	75	15132	70
14863	895	14917	735	14971	68	15025	785	15079	71	15133	72
14864	89	14918	74	14972	73	15026	84	15080	765	15134	73
14865	855	14919	795	14973	77	15027	83	15081	77	15135	59
14866	78	14920	715	14974	76	15028	795	15082	77	15136	62
14867	—	14921	69	14975	675	15029	78	15083	66	15137	69
14868	71	14922	695	14976	685	15030	805	15084	73	15138	54
14869	76	14923	645	14977	71	15031	80	15085	77	15139	—
14870	72	14924	68	14978	66	15032	76	15086	765	15140	—
14871	66	14925	70	14979	72	15033	72	15087	685	15141	69
14872	735	14926	65	14980	75	15034	72	15088	71	15142	79
14873	595	14927	—	14981	74	15035	78	15089	76	15143	81
14874	715	14928	—	14982	73	15036	695	15090	695	15144	725
14875	775	14929	74	14983	82	15037	715	15091	725	15145	70
14876	69	14930	76	14984	79	15038	79	15092	73	15146	715
14877	67	14931	775	14985	76	15039	785	15093	745	15147	68
14878	72	14932	83	14986	74	15040	82	15094	65	15148	69
14879	74	14933	845	14987	745	15041	73	15095	595	15149	69
14880	705	14934	81	14988	765	15042	88	15096	69	15150	71
14881	765	14935	75	14989	73	15043	825	15097	57	15151	69
14882	86	14936	77	14990	75	15044	885	15098	655	15152	75
14883	86	14937	77	14991	73	15045	83	15099	53	15153	68
14884	85	14938	76	14992	75	15046	835	15100	705	15154	69
14885	76	14939	68	14993	77	15047	845	15101	64	15155	72
14886	76	14940	675	14994	74	15048	88	15102	63	15156	735
14887	81	14941	725	14995	775	15049	785	15103	69	15157	695
14888	815	14942	735	14996	805	15050	805	15104	685	15158	75
14889	715	14943	66	14997	805	15051	80	15105	625	15159	68
14890	695	14944	675	14998	845	15052	75	15106	695	15160	715
14891	725	14945	705	14999	81	15053	78	15107	765	15161	715
14892	73	14946	655	15000	81	15054	78	15108	76	15162	71
14893	65	14947	735	15001	85	15055	72	15109	85	15163	745
14894	75	14948	735	15002	82	15056	72	15110	885	15164	70
14895	75	14949	69	15003	79	15057	70	15111	865	15165	70
14896	805	14950	73	15004	775	15058	67	15112	88	15166	775
14897	745	14951	72	15005	795	15059	735	15113	84	15167	75
14898	84	14952	73	15006	77	15060	63	15114	83	15168	745
14899	85	14953	64	15007	835	15061	655	15115	72	15169	765
14900	855	14954	68	15008	73	15062	655	15116	745	15170	785
14901	88	14955	71	15009	70	15063	575	15117	755	15171	73
14902	86	14956	62	15010	775	15064	655	15118	62	15172	68
14903	85	14957	63	15011	775	15065	60	15119	595	15173	695
14904	815	14958	695	15012	73	15066	65	15120	60	15174	67

Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm
15175	2,565	15229	2,71	15283	2,795	15337	2,71	15391	2,735	15445	2,59
15176	62	15230	815	15284	795	15338	70	15392	685	15446	71
15177	645	15231	715	15285	82	15339	77	15393	735	15447	70
15178	64	15232	67	15286	76	15340	75	15394	785	15448	68
15179	68	15233	71	15287	705	15341	64	15395	75	15449	77
15180	62	15234	68	15288	72	15342	675	15396	65	15450	78
15181	78	15235	64	15289	755	15343	775	15397	685	15451	77
15182	75	15236	685	15290	68	15344	68	15398	685	15452	74
15183	83	15237	66	15291	67	15345	64	15399	60	15453	73
15184	82	15238	615	15292	74	15346	65	15400	66	15454	79
15185	81	15239	745	15293	70	15347	58	15401	63	15455	76
15186	84	15240	755	15294	605	15348	74	15402	68	15456	685
15187	835	15241	64	15295	695	15349	80	15403	66	15457	745
15188	855	15242	72	15296	68	15350	79	15404	67	15458	725
15189	75	15243	725	15297	66	15351	755	15405	66	15459	695
15190	73	15244	76	15298	70	15352	785	15406	755	15460	71
15191	71	15245	645	15299	685	15353	83	15407	74	15461	83
15192	695	15246	70	15300	585	15354	85	15408	715	15462	83
15193	625	15247	655	15301	72	15355	84	15409	69	15463	84
15194	64	15248	74	15302	67	15356	855	15410	79	15464	87
15195	62	15249	845	15303	71	15357	765	15411	67	15465	865
15196	63	15250	835	15304	71	15358	875	15412	69	15466	825
15197	63	15251	725	15305	76	15359	745	15413	68	15467	95
15198	57	15252	73	15306	72	15360	845	15414	73	15468	89
15199	615	15253	765	15307	75	15361	755	15415	665	15469	85
15200	665	15254	775	15308	725	15362	665	15416	67	15470	90
15201	62	15255	65	15309	76	15363	695	15417	675	15471	82
15202	65	15256	565	15310	665	15364	665	15418	68	15472	83
15203	725	15257	745	15311	63	15365	62	15419	72	15473	76
15204	690	15258	72	15312	76	15366	605	15420	75	15474	88
15205	665	15259	64	15313	66	15367	70	15421	70	15475	83
15206	74	15260	71	15314	65	15368	60	15422	66	15476	78
15207	73	15261	67	15315	70	15369	60	15423	74	15477	82
15208	61	15262	66	15316	71	15370	535	15424	73	15478	74
15209	67	15263	72	15317	73	15371	565	15425	75	15479	73
15210	67	15264	73	15318	79	15372	655	15426	74	15480	80
15211	84	15265	655	15319	81	15373	675	15427	77	15481	75
15212	93	15266	705	15320	84	15374	685	15428	76	15482	775
15213	83	15267	755	15321	94	15375	695	15429	67	15483	745
15214	665	15268	655	15322	96	15376	665	15430	745	15484	77
15215	505	15269	64	15323	92	15377	695	15431	805	15485	68
15216	855	15270	71	15324	84	15378	63	15432	72	15486	75
15217	765	15271	65	15325	82	15379	65	15433	775	15487	70
15218	605	15272	685	15326	885	15380	695	15434	725	15488	61
15219	62	15273	765	15327	79	15381	615	15435	79	15489	78
15220	635	15274	78	15328	79	15382	68	15436	745	15490	755
15221	685	15275	745	15329	745	15383	73	15437	79	15491	705
15222	695	15276	845	15330	67	15384	74	15438	795	15492	715
15223	70	15277	86	15331	74	15385	69	15439	73	15493	76
15224	63	15278	89	15332	68	15386	74	15440	77	15494	75
15225	78	15279	87	15333	655	15387	66	15441	70	15495	71
15226	82	15280	89	15334	675	15388	725	15442	78	15496	85
15227	745	15281	85	15335	68	15389	74	15443	71	15497	90
15228	715	15282	87	15336	65	15390	725	15444	75	15498	93

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
15499	2,84	15553	2,885	15607	2,925	15661	2,78	15715	2,845	15769	2,725
15500	90	15554	95	15608	975	15662	75	15716	89	15770	72
15501	81	15555	86	15609	95	15663	705	15717	875	15771	82
15502	95	15556	94	15610	94	15664	77	15718	85	15772	77
15503	86	15557	85	15611	98	15665	81	15719	84	15773	70
15504	82	15558	79	15612	985	15666	73	15720	775	15774	81
15505	85	15559	82	15613	885	15667	805	15721	76	15775	82
15506	76	15560	715	15614	91	15668	745	15722	78	15776	85
15507	77	15561	825	15615	85	15669	815	15723	82	15777	925
15508	85	15562	76	15616	75	15670	875	15724	72	15778	91
15509	78	15563	74	15617	84	15671	98	15725	78	15779	865
15510	72	15564	84	15618	82	15672	99	15726	76	15780	84
15511	79	15565	83	15619	785	15673	3,045	15727	845	15781	82
15512	70	15566	88	15620	825	15674	07	15728	835	15782	85
15513	74	15567	81	15621	80	15675	10	15729	795	15783	825
15514	725	15568	82	15622	76	15676	2,97	15730	91	15784	825
15515	76	15569	78	15623	79	15677	3,04	15731	895	15785	74
15516	76	15570	90	15624	82	15678	2,94	15732	94	15786	77
15517	795	15571	89	15625	84	15679	925	15733	97	15787	83
15518	77	15572	80	15626	80	15680	785	15734	81	15788	81
15519	68	15573	87	15627	81	15681	785	15735	85	15789	79
15520	78	15574	93	15628	91	15682	72	15736	755	15790	80
15521	73	15575	84	15629	84	15683	67	15737	775	15791	76
15522	64	15576	875	15630	89	15684	76	15738	765	15792	84
15523	73	15577	855	15631	90	15685	785	15739	70	15793	81
15524	83	15578	785	15632	90	15686	74	15740	705	15794	875
15525	80	15579	765	15633	84	15687	85	15741	72	15795	87
15526	83	15580	80	15634	875	15688	81	15742	815	15796	865
15527	80	15581	80	15635	885	15689	87	15743	—	15797	84
15528	88	15582	795	15636	86	15690	92	15744	93	15798	69
15529	83	15583	765	15637	88	15691	85	15745	935	15799	81
15530	94	15584	785	15638	90	15692	88	15746	94	15800	79
15531	935	15585	875	15639	91	15693	87	15747	93	15801	785
15532	895	15586	79	15640	85	15694	91	15748	96	15802	71
15533	945	15587	815	15641	89	15695	91	15749	90	15803	765
15534	3,015	15598	785	15642	85	15696	855	15750	86	15804	91
15535	2,94	15589	84	15643	845	15697	85	15751	865	15805	845
15536	97	15590	91	15644	835	15698	84	15752	865	15806	93
15537	89	15591	885	15645	885	15699	77	15753	87	15807	925
15538	88	15592	885	15646	955	15700	79	15754	875	15808	94
15539	86	15593	89	15647	985	15701	845	15755	745	15809	85
15540	83	15594	81	15648	795	15702	89	15756	77	15810	3,02
15541	75	15595	77	15649	78	15703	89	15757	82	15811	03
15542	73	15596	805	15650	81	15704	905	15758	81	15812	2,985
15543	69	15597	755	15651	825	15705	90	15759	845	15813	94
15544	66	15598	78	15652	845	15706	955	15760	805	15814	965
15545	65	15599	745	15653	79	15707	95	15761	73	15815	805
15546	65	15600	745	15654	75	15708	3,01	15762	84	15816	935
15547	705	15601	75	15655	835	15709	2,91	15763	835	15817	825
15548	815	15602	85	15656	83	15710	945	15764	805	15818	81
15549	72	15603	80	15657	845	15711	98	15765	82	15819	765
15550	905	15604	795	15658	74	15712	91	15766	71	15820	765
15551	885	15605	955	15659	765	15713	96	15767	745	15821	69
15552	865	15606	95	15660	785	15714	895	15768	78	15822	755

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
15823	2,665	15877	2,78	15931	2,79	15985	2,885	16039	2,765	16093	2,775
15824	71	15878	76	15932	85	15986	89	16040	78	16094	755
15825	76	15879	67	15933	81	15987	90	16041	83	16095	81
15826	81	15880	77	15934	82	15988	87	16042	76	16096	775
15827	815	15881	82	15935	77	15989	865	16043	73	16097	785
15828	825	15882	86	15936	845	15990	865	16044	78	16098	745
15829	86	15883	865	15937	745	15991	795	16045	755	16099	80
15830	87	15884	3,005	15938	73	15992	705	16046	73	16100	76
15831	86	15885	2,93	15939	77	15993	82	16047	685	16101	77
15832	87	15886	96	15940	815	15994	74	16048	76	16102	715
15833	81	15887	99	15941	705	15995	78	16049	69	16103	655
15834	845	15888	97	15942	71	15996	755	16050	72	16104	74
15835	785	15889	88	15943	76	15997	745	16051	75	16105	715
15836	81	15890	93	15944	77	15998	78	16052	79	16106	79
15837	82	15891	94	15945	73	15999	77	16053	85	16107	77
15838	82	15892	88	15946	76	16000	72	16054	88	16108	79
15839	77	15893	845	15947	74	16001	715	16055	83	16109	78
15840	82	15894	755	15948	81	16002	745	16056	86	16110	62
15841	885	15895	65	15949	75	16003	79	16057	905	16111	79
15842	93	15896	76	15950	82	16004	76	16058	85	16112	79
15843	925	15897	755	15951	865	16005	74	16059	96	16113	755
15844	99	15898	69	15952	885	16006	76	16060	885	16114	685
15845	3,03	15899	685	15953	925	16007	805	16061	88	16115	75
15846	05	15900	755	15954	905	16008	77	16062	82	16116	775
15847	2,96	15901	775	15955	945	16009	825	16063	83	16117	615
15848	98	15902	65	15956	935	16010	84	16064	745	16118	75
15849	945	15903	81	15957	93	16011	865	16065	725	16119	71
15850	915	15904	845	15958	91	16012	845	16066	70	16120	67
15851	965	15905	805	15959	835	16013	81	16067	675	16121	755
15852	895	15906	815	15960	72	16014	84	16068	70	16122	725
15853	86	15907	835	15961	775	16015	76	16069	695	16123	71
15854	82	15908	83	15962	88	16016	73	16070	56	16124	67
15855	78	15909	87	15963	71	16017	81	16071	71	16125	81
15856	76	15910	87	15964	76	16018	83	16072	65	16126	81
15857	79	15911	805	15965	73	16019	79	16073	75	16127	85
15858	72	15912	795	15966	78	16020	835	16074	615	16128	78
15859	77	15913	795	15967	755	16021	835	16075	775	16129	825
15860	78	15914	78	15968	73	16022	93	16076	78	16130	835
15861	80	15915	825	15969	43	16023	92	16077	835	16131	865
15862	84	15916	785	15970	78	16024	93	16078	795	16132	805
15863	82	15917	825	15971	775	16025	965	16079	725	16133	83
15864	695	15918	735	15972	69	16026	885	16080	805	16134	825
15865	83	15919	745	15973	79	16027	97	16081	78	16135	825
15866	825	15920	725	15974	77	16028	85	16082	73	16136	815
15867	80	15921	79	15975	78	16029	96	16083	695	16137	815
15868	835	15922	675	15976	815	16030	88	16084	735	16138	82
15869	875	15923	775	15977	855	16031	85	16085	72	16139	76
15870	89	15924	745	15978	82	16032	79	16086	69	16140	78
15871	86	15925	83	15979	84	16033	84	16087	64	16141	79
15872	865	15926	735	15980	94	16034	755	16088	74	16142	775
15873	795	15927	76	15981	975	16035	795	16089	64	16143	735
15874	81	15928	83	15982	895	16036	76	16090	655	16144	75
15875	73	15929	84	15983	92	16037	77	16091	73	16145	79
15876	78	15930	85	15984	915	16038	785	16092	725	16146	72

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
16147	2,74	16201	2,74	16255	2,745	16309	2,715	16363	2,77	16417	2,81
16148	73	16202	85	16256	84	16310	735	16364	72	16418	895
16149	745	16203	82	16257	825	16211	85	16365	67	16419	885
16150	715	16204	77	16258	83	16312	83	16366	79	16420	965
16151	745	16205	79	16259	765	16313	87	16367	73	16421	93
16152	785	16206	69	16260	78	16314	905	16368	62	16422	885
16153	79	16207	76	16261	79	16315	815	16369	645	16423	86
16154	75	16208	79	16262	755	16316	84	16370	665	16424	86
16155	79	16209	705	16263	67	16317	83	16371	56	16425	785
16156	745	16210	705	16264	665	16318	83	16372	68	16426	705
16157	725	16211	67	16265	695	16319	81	16373	61	16427	70
16158	74	16212	74	16266	62	16320	78	16374	585	16428	68
16159	75	16213	62	16267	60	16321	68	16375	57	16429	57
16160	71	16214	66	16268	645	16322	73	16376	615	16430	60
16161	65	16215	68	16269	685	16323	70	16377	67	16431	57
16162	64	16216	665	16270	645	16324	66	16378	69	16432	58
16163	69	16217	69	16271	695	16325	655	16379	715	16433	62
16164	70	16218	69	16272	76	16326	685	16380	765	16434	54
16165	75	16219	62	16273	71	16327	63	16381	75	16435	64
16166	84	16220	69	16274	68	16328	71	16382	92	16436	64
16167	85	16221	67	16275	725	16329	65	16383	87	16437	69
16168	89	16222	675	16276	745	16330	595	16384	91	16438	66
16169	86	16223	71	16277	67	16331	715	16385	87	16439	655
16170	895	16224	715	16278	765	16332	675	16386	85	16440	755
16171	91	16225	585	16279	645	16333	625	16387	85	16441	76
16172	805	16226	65	16280	785	16334	74	16388	91	16442	78
16173	855	16227	65	16281	730	16335	75	16389	745	16443	76
16174	815	16228	64	16282	745	16336	71	16390	73	16444	79
15175	815	16229	72	16283	73	16337	655	16391	625	16445	77
16176	79	16230	68	16284	72	16338	77	16392	64	16446	78
16177	76	16231	64	16285	69	16339	775	16393	58	16447	75
16178	77	16232	82	16286	715	16340	71	16394	535	16448	665
16179	69	16233	81	16287	715	16341	70	16395	55	16449	645
16180	75	16234	80	16288	47	16342	83	16396	555	16450	555
16181	71	16235	77	16289	88	16343	74	16397	60	16451	515
16182	745	16236	89	16290	735	16344	69	16398	605	16452	55
16183	665	16237	845	16291	565	16345	72	16399	675	16453	525
16184	705	16238	905	16292	73	16346	76	16400	795	16454	70
16185	805	16239	89	16293	76	16347	715	16401	735	16455	725
16186	77	16240	91	16294	58	16348	715	16402	86	16456	77
16187	57	16241	90	16295	71	16349	75	16403	82	16457	78
16188	74	16242	85	16296	765	16350	72	16404	845	16458	85
16189	68	16243	46	16297	715	16351	575	16405	78	16459	86
16190	65	16244	02	16298	69	16352	70	16406	615	16460	875
16191	76	16245	67	16299	73	16353	685	16407	75	16461	84
16192	76	16246	67	16300	715	16354	70	16408	685	16462	725
16193	635	16247	54	16301	635	16355	69	16409	555	16463	79
16194	68	16248	64	16302	66	16356	75	16410	60	16464	75
16195	735	16249	495	16303	69	16357	655	16411	59	16465	72
16196	73	16250	65	16304	60	16358	715	16412	58	16466	74
16197	74	16251	535	16305	65	16359	73	16413	675	16467	58
16198	75	16252	685	16306	65	16360	65	16414	64	16468	63
16199	82	16253	705	16307	61	16361	655	16415	665	16469	57
16200	85	16254	71	16308	70	16362	745	16416	77	16470	71

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
16471	2,64	16525	2,75	16579	2,69	16633	2,765	16687	2,73	16741	2,81
16472	695	16526	78	16580	69	16634	66	16688	75	16742	80
16473	725	16527	85	16581	68	16635	695	16689	78	16743	82
16474	68	16528	85	16582	705	16636	745	16690	855	16744	85
16475	64	16529	755	16583	695	16637	71	16691	835	16745	84
16476	69	16530	835	16584	66	16638	715	16692	80	16746	82
16477	68	16531	79	16585	675	16639	73	16693	74	16747	92
16478	59	16532	75	16586	73	16640	815	16694	78	16748	88
16479	66	16533	67	16587	705	16641	675	16695	80	16749	83
16480	54	16534	755	16588	745	16642	77	16696	77	16750	83
16481	68	16535	59	16589	81	16643	74	16697	74	16751	865
16482	60	16536	58	16590	77	16644	775	16698	71	16752	765
16483	595	16537	635	16591	695	16645	69	16699	81	16753	82
16484	685	16538	52	16592	76	16646	775	16700	87	16754	78
16485	64	16539	59	16593	76	16647	78	16701	885	16755	78
16486	68	16540	515	16594	74	16648	82	16702	90	16756	81
16487	69	16541	640	16595	70	16649	74	16703	885	16757	815
16488	80	16542	635	16596	65	16650	495	16704	915	16758	855
16489	72	16543	65	16597	72	16651	3,065	16705	895	16759	845
16490	79	16544	71	16598	60	16652	2,78	16706	955	16760	86
16491	85	16545	76	16599	645	16653	785	16707	935	16761	79
16492	79	16546	675	16600	725	16654	71	16708	89	16762	80
16493	79	16547	74	16601	73	16655	775	16709	925	16763	82
16494	71	16548	725	16602	79	16656	76	16710	85	16764	845
16495	71	16549	745	16603	855	16657	72	16711	84	16765	855
16496	735	16550	615	16604	845	16658	715	16712	84	16766	78
16497	63	16551	72	16605	835	16659	675	16713	80	16767	79
16498	60	16552	655	16606	845	16660	74	16714	76	16768	80
16499	75	16553	64	16607	87	16661	685	16715	775	16769	735
16500	545	16554	705	16608	91	16662	625	16716	75	16770	765
16501	595	16555	62	16609	82	16663	76	16717	67	16771	73
16502	57	16556	69	16610	86	16664	69	16718	71	16772	74
16503	58	16557	71	16611	86	16665	73	16719	78	16773	84
16504	60	16558	71	16612	78	16666	78	16720	68	16774	73
16505	605	16559	69	16613	72	16667	80	16721	685	16775	85
16506	655	16560	815	16614	73	16668	80	16722	80	16776	80
16507	65	16561	855	16615	76	16669	84	16723	735	16777	84
16508	60	16562	86	16616	60	16670	84	16724	72	16778	84
16509	68	16563	815	16617	71	16671	91	16725	725	16779	85
16510	76	16564	78	16618	715	16672	88	16726	825	16780	87
16511	71	16565	775	16619	625	16673	925	16727	775	16781	87
16512	67	16566	745	16620	66	16674	90	16728	83	16782	78
16513	59	16567	805	16621	645	16675	90	16729	83	16783	82
16514	565	16568	65	16622	685	16676	845	16730	785	16784	83
16515	67	16569	69	16623	61	16677	84	16731	89	16785	78
16516	64	16570	745	16624	70	16678	73	16732	86	16786	72
16517	575	16571	655	16625	3,10	16679	855	16733	90	16787	675
16518	66	16572	69	16626	2,26	16680	775	16734	83	16788	755
16519	63	16573	65	16627	74	16681	645	16735	885	16789	70
16520	61	16574	62	16628	71	16682	675	16736	79	16790	67
16521	68	16575	70	16629	64	16683	70	16737	815	16791	65
16522	745	16576	66	16630	70	16684	69	16738	855	16792	625
16523	615	16577	66	16631	73	16685	67	16739	735	16793	69
16524	78	16578	68	16632	78	16686	75	16740	80	16794	

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
16795	2,635	16849	2,83	16905	2,74	16959	2,82	17013	2,77	17067	2,765
16796	67	16850	895	16906	83	16960	785	17014	81	17068	83
16797	73	16851	87	16907	82	16961	71	17015	84	17069	79
16798	715	16852	84	16908	73	16962	745	17016	85	17070	78
16799	725	16853	79	16909	89	16963	75	17017	82	17071	775
16800	63	16854	77	16910	82	16964	76	17018	84	17072	775
16801	655	16857	62	16911	77	16965	65	17019	785	17073	74
16802	68	16858	635	16912	79	16966	74	17020	845	17074	805
16803	615	16859	66	16913	805	16967	78	17021	92	17075	765
16804	68	16860	605	16914	745	16968	71	17022	905	17076	84
16805	585	16861	67	16915	82	16969	715	17023	83	17077	70
16806	625	16862	77	16916	85	16970	775	17024	82	17078	71
16807	745	16863	765	16917	91	16971	79	17025	805	17079	755
16808	725	16864	765	16918	91	16972	785	17026	83	17080	71
16809	625	16865	79	16919	89	16973	675	17027	87	17081	715
16810	72	16866	885	16920	955	16974	70	17028	78	17082	745
16811	73	16867	845	16921	935	16975	67	17029	82	17083	715
16812	695	16868	85	16922	945	16976	705	17030	70	17084	705
16813	735	16869	78	16923	865	16977	715	17031	73	17085	665
16814	775	16870	81	16924	88	16978	77	17032	77	17086	71
16815	795	16871	775	16925	90	16979	68	17033	76	17087	79
16816	78	16872	845	16926	86	16980	79	17034	70	17088	735
16817	63	16873	74	16927	79	16981	76	17035	74	17089	72
16818	74	16874	75	16928	84	16982	79	17036	71	17090	805
16819	63	16875	82	16929	82	16983	765	17037	66	17091	78
16820	66	16876	92	16930	785	16984	80	17038	71	17092	875
16821	285	16877	74	16931	795	16985	89	17039	71	17093	85
16822	61	16878	86	16932	77	16986	865	17040	655	17094	795
16823	82	16879	88	16933	84	16987	935	17041	715	17095	825
16824	855	16880	84	16934	79	16988	815	17042	65	17096	815
16825	755	16881	97	16935	80	16989	90	17043	76	17097	83
16826	76	16882	85	16936	835	16990	88	17044	71	17098	785
16827	775	16883	93	16937	875	16991	83	17045	79	17099	75
16828	745	16884	90	16938	82	16992	815	17046	795	17100	825
16829	84	16885	90	16939	73	16993	875	17047	775	17101	77
16830	835	16886	83	16940	75	16994	81	17048	83	17102	70
16831	81	16887	855	16941	685	16995	85	17049	765	17103	68
16832	825	16888	69	16942	895	17996	76	17050	785	17104	77
16833	79	16889	83	16943	74	16997	72	17051	82	17105	66
16834	80	16890	815	16944	75	16998	72	17052	81	17106	785
16835	755	16891	73	16945	75	16999	685	17053	—	17107	745
16836	78	16892	77	16946	79	17000	715	17054	—	17108	71
16837	3,085	16893	72	16947	82	17001	70	17055	80	17109	77
16838	2,38	16894	78	16948	86	17002	74	17056	695	17110	755
16839	2,76	16895	725	16949	92	17003	75	17057	735	17111	765
16840	81	16896	705	16950	84	17004	705	17058	80	17112	815
16841	805	16897	77	16951	76	17005	735	17059	74	17113	70
16842	745	16898	76	16952	88	17006	74	17060	82	17114	735
16843	80	16899	755	16953	855	17007	79	17061	85	17115	73
16844	84	16900	615	16954	875	17008	75	17062	75	17116	665
16845	96	16901	76	16955	86	17009	75	17063	82	17117	605
16846	93	16902	76	16956	82	17010	81	17064	885	17118	71
16847	91	16903	775	16957	76	17011	73	17065	815	17119	69
16848	925	16904	765	16958	78	17012	73	17066	78	17120	63

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
17121	2,705	17175	2,70	17229	2,74	17283	2,70	17337	2,71	17391	2,54
17122	755	17176	65	17230	705	17284	64	17338	695	17392	71
17123	695	17177	705	17231	715	17285	615	17339	725	17393	57
17124	765	17178	71	17232	695	17286	645	17340	71	17394	545
17125	715	17179	67	17233	715	17287	54	17341	65	17395	25
17126	74	17180	72	17234	76	17288	63	17342	675	17396	575
17127	865	17181	73	17235	725	17289	675	17343	665	17397	525
17128	89	17182	615	17236	73	17290	57	17344	615	17398	595
17129	84	17183	765	17237	735	17291	715	17345	585	17399	55
17130	86	17184	73	17238	77	17292	745	17346	58	17400	60
17131	85	17185	745	17239	69	17293	76	17347	66	17401	60
17132	81	17186	655	17240	66	17294	695	17348	615	17402	68
17133	835	17187	70	17241	69	17295	845	17349	70	17403	705
17134	76	17188	805	17242	71	17296	705	17350	785	17404	655
17135	735	17189	70	17243	64	17297	62	17351	735	17405	75
17136	68	17190	715	17244	75	17298	77	17352	74	17406	75
17137	70	17191	805	17245	66	17299	69	17353	75	17407	65
17138	59	17192	71	17246	65	17300	61	17354	74	17408	69
17139	68	17193	645	17247	65	17301	3,18	17355	84	17409	615
17140	65	17194	69	17248	585	17302	13	17356	74	17410	675
17141	66	17195	70	17249	69	17303	2,78	17357	75	17411	62
17142	63	17196	51	17250	63	17304	645	17358	755	17412	66
17143	73	17197	66	17251	64	17305	68	17359	685	17413	57
17144	68	17198	—	17252	74	17306	655	17360	72	17414	60
17145	715	17199	—	17253	62	17307	715	17361	66	17415	56
17146	795	17200	54	17254	57	17308	555	17362	69	17416	62
17147	76	17201	635	17255	71	17309	30	17363	635	17417	61
17148	73	17202	715	17256	07	17310	27	17364	705	17418	645
17149	75	17203	82	17257	69	17311	82	17365	65	17419	645
17150	74	17204	82	17258	75	17312	805	17366	67	17420	67
17151	67	17205	72	17259	68	17313	65	17367	675	17421	68
17152	655	17206	88	17260	65	17314	785	17368	685	17422	78
17153	685	17207	90	17261	705	17315	73	17369	71	17423	72
17154	70	17208	795	17262	575	17316	755	17370	64	17424	73
17155	57	17209	825	17263	61	17317	80	17371	675	17425	74
17156	69	17210	835	17264	60	17318	755	17372	755	17426	77
17157	665	17211	67	17265	58	17319	70	17373	64	17427	77
17158	645	17212	755	17266	66	17320	66	17374	62	17428	67
17159	75	17213	76	17267	69	17321	755	17375	70	17429	695
17160	715	17214	635	17268	67	17322	645	17376	535	17430	725
17161	785	17215	575	17269	745	17323	665	17377	68	17431	59
17162	79	17216	60	17270	765	17324	71	17378	545	17432	64
17163	80	17217	53	17271	76	17325	56	17379	625	17433	58
17164	74	17218	625	17272	735	17326	645	17380	585	17434	59
17165	78	17219	525	17273	705	17327	65	17381	665	17435	615
17166	76	17220	615	17274	83	17328	57	17382	61	17436	615
17167	72	17221	565	17275	81	17329	68	17383	66	17437	69
17168	735	17222	595	17276	835	17330	585	17384	78	17438	655
17169	695	17223	705	17277	815	17331	675	17385	73	17439	665
17170	68	17224	66	17278	805	17332	64	17386	65	17440	69
17171	745	17225	75	17279	835	17333	56	17387	78	17441	71
17172	715	17226	79	17280	81	17334	72	17388	80	17442	66
17173	67	17227	705	17281	72	17335	71	17389	77	17443	65
17174	745	17228	775	17282	74	17336	72	17390	75	17444	65

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
17445	2,69	17499	2,81	17553	2,675	17607	2,725	17661	2,615	17715	2,655
17446	57	17500	79	17554	655	17608	76	17662	63	17716	65
17447	66	17501	785	17555	53	17609	705	17663	59	17717	62
17448	64	17502	755	17556	67	17610	625	17664	69	17718	705
17449	57	17503	835	17557	56	17611	69	17665	60	17719	715
17450	64	17504	775	17558	61	17612	64	17666	67	17720	70
17451	56	17505	775	17559	54	17613	66	17667	695	17721	72
17452	78	17506	70	17560	55	17614	56	17668	575	17722	74
17453	67	17507	685	17561	61	17615	72	17669	65	17723	765
17454	66	17508	67	17562	63	17616	635	17670	67	17724	705
17455	76	17509	55	17563	68	17617	655	17671	66	17725	685
17456	79	17510	605	17564	73	17618	615	17672	545	17726	675
17457	83	17511	615	17565	70	17619	545	17673	54	17727	69
17458	755	17512	57	17566	67	17620	645	17674	535	17728	64
17459	855	17513	565	17567	74	17621	60	17675	605	17729	55
17460	81	17514	545	17568	62	17622	65	17676	56	17730	59
17461	84	17515	615	17569	67	17623	62	17677	555	17731	53
17462	79	17516	605	17570	805	17624	585	17678	71	17732	45
17463	75	17517	61	17571	785	17625	655	17679	57	17733	64
17464	71	17518	54	17572	605	17626	605	17680	70	17734	47
17465	725	17519	67	17573	705	17627	625	17681	76	17735	46
17466	715	17520	705	17574	69	17628	615	17682	68	17736	62
17467	63	17521	655	17575	67	17629	595	17683	625	17737	605
17468	70	17522	65	17576	67	17630	64	17684	745	17738	585
17469	64	17523	695	17577	67	17631	64	17685	72	17739	52
17470	605	17524	575	17578	68	17632	62	17686	64	17740	70
17471	63	17525	63	17579	575	17633	72	17687	66	17741	58
17472	595	17526	56	17580	66	17634	68	17688	73	17742	605
17473	69	17527	60	17581	565	17635	60	17689	56	17743	635
17474	695	17528	65	17582	565	17636	70	17690	70	17744	62
17475	61	17529	645	17583	525	17637	71	17691	56	17745	65
17476	655	17530	615	17584	55	17638	66	17692	63	17746	55
17477	72	17531	615	17585	49	17639	68	17693	56	17747	62
17478	58	17532	685	17586	585	17640	67	17694	495	17748	555
17479	73	17533	63	17587	585	17641	605	17695	625	17749	535
17480	70	17534	75	17588	595	17642	645	17696	545	17750	595
17481	64	17535	67	17589	64	17643	68	17697	615	17751	64
17482	61	17536	69	17590	585	17644	605	17698	53	17752	64
17483	72	17537	80	17591	675	17645	675	17699	57	17753	68
17484	635	17538	74	17592	685	17646	67	17700	61	17754	71
17485	725	17539	66	17593	685	17647	75	17701	52	17755	60
17486	62	17540	66	17594	635	17648	82	17702	60	17756	735
17487	635	17541	66	17595	67	17649	815	17703	57	17757	705
17488	665	17542	60	17596	645	17650	735	17704	615	17758	64
17489	60	17543	725	17597	655	17651	735	17705	515	17759	67
17490	62	17544	58	17598	59	17652	74	17706	55	17760	69
17491	525	17545	615	17599	645	17653	75	17707	55	17761	60
17492	575	17546	63	17600	575	17654	68	17708	53	17762	645
17493	62	17547	57	17601	65	17655	675	17709	47	17763	635
17494	56	17548	605	17602	72	17656	695	17710	51	17764	26
17495	68	17549	625	17603	63	17657	59	17711	56	17765	655
17496	64	17550	52	17604	53	17658	66	17712	545	17766	62
17497	77	17551	645	17605	90	17659	61	17713	65	17767	585
17498	80	17552	535	17606	745	17660	625	17714	57	17768	61

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
17769	2,565	17823	2,545	17877	2,70	17931	2,57	17985	2,52	18039	2,43
17770	62	17824	54	17878	645	17932	53	17986	555	18040	37
17771	565	17825	54	17879	60	17933	59	17987	545	18041	47
17772	615	17826	55	17880	51	17934	52	17988	55	18042	43
17773	62	17827	59	17881	505	17935	58	17989	52	18043	53
17774	655	17828	65	17882	505	17936	59	17990	57	18044	50
17775	505	17829	595	17883	44	17937	595	17991	55	18045	535
17776	55	17830	635	17884	445	17938	625	17992	56	18046	555
17777	60	17831	66	17885	515	17939	56	17993	565	18047	61
17778	615	17832	60	17886	53	17940	675	17994	485	18048	585
17779	545	17833	675	17887	47	17941	48	17995	57	18049	585
17780	66	17834	715	17888	46	17942	535	17996	47	18050	65
17781	59	17835	55	17889	62	17943	51	17997	575	18051	59
17782	60	17836	76	17890	56	17944	555	17998	485	18052	515
17783	64	17837	66	17891	37	17945	455	17999	55	18053	495
17784	56	17838	58	17892	665	17946	59	18000	53	18054	415
17785	65	17839	685	17893	58	17947	43	18001	58	18055	455
17786	62	17840	555	17894	67	17948	52	18002	52	18056	36
17787	605	17841	55	17895	585	17949	47	18003	58	18057	42
17788	665	17842	62	17896	565	17950	50	18004	48	18058	41
17789	53	17843	54	17897	60	17951	50	18005	55	18059	515
17790	55	17844	63	17898	555	17952	60	18006	60	18060	535
17791	52	17845	435	17899	53	17953	60	18007	54	18061	57
17792	60	17846	565	17900	47	17954	59	18008	60	18062	54
17793	52	17847	53	17901	53	17955	70	18009	55	18063	675
17794	56	17848	535	17902	49	17956	66	18010	59	18064	615
17795	545	17849	535	17903	55	17957	545	18011	515	18065	67
17796	595	17850	515	17904	60	17958	995	18012	545	18066	74
17797	665	17851	55	17905	46	17959	62	18013	44	18067	68
17798	575	17852	535	17906	53	17960	61	18014	50	18068	73
17799	69	17853	59	17907	60	17961	64	18015	41	18069	70
17800	71	17854	525	17908	38	17962	585	18016	48	18070	69
17801	60	17855	605	17909	605	17963	58	18017	41	18071	57
17802	69	17856	47	17910	635	17964	54	18018	48	18072	64
17803	72	17857	62	17911	62	17965	55	18019	51	18073	545
17804	64	17858	51	17912	61	17966	52	18020	55	18074	505
17805	68	17859	53	17913	66	17967	53	18021	56	18075	48
17806	67	17860	44	17914	59	17968	53	18022	66	18076	50
17807	60	17861	53	17915	945	17969	53	18023	62	18077	46
17808	63	17862	505	17916	575	17970	49	18024	64	18078	505
17809	635	17863	51	17917	56	17971	54	18025	70	18079	37
17810	555	17864	505	17918	60	17972	495	18026	61	18080	435
17811	63	17865	55	17919	59	17973	535	18027	67	18081	43
17812	60	17866	505	17920	66	17974	54	18028	72	18082	44
17813	61	17867	585	17921	435	17975	50	18029	64	18083	475
17814	655	17868	65	17922	605	17976	56	18030	65	18084	49
17815	56	17869	64	17923	505	17977	51	18031	68	18085	485
17816	63	17870	70	17924	58	17978	51	18032	595	18086	54
17817	575	17871	67	17925	495	17979	54	18033	565	18087	56
17818	60	17872	71	17926	50	17980	52	18034	655	18088	49
17819	64	17873	71	17927	51	17981	49	18035	535	18089	50
17820	54	17874	70	17928	60	17982	545	18036	51	18090	54
17821	65	17875	68	17929	54	17983	535	18037	43	18091	555
17822	565	17876	78	17930	53	17984	59	18038	39	18092	61

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
18093	2,595	18147	2,715	18201	2,63	18255	2,68	18309	2,58	18363	2,695
18094	56	18148	705	18202	36	18256	61	18310	585	18364	74
18095	58	18149	585	18203	3,00	18257	85	18311	655	18365	74
18096	52	18150	665	18204	2,64	18258	82	18312	55	18366	76
18097	53	18151	56	18205	66	18259	75	18313	635	18367	81
80981	45	18152	54	18206	58	18260	85	18314	725	18368	71
80991	50	18153	57	18207	61	18261	765	18315	65	18369	77
18100	40	18154	47	18208	68	18262	795	18316	635	18370	81
18101	42	18155	50	18209	54	18263	79	18317	635	18371	76
18102	45	18156	48	18210	64	18264	74	18318	56	18372	775
18103	47	18157	49	18211	63	18265	74	18319	74	18373	685
18104	44	18158	50	18212	64	18266	68	18320	53	18374	72
18105	55	18159	52	18213	68	18267	70	18321	66	18375	765
18106	615	18160	585	18214	75	18268	615	18322	65	18376	64
18107	605	18161	595	18215	78	18269	610	18323	655	18377	695
18108	605	18162	545	18216	74	18270	575	18324	69	18378	67
18109	73	18163	62	18217	815	18271	58	18325	77	18379	60
18110	605	18164	575	18218	85	18272	55	18326	735	18380	67
18111	66	18165	625	18219	84	18273	56	18327	62	18381	635
18112	63	18166	655	18220	775	18274	61	18328	74	18382	605
18113	64	18167	60	18221	74	18275	60	18329	70	18383	67
18114	63	18168	61	18222	72	18276	60	18330	74	18384	635
18115	61	18169	54	18223	735	18277	63	18331	745	18385	685
18116	54	18170	57	18224	62	18278	66	18332	75	18386	67
18117	575	18171	54	18225	665	18279	60	18333	765	18387	615
18118	535	18172	46	18226	68	18280	605	18334	61	18388	70
18119	56	18173	30	18227	65	18281	65	18335	71	18389	645
18120	525	18174	815	18228	625	18282	66	18336	71	18390	695
18121	51	18175	63	18229	64	18283	64	18337	60	18391	66
18122	48	18176	575	18230	525	18284	625	18338	67	18392	72
18123	545	18177	65	18231	67	18285	635	18339	63	18393	79
18124	53	18178	63	18232	62	18286	57	18340	57	18394	75
18125	67	18179	61	18233	61	18287	655	18341	595	18395	705
18126	57	18180	625	18234	685	18288	595	18342	535	18396	70
18127	665	18181	595	18235	61	18289	605	18343	60	18397	65
18128	675	18182	69	18236	665	18290	725	18344	54	18398	67
18129	625	18183	71	18237	67	18291	68	18345	60	18399	685
18130	625	18184	70	18238	605	18292	67	18346	62	18400	635
18131	60	18185	72	18239	67	18293	765	18347	63	18401	615
18132	58	18186	735	18240	70	18294	705	18348	65	18402	735
18133	525	18187	735	18241	66	18295	74	18349	64	18403	93
18134	57	18188	59	18242	685	18296	75	18350	685	18404	71
18135	615	18189	73	18243	685	18297	78	18351	67	18405	72
18136	555	18190	665	18244	66	18298	69	18352	665	18406	82
18137	50	18191	585	18245	66	18299	70	18353	67	18407	76
18138	53	18192	61	18246	68	18300	72	18354	67	18408	79
18139	50	18193	58	18247	62	18301	72	18355	645	18409	79
18140	575	18194	61	18248	63	18302	615	18356	595	18410	84
18141	56	18195	60	18249	585	18303	64	18357	67	18411	76
18142	615	18196	54	18250	59	18304	62	18358	62	18412	78
18143	58	18197	64	18251	68	18305	585	18359	71	18413	72
18144	65	18198	61	18252	585	18306	66	18360	68	18414	705
18145	64	18199	665	18253	64	18307	54	18361	68	18415	695
18146	66	18200	675	18254	69	18308	62	18362	685	18416	64

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
18417	2,60	18471	2,58	18525	2,67	18579	2,49	18633	2,665	18687	2,475
18418	64	18472	67	18526	63	18580	60	18634	635	18688	58
18419	63	18473	58	18527	63	18581	51	18635	57	18689	45,5
18420	67	18474	62	18528	68	18582	58	18636	47	18690	56
18421	59	18475	60	18529	65	18583	51	18637	46	18691	57,5
18422	68	18476	75	18530	59	18584	58	18638	39	18692	68,5
18423	70,5	18477	68	18531	635	18585	575	18639	40	18693	64
18424	69	18478	82	18532	575	18586	53	18640	35	18694	61
18425	73	18479	78	18533	64	18587	665	18641	41	18695	62
18426	64	18480	77	18534	65	18588	59	18642	49	18696	58
18427	64,5	18481	76	18535	58	18589	64	18643	41	18697	57
18428	69	18482	75	18536	62	18590	65	18644	52,5	18698	61
18429	67	18483	80	18537	59	18591	66	18645	45,5	18699	46
18430	55,5	18484	73,5	18538	55,5	18592	66,5	18646	60	18700	45
18431	65	18485	72,5	18539	50,5	18593	66,5	18647	60	18701	37
18432	61,5	18486	70	18540	62	18594	61	18648	64	18702	31
18433	61	18487	67	18541	61	18595	67	18649	62	18703	37
18434	68,5	18488	54	18542	575	18596	62	18650	56	18704	37,5
18435	60,5	18489	57	18543	64,5	18597	56	18651	67	18705	40,5
18436	70	18490	53	18544	62	18598	58	18652	58	18706	41
18437	66,5	18491	58,5	18545	60	18599	54	18653	60	18707	43
18438	69	18492	53,5	18546	61	18600	59	18654	49	18708	52,5
18439	71	18493	56	18547	53	18601	48	18655	52	18709	52,5
18440	79	18494	67,5	18548	60	18602	57	18656	42	18710	58,5
18441	80	18495	57,5	18549	45	18603	51	18657	44	18711	55,5
18442	69,5	18496	62	18550	62	18604	53	18658	43	18712	63
18443	74,5	18497	55	18551	52,5	18605	53,5	18659	43	18713	71
18444	73	18498	68	18552	52,5	18606	51,5	18660	46	18714	72
18445	76	18499	61	18553	56	18607	57	18661	53	18715	65,5
18446	62	18500	65	18554	50,5	18608	51	18662	52	18716	68,5
18447	70,5	18501	65	18555	70,5	18609	63,5	18663	60	18717	75
18448	79,5	18502	64	18556	61,5	18610	57,5	18664	55	18718	65
18449	57	18503	69	18557	68,5	18611	63	18665	67,5	18719	67
18450	66	18504	61	18558	73,5	18612	48	18666	73	18720	54
18451	56	18505	63	18559	81,5	18613	55	18667	64	18721	50,5
18452	58	18506	65	18560	72	18614	53	18668	69,5	18722	52,5
18453	62	18507	55	18561	74	18615	48	18669	72	18723	49
18454	49,5	18508	70	18562	75	18616	47	18670	62,5	18724	45
18455	63	18509	64	18563	71	18617	52	18671	57,5	18725	47
18456	53,5	18510	67	18564	66	18618	53	18672	71	18726	49
18457	61,5	18511	67,5	18565	75	18619	50	18673	54	18727	51
18458	56,5	18512	67,5	18566	71	18620	49	18674	66	18728	49
18459	61,5	18513	70,5	18567	55	18621	55	18675	58	18729	43,5
18460	65	18514	65,5	18568	69	18622	45	18676	55	18730	47,5
18461	53,5	18515	68	18569	60	18623	56	18677	51	18731	50,5
18462	69	18516	64	18570	58	18624	60	18678	49	18732	55,5
18463	58	18517	70	18571	57	18625	68	18679	42	18733	44,5
18464	55	18518	70	18572	57	18626	65	18680	50	18734	55
18465	61	18519	57	18573	62	18627	64,5	18681	41	18735	54,5
18466	54	18520	64	18574	54	18628	70,5	18682	55,5	18736	55,5
18467	62	18521	60	18575	61,5	18629	76	18683	43	18737	46
18468	55,5	18522	65	18576	57,5	18630	69,5	18684	43	18738	50,5
18469	60,5	18523	62	18577	55	18631	70	18685	42,5	18739	48
18470	58	18524	55	18578	62	18632	72,5	18686	55	18740	53

Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm
18741											
18742	2,47	18795	2,36	18849	2,475	18903	2,395	18957	2,515	19011	2,40
18743	70	18796	41	18850	490	18904	32	18958	615	19012	385
18744	345	18797	385	18851	475	18905	38	18959	62	19013	40
18745	50	18798	35	18852	43	18906	34	18960	55	19014	41
18746	56	18799	465	18853	515	18907	30	18961	58	19015	30
18747	545	18800	415	18854	455	18908	325	18962	525	19016	36
18748	58	18801	525	18855	575	18909	27	18963	58	19017	40
18749	55	18802	64	18856	505	18910	24	18964	52	19018	32
18750	61	18803	625	18857	55	18911	44	18965	525	19019	42
18751	50	18804	535	18858	475	18912	52	18966	45	19020	345
18752	59	18805	61	18859	54	18913	44	18967	53	19021	395
18753	54	18806	525	18860	44	18914	43	18968	47	19022	47
18754	565	18807	565	18861	525	18915	50	18969	51	19023	38
18755	545	18808	465	18862	465	18916	47	18970	455	19024	55
18756	52	18809	44	18863	555	18917	53	18971	50	19025	47
18757	52	18810	38	18864	47	18918	51	18972	395	19026	54
18758	48	18811	48	18865	485	18919	62	18973	49	19027	48
18759	50	18812	395	18866	48	18920	32	18974	37	19028	53
18760	485	18813	395	18867	485	18921	53	18975	495	19029	45
18761	515	18814	465	18868	45	18922	47	18976	415	19030	51
18762	505	18815	425	18869	44	18923	485	18977	365	19031	41
18763	515	18816	565	18870	46	18924	495	18978	415	19032	425
18764	51	18817	58	18871	44	18925	41	18979	355	19033	375
18765	485	18818	61	18872	47	18926	47	18980	345	19034	42
18766	525	18819	70	18873	385	18927	41	18981	385	19035	39
18767	515	18820	—	18874	445	18928	44	18982	345	19036	345
18768	565	18821	66	18875	34	18929	48	18983	39	19037	43
18769	485	18822	73	18876	37	18930	495	18984	39	19038	39
18770	495	18823	73	18877	40	18931	355	18985	33	19039	315
18771	49	18824	935	18878	46	18932	32	18986	45	19040	38
18772	44	18825	585	18879	57	18933	345	18987	39	19041	38
18773	43	18826	705	18880	53	18934	285	18988	49	19042	335
18774	39	18827	475	18881	50	18935	44	18989	47	19043	385
18775	44	18828	54	18882	62	18936	305	18990	45	19044	38
18776	44	18829	48	18883	58	18937	320	18991	34	19045	46
18777	39	18830	53	18884	62	18938	505	18992	49	19046	48
18778	53	18831	595	18885	58	18939	34	18993	51	19047	45
18779	47	18832	71	18886	58	18940	35	18994	51	19048	50
18780	595	18833	61	18887	53	18941	47	18995	56	19049	38
18781	565	18834	51	18888	60	18942	35	18996	55	19050	52
18782	60	18835	45	18889	48	18943	41	18997	52	19051	46
18783	69	18836	48	18890	55	18944	325	18998	58	19052	45
18784	595	18837	53	18891	47	18945	315	18999	51	19053	42
18785	72	18838	43	18892	52	18946	34	19000	54	19054	44
18786	705	18839	415	18893	50	18947	37	19001	54	19055	40
18787	67	18840	435	18894	415	18948	375	19002	59	19056	40
18788	67	18841	36	18895	465	18949	415	19003	44	19057	47
18789	645	18842	47	18896	50	18950	43	19004	50	19058	42
18790	605	18843	44	18897	43	18951	52	19005	43	19059	46
18791	65	18844	54	18898	49	18952	51	19006	39	19060	42
18792	52	18845	46	18899	38	18953	52	19007	51	19061	415
18793	545	18846	48	18900	665	18954	59	19008	40	19062	48
18794	445	18847	40	18901	345	18955	53	19009	49	19063	37
18795	48	18848	40	18902	405	18956	555	19010	385	19064	48

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
19065	2,36	19119	2,485	19173	2,37	19227	2,28	19281	2,27	19335	2,37
19066	455	19120	495	19174	425	19228	30	19282	27	19336	63
19067	355	19121	485	19175	285	19229	31	19283	30	19337	065
19068	37	19122	46	19176	39	19230	29	19284	32	19338	405
19069	43	19123	535	19177	34	19231	52	19285	315	19339	36
19070	25	19124	46	19178	295	19232	34	19286	27	19340	25
19071	37	19125	47	19179	65	19233	34	19287	315	19341	31
19072	365	19126	48	19180	27	19234	31	19288	38	19342	39
19073	335	19127	36	19181	28	19235	34	19289	33	19343	19
19074	405	19128	48	19182	38	19236	32	19290	34	19344	335
19075	29	19129	385	19183	31	19237	30	19291	45	19345	195
19076	345	19130	465	19184	24	19238	275	19292	39	19346	285
19077	375	19131	315	19185	22	19239	375	19293	41	19347	125
19078	385	19132	405	19186	235	19240	31	19294	365	19348	21
19079	37	19133	36	19187	275	19241	29	19295	325	19349	15
19080	50	19134	37	19188	205	19242	325	19296	39	19350	25
19081	445	19135	35	19189	235	19243	285	19297	29	19351	14
19082	545	19136	305	19190	24	19244	35	19298	34	19352	195
19083	47	19137	30	19191	32	19245	37	19299	33	19353	125
19084	54	19138	255	19192	275	19246	37	19300	31	19354	06
19085	43	19139	34	19193	205	19247	37	19301	37	19355	13
19086	50	19140	29	19194	325	19248	30	19302	27	19356	08
19087	35	19141	27	19195	315	19249	39	19303	30	19357	09
19088	525	19142	305	19196	225	19250	385	19304	24	19358	09
19089	39	19143	245	19197	35	19251	32	19305	27	19359	09
19090	455	19144	29	19198	39	19252	285	19306	28	19360	11
19091	39	19145	275	19199	29	19253	42	19307	17	19361	09
19092	32	19146	23	19200	26	19254	32	19308	24	19362	11
19093	52	19147	25	19201	46	19255	295	19309	21	19363	07
19094	28	19148	17	19202	345	19256	385	19310	24	19364	105
19095	35	19149	34	19203	29	19257	28	19311	195	19365	04
19096	43	19150	29	19204	445	19258	32	19312	185	19366	09
19097	285	19151	345	19205	395	19259	28	19313	16	19367	10
19098	335	19152	375	19206	36	19260	255	19314	15	19368	08
19099	39	19153	36	19207	49	19261	235	19315	17	19369	095
19100	25	19154	36	19208	49	19262	31	19316	145	19370	175
19101	29	19155	44	19209	38	19263	275	19317	175	19371	115
19102	385	19156	425	19210	36	19264	205	19318	08	19372	17
19103	195	19157	515	19211	435	19265	275	19319	215	19373	15
19104	275	19158	49	19212	385	19266	29	19320	145	19374	155
19105	255	19159	525	19213	38	19267	26	19321	21	19375	20
19106	25	19160	555	19214	42	19268	24	19322	30	19376	175
19107	245	19161	59	19215	35	19269	22	19323	24	19377	23
19108	21	19162	575	19216	34	19270	38	19324	285	19378	25
19109	165	19163	535	19217	40	19271	24	19325	29	19379	22
19110	35	19164	52	19218	31	19272	26	19326	305	19380	29
19111	28	19165	54	19219	35	19273	315	19327	315	19381	27
19112	38	19166	45	19220	32	19274	305	19328	375	19382	305
19113	48	19167	50	19221	30	19275	24	19329	28	19383	195
19114	49	19168	52	19222	33	19276	27	19330	38	19384	44
19115	415	19169	47	19223	265	19277	305	19331	415	19385	30
19116	545	19170	43	19224	275	19278	255	19332	355	19386	37
19117	57	19171	495	19225	32	19279	20	19333	425	19387	355
19118	47	19172	385	19226	29	19280	285	19334	335	19388	355

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
19389	2,33	19443	2,225	19497	2,10	19561	1,905	19615	1,855	19669	1,668
19390	39	19444	225	19498	165	19562	93	19616	87	19670	638
19391	35	19445	22	19499	07	19563	875	19617	89	19671	635
19392	28	19446	23	19500	10	19564	96	19618	85	19672	565
19393	30	19447	29	19501	075	19565	92	19619	90	19673	62
19394	28	19448	25	19502	035	19566	955	19620	90	19674	65
19395	27	19449	295	19503	03	19567	965	19621	92	19675	54
19396	32	19450	33	19504	00	19568	93	19622	83	19676	64
19397	25	19451	395	19505	02	19569	97	19623	815	19677	57
19398	22	19452	27	19506	1,95	19570	96	19624	855	19678	54
19399	28	19453	315	19507	98	19571	96	19625	88	19679	59
19400	22	19454	295	19508	975	19572	2,01	19626	85	19680	56
19401	16	19455	29	19509	955	19573	1,905	19627	845	19681	59
19402	16	19456	22	19510	95	19574	2,02	19628	885	19682	495
19403	11	19457	31	19511	91	19575	1,98	19629	825	19683	595
19404	15	19458	19	19512	93	19576	97	19630	85	19684	54
19405	12	19459	14	19513	85	19577	85	19631	855	19685	57
19406	06	19460	10	19514	91	19578	91	19632	81	19686	64
19407	005	19461	09	19515	84	19579	89	19633	78	19687	585
19408	025	19462	1,995	19516	84	19580	94	19634	81	19688	67
19409	1,93	19463	995	19517	91	19581	2,135	19635	765	19689	645
19410	97	19464	975	19518	93	19582	1,815	19636	765	19690	2,875
19411	975	19465	895	19519	915	19583	1,98	19637	77	19691	1,74
19412	95	19466	92	19520	905	19584	1,875	19638	785	19692	77
19413	94	19467	91	19521	2,02	19585	91	19639	725	19693	75
19414	895	19468	92	19522	1,96	19586	90	19640	825	19694	74
19415	895	19469	83	19523	2,03	19587	875	19641	74	19695	47
19416	95	19470	80	19524	94	19588	87	19642	755	19696	77
19417	87	19471	92	19525	98	19589	82	19643	775	19697	72
19418	92	19472	855	19526	2,00	19590	845	19644	685	19698	75
19419	94	19473	865	19527	1,99	19591	845	19645	75	19699	80
19420	95	19474	905	19528	2,01	19592	86	19646	803	19700	815
19421	91	19475	915	19529	04	19593	82	19647	765	19701	80
19422	93	19476	915	19530	005	19594	85	19648	79	19702	74
19423	965	19477	94	19531	065	19595	80	19649	81	19703	845
19424	975	19478	92	19532	03	19596	86	19650	72	19704	84
19425	93	19479	935	19533	02	19597	82	19651	775	19705	825
19426	92	19480	99	19534	1,97	19598	86	19652	735	19706	83
19427	97	19481	99	19535	2,02	19599	82	19653	75	19707	795
19428	2,03	19482	2,02	19536	005	19600	84	19654	795	19708	90
19429	1,96	19483	1,98	19537	1,985	19601	82	19655	705	19709	86
19430	92	19484	995	19538	965	19602	84	19656	71	19710	875
19431	99	19485	2,15	19539	97	19603	82	19657	70	19711	88
19432	2,00	19486	035	19540	965	19604	89	19658	73	19712	925
19433	03	19487	085	19541	925	19605	845	19659	64	19713	915
19434	06	19488	14	19542	965	19606	87	19660	69	19714	893
19435	04	19489	08	19543	90	19607	825	19661	65	19715	86
19436	07	19490	075	19544	90	19608	78	19662	68	19716	95
19437	04	19491	08	19545	97	19609	89	19663	65	19717	90
19438	07	19492	135	19546	89	19610	855	19664	68	19718	83
19439	04	19493	13	19547	88	19611	995	19665	59	19719	87
19440	15	19494	12	19548	865	19612	81	19666	66	19720	81
19441	11	19495	845	19549	1,915	19613	91	19667	59	19721	75
19442	16	19496	1,50	19550*	1,86	19614	825	19668	61	19722	79

* Berechnungen 19551—19560 vgl. S. 139

Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm
19723	1,70	19777	1,60	19831	1,18	19885	1,04	19939	1,185	19993	0,93
19724	67	19778	62	19832	19	19886	07	19940	24	19994	90
19725	61	19779	56	19833	22	19887	02	19941	23	19995	84
19726	615	19780	64	19834	23	19888	02	19942	17	19996	84
19727	585	19781	57	19835	31	19889	0,99	19943	14	19997	86
19728	585	19782	66	19836	34	19890	955	19944	20	19998	81
19729	595	19783	585	19837	405	19891	995	19945	21	19999	81
19730	51	19784	575	19838	365	19892	1,055	19946	20	20000	77
19731	56	19785	615	19839	405	19893	0,965	19947	22	20001	78
19732	495	19786	585	19840	38	19894	97	19948	115	20002	71
19733	520	19787	65	19841	425	19895	90	19949	20	20003	80
19734	47	19788	54	19842	35	19896	97	19950	16	20004	74
19735	515	19789	64	19843	51	19897	1,05	19951	17	20005	76
19736	40	19790	56	19844	44	19898	03	19952	23	20006	78
19737	44	19791	57	19845	47	19899	04	19953	12	20007	665
19738	49	19792	645	19846	505	19900	145	19954	135	20008	945
19739	475	19793	665	19847	455	19901	18	19955	20	20009	96
19740	405	19794	54	19848	51	19902	205	19956	18	20010	1,05
19741	405	19795	65	19849	52	19903	255	19957	18	20011	03
19742	525	19796	56	19850	525	19904	265	19958	16	20012	95
19743	42	19797	64	19851	515	19905	25	19959	16	20013	09
19744	46	19798	60	19852	55	19906	24	19960	105	20014	07
19745	44	19799	56	19853	53	19907	21	19961	145	20015	06
19746	46	19800	51	19854	535	19908	30	19962	14	20016	0,99
19747	435	19801	615	19855	575	19909	22	19963	00	20017	1,04
19748	505	19802	61	19856	565	19910	23	19964	18	20018	07
19749	445	19803	57	19857	575	19911	23	19965	05	20019	00
19750	485	19804	595	19858	57	19912	275	19966	21	20020	01
19751	425	19805	59	19859	635	19913	155	19967	13	20021	0,92
19752	425	19806	55	19860	525	19914	22	19968	08	20022	98
19753	565	19807	555	19861	61	19915	17	19969	11	20023	92
19754	48	19808	50	19862	615	19916	25	19970	12	20024	985
19755	475	19809	595	19863	565	19917	27	19971	07	20025	915
19756	53	19810	49	19864	57	19918	19	19972	10	20026	97
19757	485	19811	525	19865	52	19919	195	19973	08	20027	83
19758	565	19812	52	19866	56	19920	18	19974	15	20028	90
19759	46	19813	505	19867	43	19921	225	19975	07	20029	88
19760	54	19814	45	19868	495	19922	22	19976	065	20030	835
19761	54	19815	46	19869	415	19923	19	19977	015	20031	875
19762	53	19816	425	19870	375	19924	17	19978	025	20032	85
19763	49	19817	445	19871	345	19925	255	19979	075	20033	78
19764	56	19818	39	19872	265	19926	255	19980	04	20034	75
19765	53	19819	45	19873	205	19927	21	19981	02	20035	80
19766	58	19820	37	19874	24	19928	21	19982	04	20036	80
19767	60	19821	38	19875	21	19929	215	19983	02	20037	81
19768	55	19822	43	19876	15	19930	185	19984	01	20038	78
19769	56	19823	395	19877	14	19931	26	19985	00	20039	75
19770	62	19824	395	19878	085	19932	125	19986	02	20040	77
19771	57	19825	37	19879	115	19933	235	19987	0,97	20041	73
19772	61	19826	27	19880	15	19934	20	19988	1,06	20042	81
19773	58	19827	33	19881	10	19935	25	19989	0,98	20043	705
19774	50	19828	36	19882	08	19936	21	19990	98	20044	775
19775	585	19829	25	19883	04	19937	225	19991	97	20045	81
19776	58	19830	25	19884	08	19938	20	19992	90	20046	82

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
20047	0,56	20052	76	20057	755	20062	80	19551	2,075	19556	945
20048	66	20053	79	20058	795	20063	795	19552	1,94	19557	90
20049	80	20054	82	20059	80	20064	865	19553	835	19558	81
20050	79	20055	80	20060	76	20065	775	19554	98	19559	93
20051	76	20056	80	20061	80	20066	70	19555	985	19560	94

TABELLEN VERSCHIEDENEN INHALTS
MITTELWERTE
ZU DEM ZIMMERMANN'SCHEN KYMOGRAPHION

Reihe I aus den Zirkelmessungen nach MAREY¹²
Reihe II aus den Einzelwerten des ZIMMERMANN'SCHEN
Kymographion gewonnen

(Berechnungen zu Reihe II vgl. S. 143—151)

Gruppe	Schwin- gungen	Wert in mm		Gruppe	Schwin- gungen	Wert in mm	
		Reihe I	Reihe II			Reihe I	Reihe II
I	60—70	2,4	2,1	37	3660—3670	3,1	3,0
2	160—170	2,8	2,8	38	3760—3770	3,0	3,0
3	260—270	2,9	2,9	39	3860—3870	3,0	3,0
4	360—370	3,1	3,0	40	3960—3970	3,1	3,1
5	460—470	3,0	3,0	41	4060—4070	2,8	2,8
6	560—570	3,0	3,0	42	4160—4170	3,0	3,0
7	660—670	3,1	3,0	43	4260—4270	2,9	2,9
8	760—770	3,2	3,1	44	4360—4370	3,0	3,0
9	860—870	3,1	3,1	45	4460—4470	3,0	3,0
10	960—970	3,0	3,0	46	4560—4570	3,0	3,0
11	1060—1070	2,9	2,9	47	4660—4670	2,9	2,9
12	1160—1170	2,9	2,9	48	4760—4770	2,9	2,9
13	1260—1270	3,1	3,0	49	4860—4870	2,9	2,9
14	1360—1370	2,7	2,8	50	4960—4970	2,8	2,8
15	1460—1470	2,7	2,7	51	5060—5070	2,9	2,9
16	1560—1570	3,0	3,0	52	5160—5170	2,9	2,9
17	1660—1670	3,0	3,0	53	5260—5270	2,9	2,9
18	1760—1770	3,0	3,0	54	5360—5370	3,0	3,0
19	1860—1870	2,9	2,9	55	5460—5470	2,9	2,9
20	1960—1970	2,9	2,9	56	5560—5570	3,0	3,0
21	2060—2070	3,0	3,0	57	5660—5670	3,0	3,0
22	2160—2170	2,9	2,9	58	5760—5770	3,0	2,9
23	2260—2270	3,0	3,0	59	5860—5870	2,9	2,9
24	2360—2370	3,0	3,0	60	5960—5970	2,9	2,9
25	2460—2470	2,9	2,9	61	6060—6070	2,9	3,0
26	2560—2570	3,0	3,0	62	6160—6170	2,9	2,9
27	2660—2670	3,0	3,0	63	6260—6270	2,9	2,9
28	2760—2770	3,0	3,0	64	6360—6370	2,9	2,9
29	2870—2880	3,0	3,0	65	6460—6470	2,9	3,0
30	2960—2970	2,9	2,9	66	6560—6570	3,0	3,0
31	3060—3070	2,8	2,9	67	6660—6670	3,0	3,0
32	3160—3170	3,0	3,0	68	6760—6770	3,0	3,0
33	3260—3270	3,0	3,0	68	6860—6870	2,8	2,8
34	3360—3370	3,0	3,0	70	6960—6970	2,9	2,9
35	3460—3470	2,9	2,9	71	7060—7070	3,0	3,0
36	3560—3570	3,0	3,0	72	7160—7170	2,9	2,9

Gruppe	Schwin- gungen	Wert in mm		Gruppe	Schwin- gungen	Wert in mm	
		Reihe I	Reihe II			Reihe I	Reihe II
73	7260-7270	3,0	3,0	127	12660-12670	3,0	3,0
74	7360-7370	3,0	2,9	128	12760-12770	3,1	3,1
75	7460-7470	2,9	2,9	129	12860-12870	2,9	2,9
76	7560-7570	3,0	3,0	130	12960-12970	2,9	2,9
77	7660-7670	2,8	2,9	131	13060-13070	2,9	2,7
78	7760-7770	2,9	2,9	132	13160-13170	2,8	2,8
79	7860-7870	2,9	2,9	133	13260-13270	2,8	2,8
80	7960-7970	2,9	2,9	134	13360-13370	2,9	2,9
81	8060-8070	3,0	3,0	135	13460-13470	2,9	2,9
82	8170-8180	2,9	2,9	136	13560-13570	2,7	2,7
83	8260-8270	3,0	3,0	137	13660-13670	2,8	2,8
84	8360-8370	2,9	2,9	138	13760-13770	2,9	2,9
85	8460-8470	2,9	2,9	139	13860-13870	2,9	2,9
86	8560-8570	2,9	2,9	140	13960-13970	2,8	2,8
87	8660-8670	2,9	2,9	141	14060-14070	3,0	2,9
88	8760-8770	2,9	2,8	142	14160-14170	2,9	2,9
89	8860-8870	2,8	2,9	143	14260-14270	2,8	2,8
90	8960-8970	2,9	2,8	144	14360-14370	2,8	2,8
91	9060-9070	2,8	2,9	145	14470-14480	2,9	2,9
92	9160-9170	2,8	3,0	146	14560-14570	2,8	2,8
93	9260-9270	3,0	3,0	147	14660-14670	2,8	2,8
94	9360-9370	3,0	2,8	148	14760-14770	2,8	2,8
95	9460-9470	2,8	2,9	149	14860-14870	2,8	2,8
96	9560-9570	2,9	2,8	150	14960-14970	2,8	2,8
97	9660-9670	2,8	2,8	151	15060-15070	2,6	2,6
98	9760-9770	2,8	2,9	152	15170-15180	2,7	2,7
99	9860-9870	2,7	2,8	153	15260-15270	2,7	2,7
100	9960-9970	2,8	2,8	154	15360-15370	2,7	2,6
101	10060-10070	2,8	2,8	155	15460-15470	2,8	2,9
102	10160-10170	2,9	2,9	156	15560-15570	2,8	2,8
103	10260-10270	2,9	2,9	157	15660-15670	2,8	2,8
104	10360-10370	3,0	3,0	158	15760-15770	2,8	2,8
105	10460-10470	2,9	2,9	159	15860-15870	2,8	2,8
106	10560-10570	2,7	2,8	160	15960-15970	2,8	2,7
107	10660-10670	2,8	2,8	161	16060-16070	2,7	2,7
108	10760-10770	2,8	2,8	162	16160-16170	2,8	2,8
109	10860-10870	3,0	2,9	163	16260-16270	2,7	2,7
110	10960-10970	2,9	2,8	164	16360-16370	2,7	2,7
111	11060-11070	2,9	2,9	165	16460-16470	2,7	2,7
112	11160-11170	3,0	3,0	166	16560-16570	2,8	2,8
113	11260-11270	2,9	2,9	167	16660-16670	2,8	2,8
114	11360-11370	2,8	2,8	168	16760-16770	2,8	2,8
115	11460-11470	2,9	2,9	169	16860-16870	2,8	2,8
116	11560-11570	2,9	2,9	170	16960-16970	2,7	2,7
117	11660-11670	2,8	2,8	171	17060-17070	2,8	2,8
118	11760-11770	2,9	2,9	172	17160-17170	2,8	2,8
119	11860-11870	2,8	2,8	173	17260-17270	2,7	2,7
120	11960-11970	2,9	2,9	174	17360-17370	2,7	2,7
121	12060-12070	2,9	2,9	175	17460-17470	2,7	2,7
122	12160-12170	2,8	2,8	176	17560-17570	2,7	2,7
123	12260-12270	2,8	2,8	177	17660-17670	2,6	2,6
124	12360-12370	2,8	2,8	178	17760-17770	2,6	2,6
125	12460-12470	2,8	2,8	179	17860-17870	2,5	2,6
126	12560-12570	2,9	2,9	180	17960-17970	2,5	2,6

Gruppe	Schwin- gungen	Wert in mm		Gruppe	Schwin- gungen	Wert in mm	
		Reihe I	Reihe II			Reihe I	Reihe II
181	18060—18070	2,5	2,7	191	19060—19070	2,4	2,4
182	18160—18170	2,5	2,6	192	19160—19170	2,5	2,5
183	18260—18270	2,7	2,7	193	19260—19270	2,3	2,3
184	18360—18370	2,6	2,7	194	19360—19370	2,1	2,1
185	18460—18470	2,6	2,6	195	19460—19470	1,9	1,9
186	18560—18570	2,7	2,7	196	19560—19570	1,9	1,9
187	18660—18670	2,5	2,6	197	19660—19670	1,6	1,6
188	18760—18770	2,5	2,5	198	19760—19770	1,5	1,6
189	18860—18870	2,5	2,5	199	19860—19870	1,5	1,5
190	18960—18970	2,5	2,5	200	19960—19970	1,1	1,1
				201	20050—20060	0,8	0,8

MITTELWERTSBERECHNUNGEN ZU DEN EINZELWERTEN AUS DEM GESAMTMATERIAL DES ZIMMERMANN'SCHEN Kymographions.

Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm
61	1,985	161	2,715	261	2,94	361	2,99	461	2,99	561	3,015
62	2,06	162	2,765	262	3,02	362	2,955	462	2,96	562	2,98
63	2,03	163	2,75	263	3,035	363	2,97	463	3,02	563	2,995
64	2,04	164	2,77	264	2,975	364	3,03	464	3,01	564	3,04
65	2,15	165	2,755	265	2,92	365	3,07	465	3,025	565	3,09
66	2,16	166	2,745	266	2,93	366	3,10	466	3,035	566	3,01
67	2,17	167	2,84	267	2,90	367	3,06	467	3,06	567	3,075
68	2,205	168	2,83	268	2,93	368	3,125	468	3,06	568	3,005
69	2,175	169	2,805	269	2,90	369	3,08	469	3,08	569	3,04
70	2,23	170	2,875	270	2,85	370	3,085	470	3,135	570	2,98
S	21,205	S	27,85	S	29,40	S	30,46	S	30,37	S	30,23
M	2,1	M	2,8	M	2,9	M	3,0	M	3,0	M	3,0

661	3,02	761	3,12	861	2,97	961	2,95	1061	2,85	1161	2,91
662	3,01	762	3,075	862	3,15	962	2,98	1062	2,89	1162	2,87
663	2,985	763	3,095	863	3,085	963	3,04	1063	2,845	1163	2,925
664	3,03	764	3,205	864	3,21	964	3,05	1064	2,88	1164	2,88
665	3,09	765	3,145	865	3,09	965	3,01	1065	2,87	1165	2,915
666	3,095	766	3,18	866	3,105	966	3,05	1066	2,925	1166	2,85
667	3,05	767	3,14	867	3,095	967	3,07	1067	2,90	1167	2,855
668	2,985	768	3,14	868	3,06	968	3,045	1068	2,86	1168	2,845
669	3,075	769	3,14	869	3,03	969	3,10	1069	2,865	1169	2,795
670	3,11	770	3,13	870	2,93	970	3,085	1070	2,915	1170	2,855
S	30,45	S	31,37	S	30,72	S	30,37	S	28,80	S	28,67
M	3,0	M	3,1	M	3,1	M	3,0	M	2,9	M	2,9

1261	2,97	1361	2,77	1461	2,71	1561	2,905	1661	3,06	1761	2,925
1262	2,96	1362	2,685	1462	2,73	1562	2,83	1662	3,08	1762	3,025
1263	2,97	1363	2,785	1463	2,65	1563	2,90	1663	3,02	1763	3,03
1264	2,985	1364	2,70	1464	2,78	1564	2,92	1664	2,99	1764	2,95
1265	2,995	1365	2,78	1465	2,67	1565	2,97	1665	2,98	1765	2,99
1266	3,04	1366	2,74	1466	2,70	1566	2,975	1666	2,91	1766	2,975
1267	3,11	1367	2,68	1467	2,72	1567	2,965	1667	2,99	1767	3,00
1268	3,115	1368	2,795	1468	2,69	1568	2,93	1668	2,855	1768	2,94
1269	3,075	1369	2,75	1469	2,785	1569	3,07	1669	2,935	1769	2,905
1270	3,06	1370	2,825	1470	2,665	1570	3,00	1670	2,89	1770	2,95
S	30,28	S	27,51	S	27,1	S	29,465	S	29,71	S	29,69
M	3,0	M	2,8	M	2,7	M	3,0	M	3,0	M	3,0

Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm
1861	2,905	1961	2,995	2061	2,93	2161	2,88	2261	3,055	2361	2,995
1862	2,88	1962	3,00	2062	2,94	2162	2,86	2262	3,075	2362	2,99
1863	2,96	1963	2,96	2063	2,93	2163	2,88	2263	3,05	2363	2,995
1864	2,95	1964	2,93	2064	2,99	2164	2,84	2264	3,08	2364	2,99
1865	2,835	1965	2,975	2065	2,915	2165	2,82	2265	3,07	2365	2,992
1866	2,85	1966	2,945	2066	3,00	2166	2,875	2266	2,985	2366	3,005
1867	2,875	1967	2,915	2067	3,07	2167	2,875	2267	2,95	2367	2,99
1868	2,85	1968	2,915	2068	3,025	2168	2,95	2268	2,98	2368	3,00
1869	2,825	1969	2,83	2069	3,01	2169	3,035	2269	2,965	2369	3,003
1870	2,845	1970	2,89	2070	3,06	2170	3,06	2270	3,005	2370	3,001
S	28,775	S	29,355	S	29,87	S	29,68	S	30,215	S	29,705
M	2,9	M	2,9	M	3,0	M	2,9	M	3,0	M	3,0
2461	2,90	2561	2,97	2661	2,975	2761	3,07	2871	2,965	2961	2,84
2462	2,87	2562	2,96	2662	2,92	2762	3,035	2872	3,00	2962	2,87
2463	2,88	2563	3,02	2663	3,05	2763	3,015	2873	3,005	2963	2,9925
2464	2,89	2564	3,035	2664	3,09	2764	3,07	2874	2,96	2964	2,865
2465	2,91	2565	2,99	2665	2,975	2765	3,09	2875	3,12	2965	2,915
2466	2,94	2566	3,01	2666	2,985	2766	3,10	2876	2,985	2966	2,835
2467	2,995	2567	2,99	2667	2,99	2767	3,065	2877	2,99	2967	2,895
2468	2,915	2568	3,02	2668	3,025	2768	2,995	2878	2,965	2968	2,99
2469	3,025	2569	3,09	2669	3,00	2769	3,01	2879	2,975	2969	2,99
2470	2,965	2570	2,95	2670	3,075	2770	2,89	2880	3,025	2970	2,92
S	29,20	S	30,035	S	29,995	S	30,25	S	29,99	S	28,835
M	2,9	M	3,0	M	3,0	M	3,0	M	3,0	M	2,9
3061	2,87	3161	2,93	3261	2,985	3361	2,95	3461	2,85	3561	2,99
3062	2,915	3162	2,98	3262	2,99	3362	2,995	3462	2,85	3562	2,995
3063	2,885	3163	2,92	3263	2,98	3363	3,02	3463	2,815	3563	2,995
3064	2,835	3164	2,99	3264	2,98	3364	2,925	3464	2,99	3564	2,99
3065	2,845	3165	2,995	3265	3,045	3365	2,965	3465	2,99	3565	2,995
3066	2,855	3166	3,06	3266	3,055	3366	3,09	3466	2,865	3566	3,001
3067	2,82	3167	3,035	3267	2,92	3367	2,92	3467	3,005	3567	2,995
3068	2,77	3168	3,055	3268	3,055	3368	2,945	3468	3,01	3568	3,00
3069	2,875	3169	3,06	3269	2,985	3369	2,935	3469	3,09	3569	3,00
3070	2,835	3170	2,975	3270	2,995	3370	2,97	3470	3,12	3570	3,00
S	28,515	S	30,00	S	29,99	S	29,62	S	29,105	S	29,011
M	2,9	M	3,0	M	3,0	M	3,0	M	2,9	M	3,0
3661	3,035	3761	3,01	3861	2,955	3961	3,055	4061	2,84	4161	2,885
3662	2,92	3762	2,99	3862	2,95	3962	3,045	4062	2,805	4162	2,995
3663	3,02	3763	3,05	3863	2,965	3963	3,045	4063	2,885	4163	2,89
3664	3,075	3764	3,03	3864	2,98	3964	3,09	4064	2,775	4164	3,005
3665	3,125	3765	3,025	3865	3,05	3965	3,075	4065	2,86	4165	2,995
3666	3,10	3766	3,055	3866	3,095	3966	3,115	4066	2,785	4166	2,995
3667	3,105	3767	3,045	3867	2,975	3967	3,075	4067	2,73	4167	2,99
3668	3,07	3768	2,965	3868	3,00	3968	3,065	4068	2,765	4168	2,99
3669	2,97	3769	3,045	3869	2,995	3969	3,08	4069	2,68	4169	3,005
3670	3,045	3770	2,985	3870	3,02	3970	3,105	4070	2,66	4170	3,00
S	30,465	S	30,08	S	29,895	S	30,75	S	27,785	S	29,54
M	3,0	M	3,0	M	3,0	M	3,1	M	2,8	M	3,0

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
4261	2,94	4361	2,86	4461	2,845	4561	2,95	4661	2,915	4761	2,94
4262	2,895	4362	2,935	4462	3,02	4562	2,905	4662	2,92	4762	3,01
4263	2,93	4363	2,915	4463	2,93	4563	2,945	4663	2,90	4763	2,96
4264	2,895	4364	2,895	4464	3,04	4564	2,985	4664	2,88	4764	2,94
4265	2,955	4365	2,895	4465	3,03	4565	2,985	4665	2,89	4765	2,92
4266	2,86	4366	2,96	4466	3,10	4566	3,025	4666	2,895	4766	2,96
4267	2,94	4367	2,96	4467	2,75	4567	2,985	4667	2,985	4767	2,88
4268	2,955	4368	3,06	4468	3,23	4568	3,035	4668	2,94	4768	2,86
4269	3,02	4369	3,05	4469	2,89	4569	2,995	4669	2,965	4769	2,85
4270	2,98	4370	3,005	4470	3,09	4570	3,01	4670	3,035	4770	2,97
S	29,37	S	29,535	S	29,925	S	29,82	S	29,325	S	29,30
M	2,9	M	3,0	M	3,0	M	3,0	M	2,9	M	2,9
4861	2,865	4961	2,79	5061	2,935	5161	2,94	5261	2,87	5361	2,855
4862	2,87	4962	2,77	5062	2,925	5162	2,95	5262	3,00	5362	2,90
4863	2,81	4963	2,775	5063	2,87	5163	2,92	5263	2,975	5363	2,925
4864	2,855	4964	2,795	5064	2,86	5164	2,925	5264	2,95	5364	2,95
4865	2,915	4965	2,815	5065	2,805	5165	2,935	5265	2,865	5365	2,98
4866	2,95	4966	2,815	5066	2,875	5166	2,92	5266	2,91	5366	2,885
4867	2,97	4967	2,86	5067	2,895	5167	2,90	5267	2,88	5367	3,07
4868	2,98	4968	2,925	5068	2,845	5168	2,825	5268	2,855	5368	3,10
4869	3,015	4969	2,93	5069	2,895	5169	2,825	5269	2,885	5369	3,10
4870	2,965	4970	2,97	5070	2,87	5170	2,83	5270	2,875	5370	3,055
S	29,195	S	28,445	S	28,775	S	28,97	S	28,94	S	29,82
M	2,9	M	2,8	M	2,9	M	2,9	M	2,9	M	3,0
5461	2,88	5561	3,025	5661	3,015	5761	2,99	5861	2,895	5961	2,95
5462	2,895	5562	2,985	5662	3,015	5762	2,95	5862	2,925	5962	2,94
5463	2,85	5563	2,995	5663	2,985	5763	2,925	5863	2,97	5963	2,90
5464	2,945	5564	2,935	5664	2,945	5764	2,885	5864	2,94	5964	2,92
5465	2,98	5565	2,975	5665	2,905	5765	2,825	5865	2,91	5965	2,995
5466	2,895	5566	2,99	5666	2,895	5766	2,76	5866	2,85	5966	2,88
5467	2,88	5567	2,905	5667	2,97	5767	2,85	5867	2,965	5967	2,92
5468	2,85	5568	2,895	5668	2,995	5768	2,88	5868	2,96	5968	2,87
5469	2,91	5569	2,925	5669	3,105	5769	2,855	5869	2,985	5969	2,98
5470	2,945	5570	2,935	5670	3,105	5770	2,835	5870	2,895	5970	2,955
S	29,03	S	29,565	S	29,935	S	28,755	S	29,295	S	29,31
M	2,9	M	3,0	M	3,0	M	2,9	M	2,9	M	2,9
6061	2,995	6161	3,01	6261	2,965	6361	2,89	6461	2,97	6561	2,915
6062	2,99	6162	2,955	6262	2,875	6362	2,83	6462	2,995	6562	3,02
6063	2,92	6163	3,02	6263	2,96	6363	2,80	6463	3,04	6563	3,055
6064	3,01	6164	2,855	6264	2,95	6364	2,88	6464	2,995	6564	3,055
6065	2,99	6165	2,775	6265	2,86	6365	2,94	6465	2,995	6565	3,01
6066	3,03	6166	2,795	6266	2,87	6366	2,95	6466	2,92	6566	2,955
6067	2,94	6167	2,875	6267	2,73	6367	3,01	6467	2,93	6567	2,935
6068	2,905	6168	2,825	6268	2,865	6368	2,945	6468	2,99	6568	2,975
6069	2,94	6169	2,81	6269	2,80	6369	3,015	6469	2,92	6569	2,98
6070	3,05	6170	2,77	6270	2,745	6370	3,00	6470	2,905	6570	2,965
S	29,77	S	28,69	S	28,62	S	29,26	S	29,66	S	29,865
M	3,0	M	2,9	M	2,9	M	2,9	M	3,0	M	3,0

Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm
6661	2,99	6761	2,955	6861	2,88	6961	2,995	7061	2,965	7161	2,995
6662	2,995	6762	3,005	6862	2,88	6962	2,955	7062	3,035	7162	2,885
6663	3,065	6763	2,995	6863	2,815	6963	2,985	7063	3,015	7163	2,825
6664	3,01	6764	2,95	6864	2,805	6964	2,975	7064	3,02	7164	2,925
6665	2,94	6765	3,025	6865	2,845	6965	2,935	7065	2,95	7165	2,81
6666	3,05	6766	3,00	6866	2,805	6966	2,995	7066	3,005	7166	2,765
6667	2,97	6767	3,115	6867	2,815	6967	3,12	7067	2,93	7167	2,835
6668	3,00	6768	3,08	6868	2,745	6968	2,74	7068	2,98	7168	2,865
6669	2,925	6769	2,98	6869	2,80	6969	2,895	7069	2,90	7169	2,935
6670	2,935	6770	2,93	6870	2,82	6970	2,885	7070	2,98	7170	2,855
S	29,88	S	30,935	S	28,21	S	29,39	S	29,78	S	28,65
M	3,0	M	3,0	M	2,8	M	2,9	M	3,0	M	2,9
7261	3,055	7361	2,985	7461	2,93	7561	3,06	7661	2,93	7761	2,89
7262	3,02	7362	2,94	7462	2,92	7562	3,03	7662	2,915	7762	2,865
7263	2,97	7363	2,90	7463	2,845	7563	2,975	7663	2,81	7763	2,96
7264	2,995	7364	2,89	7464	2,885	7564	2,935	7664	2,915	7764	2,88
7265	3,055	7365	2,86	7465	2,86	7565	2,995	7665	2,815	7765	2,905
7266	2,96	7366	2,86	7466	2,92	7566	2,98	7666	2,82	7766	2,83
7267	2,985	7367	2,86	7467	2,87	7567	2,935	7667	2,835	7767	2,83
7268	2,955	7368	2,84	7468	2,86	7568	2,91	7668	2,855	7768	2,82
7269	2,915	7369	2,84	7469	2,87	7569	2,97	7669	2,855	7769	2,86
7270	2,935	7370	2,795	7470	2,86	7570	2,905	7670	2,845	7770	2,84
S	29,845	S	28,77	S	28,82	S	29,695	S	28,595	S	28,68
M	3,0	M	2,9	M	2,9	M	3,0	M	2,9	M	2,9
7861	2,90	7961	2,93	8061	3,02	8171	3,01	8261	2,98	8361	2,94
7862	2,94	7962	2,94	8062	2,95	8172	3,005	8262	2,99	8362	2,91
7863	2,93	7963	2,96	8063	2,98	8173	2,975	8263	3,03	8363	2,805
7864	2,89	7964	2,925	8064	2,98	8174	2,92	8264	2,93	8364	2,90
7865	2,83	7965	2,825	8065	2,93	8175	2,86	8265	2,995	8365	2,865
7866	2,885	7966	2,955	8066	2,99	8176	2,94	8266	2,965	8366	2,82
7867	2,78	7967	2,885	8067	2,91	8177	2,97	8267	2,97	8367	2,87
7868	2,915	7968	2,90	8068	2,94	8178	2,925	8268	2,96	8368	2,905
7869	2,85	7969	2,93	8069	2,94	8179	2,855	8269	2,945	8369	2,855
7870	2,83	7970	2,90	8070	2,95	8180	2,92	8270	2,86	8370	2,87
S	28,75	S	29,15	S	29,59	S	29,38	S	29,625	S	28,74
M	2,9	M	2,9	M	3,0	M	2,9	M	3,0	M	2,9
8461	2,915	8561	2,80	8661	3,01	8761	2,925	8861	2,94	8961	2,82
8462	2,905	8562	3,00	8662	2,95	8762	2,87	8862	2,99	8962	2,73
8463	2,835	8563	2,845	8663	3,00	8763	2,83	8863	2,90	8963	2,69
8464	2,905	8564	2,945	8664	2,98	8764	2,86	8864	2,90	8964	2,835
8465	2,855	8565	2,87	8665	2,99	8765	2,82	8865	2,915	8965	2,79
8466	2,95	8566	2,90	8666	2,97	8766	2,76	8866	2,845	8966	2,785
8467	2,925	8567	2,925	8667	2,87	8767	2,78	8867	2,92	8967	2,80
8468	2,87	8568	2,97	8668	2,85	8768	2,685	8868	2,86	8968	2,88
8469	2,915	8569	2,98	8669	2,79	8769	2,71	8869	2,87	8969	2,88
8470	2,86	8570	2,98	8670	2,80	8770	2,745	8870	2,87	8970	2,915
S	28,935	S	29,215	S	29,21	S	27,985	S	29,01	S	28,185
M	2,9	M	2,9	M	2,9	M	2,8	M	2,9	M	2,8

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
9061	2,87	9161	2,925	9261	2,93	9361	2,875	9461	2,84	9561	2,78
9062	2,90	9162	3,00	9262	3,085	9362	2,80	9462	2,865	9562	2,845
9063	2,865	9163	3,05	9263	3,01	9363	2,76	9463	2,80	9563	2,81
9064	2,835	9164	3,11	9264	3,025	9364	2,79	9464	2,815	9564	2,86
9065	2,90	9165	3,13	9265	3,005	9365	2,73	9465	2,86	9565	2,81
9066	2,82	9166	3,02	9266	3,075	9366	2,79	9466	2,925	9566	2,835
9067	2,92	9167	2,955	9267	3,06	9367	2,73	9467	2,905	9567	2,82
9068	2,88	9168	2,95	9268	3,08	9368	2,71	9468	2,89	9568	2,85
9069	2,95	9169	3,055	9269	3,10	9369	2,785	9469	2,945	9569	2,905
9070	2,93	9170	3,015	9270	3,00	9370	2,845	9470	2,925	9570	2,90
S	28,87	S	30,21	S	30,37	S	27,815	S	28,77	S	28,415
M	2,9	M	3,0	M	3,0	M	2,8	M	2,9	M	2,8
9661	2,875	9761	2,93	9861	2,76	9961	2,825	10061	2,80	10161	2,82
9662	2,875	9762	2,895	9862	2,76	9962	2,835	10062	2,80	10162	2,855
9663	2,80	9763	2,895	9863	2,81	9963	2,77	10063	2,83	10163	2,875
9664	2,81	9764	2,87	9864	2,77	9964	2,73	10064	2,775	10164	2,82
9665	2,82	9765	2,875	9865	2,745	9965	2,795	10065	2,84	10165	2,88
9666	2,915	9766	2,845	9866	2,71	9966	2,735	10066	2,835	10166	2,865
9667	2,81	9767	2,88	9867	2,67	9967	2,735	10067	2,865	10167	2,82
9668	2,87	9768	2,80	9868	2,77	9968	2,745	10068	2,855	10168	2,915
9669	2,79	9769	2,795	9869	2,80	9969	2,77	10069	2,805	10169	2,92
9670	2,82	9770	2,79	9870	2,74	9970	2,70	10070	2,805	10170	2,97
S	28,385	S	28,575	S	27,535	S	27,64	S	28,21	S	28,68
M	2,8	M	2,9	M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,9
10261	2,885	10361	2,95	10461	2,80	10561	2,81	10661	2,73	10761	2,81
10262	2,93	10362	2,99	10462	2,88	10562	2,77	10662	2,82	10762	2,86
10263	2,945	10363	3,00	10463	2,885	10563	3,015	10663	2,72	10763	2,835
10264	2,91	10364	2,995	10464	2,875	10564	2,78	10664	2,75	10764	2,87
10265	2,88	10365	2,985	10465	2,835	10565	2,76	10665	2,70	10765	2,825
10266	2,90	10366	2,99	10466	2,90	10566	2,66	10666	2,745	10766	2,77
10267	2,865	10367	2,97	10467	2,83	10567	2,75	10667	2,80	10767	2,79
10268	2,925	10368	2,96	10468	2,87	10568	2,74	10668	2,78	10768	2,78
10269	2,89	10369	2,97	10469	2,87	10569	2,73	10669	2,87	10769	2,785
10270	2,905	10370	2,88	10470	2,85	10570	2,75	10670	2,90	10770	2,795
S	29,035	S	29,69	S	28,595	S	27,465	S	27,82	S	28,12
M	2,9	M	3,0	M	2,9	M	2,8	M	2,8	M	2,8
10861	3,03	10961	2,885	11061	2,965	11161	2,88	11261	2,86	11361	2,89
10862	3,03	10962	2,88	11062	3,00	11162	2,89	11262	2,785	11362	2,83
10863	3,03	10963	2,815	11063	2,93	11163	2,89	11263	2,925	11363	2,88
10864	3,05	10964	2,82	11064	2,89	11164	2,925	11264	2,835	11364	2,81
10865	3,04	10965	2,825	11065	2,795	11165	3,055	11265	2,82	11365	2,77
10866	2,97	10966	2,88	11066	2,76	11166	3,00	11266	2,88	11366	2,75
10867	2,89	10967	2,825	11067	2,845	11167	3,045	11267	2,94	11367	2,775
10868	2,85	10968	2,78	11068	2,845	11168	2,995	11268	2,92	11368	2,815
10869	2,70	10969	2,815	11069	2,87	11169	3,07	11269	2,94	11369	2,985
10870	2,77	10970	2,80	11070	2,845	11170	3,01	11270	2,91	11370	2,805
S	29,36	S	28,325	S	28,745	S	29,76	S	28,815	S	28,31
M	2,9	M	2,8	M	2,9	M	3,0	M	2,9	M	2,8

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
11461	2,85	11561	2,765	11661	2,815	11761	2,785	11861	2,79	11961	2,665
11462	2,825	11562	2,905	11662	2,755	11762	2,815	11862	2,82	11962	2,915
11463	2,85	11563	2,87	11663	2,91	11763	2,825	11863	2,86	11963	2,915
11464	2,905	11564	2,92	11664	2,84	11764	2,86	11864	2,76	11964	2,92
11465	2,865	11565	2,94	11665	2,83	11765	2,905	11865	2,77	11965	2,91
11466	2,825	11566	2,90	11666	2,85	11766	2,82	11866	2,80	11966	2,96
11467	2,86	11567	2,915	11667	2,86	11767	2,915	11867	2,795	11967	2,885
11468	2,825	11568	2,805	11668	2,905	11768	2,92	11868	2,78	11968	2,915
11469	2,81	11569	2,77	11669	2,795	11769	2,98	11869	2,84	11969	2,86
11470	2,855	11570	2,88	11670	2,745	11770	2,93	11870	2,855	11970	2,765
S	28,47	S	28,73	S	28,335	S	28,785	S	28,07	S	29, 0
M	2,9	M	2,9	M	2,8	M	2,9	M	2,8	M	2,9
12061	2,85	12161	2,80	12261	2,80	12361	2,865	12461	2,82	12561	2,885
12062	2,885	12162	2,81	12262	2,815	12362	2,83	12462	2,76	12562	2,805
12063	2,955	12163	2,86	12263	2,825	12363	2,825	12463	2,75	12563	2,805
12064	2,885	12164	2,815	12264	2,805	12364	2,765	12464	2,77	12564	2,805
12065	2,925	12165	2,795	12265	2,825	12365	2,83	12465	2,76	12565	2,92
12066	3,01	12166	2,72	12266	2,79	12366	2,82	12466	2,81	12566	2,715
12067	2,965	12167	2,83	12267	2,90	12367	2,86	12467	2,74	12567	2,875
12068	2,96	12168	2,81	12268	2,735	12368	2,75	12468	2,77	12568	2,80
12069	2,915	12169	2,79	12269	2,765	12369	2,79	12469	2,89	12569	2,845
12070	2,905	12170	2,795	12270	2,805	12370	2,78	12470	2,895	12570	2,835
S	29,255	S	28,025	S	28,125	S	28,115	S	27,97	S	28,50
M	2,9	M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,9
12661	2,885	12761	3,03	12861	2,97	12961	2,82	13061	2,79	13161	2,915
12662	2,905	12762	3,10	12862	2,94	12962	2,84	13062	2,745	13162	2,815
12663	2,905	12763	3,07	12863	2,905	12963	2,82	13063	2,82	13163	2,80
12664	2,945	12764	3,07	12864	2,995	12964	2,88	13064	2,715	13164	2,855
12665	2,96	12765	3,09	12865	2,925	12965	2,875	13065	2,78	13165	2,815
12666	2,96	12766	3,09	12866	2,915	12966	2,845	13066	2,70	13166	2,795
12667	3,02	12767	3,01	12867	2,95	12967	2,925	13067	2,75	13167	2,78
12668	3,03	12768	3,045	12868	2,87	12968	2,855	13068	2,67	13168	2,79
12669	3,06	12769	3,035	12869	2,91	12969	2,86	13069	2,70	13169	2,67
12670	3,03	12770	2,975	12870	2,91	12970	2,90	13070	2,74	13170	2,60
S	29,70	S	30,52	S	29,29	S	28,62	S	27,41	S	28,015
M	3,0	M	3,1	M	2,9	M	2,9	M	2,7	M	2,8
13261	2,80	13361	2,94	13461	2,95	13561	2,74	13661	2,78	13761	2,80
13262	2,78	13362	3,00	13462	2,96	13562	2,615	13662	2,77	13762	2,81
13263	2,74	13363	2,935	13463	2,88	13563	2,685	13663	2,835	13763	2,81
13264	2,725	13364	2,92	13464	2,89	13564	2,635	13664	2,795	13764	2,875
13265	2,755	13365	2,86	13465	2,83	13565	2,70	13665	2,77	13765	2,915
13266	2,81	13366	2,83	13466	2,88	13566	2,60	13666	2,79	13766	2,80
13267	2,755	13367	2,765	13467	2,84	13567	2,64	13667	2,80	13767	2,88
13268	2,74	13368	2,795	13468	2,85	13568	2,645	13668	2,84	13768	2,88
13269	2,72	13369	2,755	13469	2,78	13569	2,695	13669	2,68	13769	2,81
13270	2,79	13370	2,805	13470	2,83	13570	2,83	13670	2,68	13770	2,84
S	27,62	S	28,605	S	28,69	S	26,785	S	27,83	S	28,04
M	2,8	M	2,9	M	2,9	M	2,7	M	2,8	M	2,9

Schwin- zung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
13861	2,82	13961	2,78	14061	2,93	14161	2,995	14261	2,765	14361	2,76
13862	2,875	13962	2,85	14062	2,94	14162	2,945	14262	2,72	14362	2,765
13863	2,885	13963	2,77	14063	3,005	14163	2,94	14263	2,76	14363	2,815
13864	2,90	13964	2,65	14064	2,935	14164	2,93	14264	2,76	14364	2,805
13865	2,90	13965	2,76	14065	3,03	14165	2,895	14265	2,80	14365	2,645
13866	2,92	13966	2,79	14066	2,94	14166	2,915	14266	2,80	14366	2,78
13867	2,91	13967	2,745	14067	2,94	14167	2,785	14267	2,845	14367	2,765
13868	2,91	13968	2,745	14068	2,97	14168	2,785	14268	2,795	14368	2,755
13869	2,885	13969	2,79	14069	2,89	14169	2,855	14269	2,84	14369	2,69
13870	2,915	13970	2,86	14070	2,865	14170	2,815	14270	2,835	14370	2,81
S	28,92	S	27,74	S	29,445	S	28,86	S	27,92	S	27,59
M	2,9	M	2,8	M	2,9	M	2,9	M	2,8	M	2,8
14471	2,78	14561	2,875	14661	2,705	14761	2,93	14861	2,84	14961	2,77
14472	2,81	14562	2,855	14662	2,71	14762	2,89	14862	2,89	14962	2,72
14473	2,73	14563	2,835	14663	2,83	14763	2,825	14863	2,895	14963	2,81
14474	2,78	14564	2,845	14664	2,82	14764	2,875	14864	2,89	14964	2,78
14475	2,90	14565	2,81	14665	2,795	14765	2,86	14865	2,855	14965	2,785
14476	2,91	14566	2,74	14666	2,855	14766	2,81	14866	2,78	14966	2,805
14477	2,945	14567	2,755	14667	2,79	14767	2,78	14867	2,74	14967	2,74
14478	2,945	14568	2,755	14668	2,85	14768	2,75	14868	2,71	14968	2,78
14479	2,99	14569	2,77	14669	2,85	14769	2,77	14869	2,76	14969	2,74
14480	3,00	14570	2,685	14670	2,87	14770	2,805	14870	2,72	14970	2,80
S	28,79	S	27,925	S	28,075	S	28,295	S	28,08	S	27,73
M	2,9	M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,8
15061	2,655	15171	2,73	15261	2,67	15361	2,755	15461	2,83	15561	2,825
15062	2,655	15172	2,68	15262	2,66	15362	2,665	15462	2,83	15562	2,76
15063	2,675	15173	2,695	15263	2,72	15363	2,695	15463	2,84	15563	2,74
15064	2,655	15174	2,67	15264	2,73	15364	2,665	15464	2,87	15564	2,84
15065	2,60	15175	2,565	15265	2,655	15365	2,62	15465	2,865	15565	2,83
15066	2,65	15176	2,62	15266	2,705	15366	2,605	15466	2,835	15566	2,88
15067	2,645	15177	2,64	15267	2,755	15367	2,70	15467	2,95	15567	2,81
15068	2,59	15178	2,64	15268	2,655	15368	2,60	15468	2,89	15568	2,88
15069	2,645	15179	2,68	15269	2,64	15369	2,60	15469	2,85	15569	2,78
15070	2,70	15180	2,62	15270	2,71	15370	2,535	15470	2,90	15570	2,90
S	26,37	S	27,39	S	26,90	S	26,44	S	28,66	S	28,245
M	2,6	M	2,7	M	2,7	M	2,6	M	2,9	M	2,8
15661	2,78	15761	2,73	15861	2,80	15961	2,775	16061	2,88	16161	2,65
15662	2,75	15762	2,84	15862	2,84	15962	2,88	16062	2,82	16162	2,64
15663	2,705	15763	2,835	15863	2,82	15963	2,71	16063	2,83	16163	2,69
15664	2,77	15764	2,805	15864	2,695	15964	2,76	16064	2,745	16164	2,70
15665	2,81	15765	2,82	15865	2,83	15965	2,73	16065	2,725	16165	2,75
15666	2,73	15766	2,71	15866	2,825	15966	2,78	16066	2,70	16166	2,84
15667	2,805	15767	2,745	15867	2,80	15967	2,755	16067	2,675	16167	2,85
15668	2,745	15768	2,78	15868	2,835	15968	2,73	16068	2,70	16168	2,80
15669	2,815	15769	2,725	15869	2,875	15969	2,43	16069	2,695	16169	2,86
15670	2,875	15770	2,72	15870	2,89	15970	2,78	16070	2,56	16170	2,895
S	27,785	S	27,71	S	28,21	S	27,33	S	27,33	S	27,765
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,7	M	2,7	M	2,8

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
16261	2,79	16361	2,655	16461	2,84	16561	2,855	16661	2,685	16761	2,90
16262	2,755	16362	2,745	16462	2,725	16562	2,86	16662	2,625	16762	2,79
16263	2,67	16363	2,77	16463	2,79	16563	2,815	16663	2,76	16763	2,86
16264	2,665	16364	2,72	16464	2,75	16564	2,78	16664	2,69	16764	2,82
16265	2,695	16365	2,67	16465	2,72	16565	2,775	16665	2,73	16765	2,845
16266	2,62	16366	2,79	16466	2,74	16566	2,745	16666	2,78	16766	2,855
16267	2,60	16367	2,73	16467	2,58	16567	2,805	16667	2,80	16767	2,78
16268	2,675	16368	2,62	16468	2,63	16568	2,65	16668	2,80	16768	2,79
16269	2,685	16369	2,645	16469	2,57	16569	2,69	16669	2,84	16769	2,80
16270	2,645	16370	2,665	16470	2,71	16570	2,745	16670	2,81	16770	2,78
S	26,78	S	27,01	S	27,055	S	27,72	S	27,55	S	28,115
M	2,7	M	2,7	M	2,7	M	2,8	M	2,8	M	2,8
16861	2,67	16961	2,71	17061	2,85	17161	2,785	17261	2,795	17361	2,69
16862	2,77	16962	2,745	17062	2,75	17162	2,79	17262	2,775	17362	2,69
16863	2,765	16963	2,75	17063	2,82	17163	2,80	17263	2,61	17363	2,635
16864	2,765	16964	2,76	17064	2,885	17164	2,74	17264	2,60	17364	2,795
16865	2,79	16965	2,65	17065	2,815	17165	2,78	17265	2,58	17365	2,65
16866	2,885	16966	2,74	17066	2,78	17166	2,76	17266	2,66	17366	2,67
16867	2,845	16967	2,78	17067	2,765	17167	2,72	17267	2,69	17367	2,675
16868	2,85	16968	2,71	17068	2,83	17168	2,755	17268	2,67	17368	2,685
16869	2,78	16969	2,715	17069	2,79	17169	2,695	17269	2,745	17369	2,71
16870	2,81	16970	2,775	17070	2,78	17170	2,68	17270	2,765	17370	2,61
S	27,93	S	27,335	S	28,065	S	27,565	S	26,80	S	26,72
M	2,8	M	2,7	M	2,8	M	2,8	M	2,7	M	2,7
17461	2,84	17561	2,61	17661	2,615	17761	2,60	17861	2,53	17961	2,61
17462	2,79	17562	2,63	17662	2,63	17762	2,645	17862	2,505	17962	2,59
17463	2,75	17563	2,68	17663	2,59	17763	2,635	17863	2,51	17963	2,58
17464	2,71	17564	2,73	17664	2,69	17764	2,625	17864	2,505	17964	2,54
17465	2,725	17565	2,70	17665	2,60	17765	2,635	17865	2,55	17965	2,55
17466	2,715	17566	2,67	17666	2,67	17766	2,64	17866	2,505	17966	2,52
17467	2,63	17567	2,74	17667	2,695	17767	2,585	17867	2,585	17967	2,53
17468	2,70	17568	2,62	17668	2,575	17768	2,61	17868	2,56	17968	2,53
17469	2,64	17569	2,67	17669	2,65	17769	2,565	17869	2,64	17969	2,53
17470	2,605	17570	2,805	17670	2,67	17770	2,62	17870	2,70	17970	2,49
S	27,105	S	26,855	S	26,385	S	26,16	S	25,59	S	25,49
M	2,7	M	2,7	M	2,6	M	2,6	M	2,6	M	2,6
18061	2,57	18161	2,595	18261	2,765	18361	2,68	18461	2,535	18561	2,71
18062	2,54	18162	2,545	18262	2,795	18362	2,685	18462	2,69	18562	2,67
18063	2,675	18163	2,68	18263	2,79	18363	2,695	18463	2,58	18563	2,71
18064	2,615	18164	2,575	18264	2,74	18364	2,74	18464	2,55	18564	2,69
18065	2,67	18165	2,625	18265	2,74	18365	2,74	18465	2,61	18565	2,71
18066	2,74	18166	2,655	18266	2,68	18366	2,76	18466	2,54	18566	2,71
18067	2,68	18167	2,60	18267	2,70	18367	2,81	18467	2,62	18567	2,65
18068	2,73	18168	2,61	18268	2,615	18368	2,74	18468	2,555	18568	2,69
18069	2,70	18169	2,54	18269	2,61	18369	2,77	18469	2,605	18569	2,69
18070	2,69	18170	2,57	18270	2,575	18370	2,81	18470	2,58	18570	2,68
S	26,61	S	25,995	S	27,01	S	27,43	S	25,865	S	26,74
M	2,7	M	2,6	M	2,7	M	2,7	M	2,6	M	2,7

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
18661	2,53	18761	2,515	18861	2,525	18961	2,58	19061	2,415	19161	2,59
18662	2,52	18762	2,505	18862	2,465	18962	2,525	19062	2,48	19162	2,575
18663	2,60	18763	2,515	18863	2,555	18963	2,58	19063	2,37	19163	2,535
18664	2,55	18764	2,51	18864	2,47	18964	2,52	19064	2,48	19164	2,52
18665	2,675	18765	2,485	18865	2,485	18965	2,525	19065	2,36	19165	2,54
18666	2,73	18766	2,525	18866	2,48	18966	2,45	19066	2,455	19166	2,45
18667	2,64	18767	2,515	18867	2,485	18967	2,53	19067	2,355	19167	2,50
18668	2,695	18768	2,565	18868	2,45	18968	2,47	19068	2,37	19168	2,52
18669	2,72	18769	2,485	18869	2,44	18969	2,51	19069	2,43	19169	2,47
18670	2,625	18770	2,495	18870	2,46	18970	2,455	19070	2,25	19170	2,43
S	26,285	S	25,115	S	24,815	S	25,145	S	23,965	S	25,13
M	2,6	M	2,5	M	2,5	M	2,5	M	2,4	M	2,5
19261	2,235	19361	2,09	19461	2,09	19561	1,905	19661	1,65	19761	1,54
19262	2,31	19362	2,11	19462	1,995	19562	1,93	19662	1,68	19762	1,54
19263	2,275	19363	2,07	19463	1,995	19563	1,875	19663	1,65	19763	1,53
19264	2,205	19364	2,105	19464	1,975	19564	1,96	19664	1,68	19764	1,49
19265	2,275	19365	2,04	19465	1,895	19565	1,92	19665	1,59	19765	1,56
19266	2,29	19366	2,09	19466	1,92	19566	1,955	19666	1,66	19766	1,53
19267	2,26	19367	2,10	19467	1,91	19567	1,965	19667	1,59	19767	1,58
19268	2,24	19368	2,08	19468	1,92	19568	1,93	19668	1,61	19768	1,60
19269	2,22	19369	2,095	19469	1,83	19569	1,97	19669	1,66	19769	1,53
19270	2,38	19370	2,175	19470	1,80	19570	1,96	19670	1,63	19770	1,56
S	22,69	S	20,955	S	19,33	S	19,37	S	16,40	S	15,46
M	2,3	M	2,1	M	1,9	M	1,9	M	1,6	M	1,6
19861	1,61	19961	1,145	20051	0,76						
19862	1,615	19962	1,14	20052	0,76						
19863	1,565	19963	1,00	20053	0,79						
19864	1,57	19964	1,18	20054	0,82						
19865	1,52	19965	1,05	20055	0,80						
19866	1,56	19966	1,21	20056	0,80						
19867	1,43	19967	1,13	20057	0,775						
19868	1,495	19968	1,08	20058	0,795						
19869	1,415	19969	1,11	20059	0,80						
19870	1,375	19970	1,12	20060	0,76						
S	15,155	S	11,165	S	7,86						
M	1,5	M	1,1	M	0,8						

BERECHNUNGEN DER MITTLEREN SCHWANKUNGS-
GRÖSSEN FÜR DAS ZIMMERMANN'SCHE KYMOGRAPHION
nach Gruppen zu 20 Einzelwerten¹

Schwingungen	Wert in mm n	Schwankungs- größe in mm n ₁	Quadrate der Schwankungsgrößen n ₁ ²
		2,2	
61	1,985	-0,215	0,046225
62	2,06	-0,14	0,0196
63	2,03	-0,17	0,0289
64	2,04	-0,16	0,0256
65	2,15	-0,05	0,0025
66	2,16	-0,04	0,0016
67	2,17	-0,03	0,0009
68	2,205	+0,005	0,000025
69	2,175	-0,025	0,000625
70	2,23	+0,03	0,0009
71	2,285	+0,085	0,007225
72	2,17	-0,03	0,0009
73	2,27	+0,07	0,0049
74	2,185	-0,015	0,000225
75	2,285	+0,085	0,007225
76	2,19	-0,01	0,0001
77	2,22	+0,02	0,0004
78	2,195	-0,005	0,000025
79	2,245	+0,045	0,002025
80	2,21	+0,01	0,0001
S	43,46		S ₁ 0,150000
M	2,2	M ₂ 0,09	M ₁ 0,0075 $\sqrt{0,0075} = 0,0866 = 0,09$

¹ Nur Gruppe 1 ist in vollständiger Ausführung vorhanden; von Gruppe 2-53 sind neben den Absissenwerten und ihrem Mittelwert, die einzelnen Plus- und Minusschwankungsgrößen und deren mittlerer Schwankungswert angegeben.

Von den übrigen Gruppen sind wegen Platzmangels nur noch die Resultate zusammengestellt.

Schwün- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm	Schwün- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm	Schwün- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm
2,8			3,0			3,1		
161	2,715	-0,085	261	2,94	-0,06	361	2,99	-0,11
162	2,765	-0,035	262	3,02	+0,02	362	2,955	-0,145
163	2,75	-0,05	263	3,035	+0,035	363	2,97	-0,13
164	2,77	-0,03	264	2,975	-0,025	364	3,03	-0,07
165	2,755	-0,045	265	2,92	-0,08	365	3,07	-0,03
166	2,745	-0,055	266	2,93	-0,07	366	3,10	± 0,00
167	2,84	+0,04	267	2,90	-0,10	367	3,06	-0,04
168	2,83	+0,03	268	2,93	-0,07	368	3,125	+0,025
169	2,805	+0,005	269	2,90	-0,10	369	3,08	-0,02
170	2,875	+0,075	270	2,85	-0,15	370	3,085	-0,015
171	2,86	+0,06	271	2,89	-0,11	371	3,115	+0,015
172	2,81	+0,01	272	3,01	+0,01	372	3,03	-0,07
173	2,79	-0,01	273	3,03	+0,03	373	3,13	+0,03
174	2,79	-0,01	274	3,10	+0,10	374	3,07	-0,03
175	2,83	+0,03	275	3,06	+0,06	375	3,08	-0,02
176	2,83	+0,03	276	3,11	+0,11	376	3,035	-0,065
177	2,80	± 0,00	277	3,09	+0,09	377	3,08	-0,02
178	2,76	-0,04	278	3,13	+0,13	378	3,02	-0,08
179	2,81	+0,01	279	3,06	+0,06	379	2,97	-0,13
180	2,85	+0,05	280	3,135	+0,135	380	3,04	-0,06

S 55,98
M **2,8**

M₂ **0,04**

S 60,015
M **3,0**

M₂ **0,09**

S 61,03
M **3,1**

M₂ **0,07**

3,1			3,0			3,0		
461	2,99	-0,11	561	3,015	+0,015	661	3,02	+0,02
462	2,96	-0,14	562	2,98	-0,02	662	3,01	+0,01
463	3,02	-0,08	563	2,995	-0,005	663	2,985	-0,015
464	3,01	-0,09	564	3,04	+0,04	664	3,03	+0,03
465	3,025	-0,075	565	3,09	+0,09	665	3,09	+0,09
466	3,035	-0,065	566	3,01	+0,01	666	3,095	+0,095
467	3,06	-0,04	567	3,075	+0,075	667	3,05	+0,05
468	3,06	-0,04	568	3,005	+0,005	668	2,985	-0,015
469	3,08	-0,02	569	3,04	+0,04	669	3,075	+0,075
470	3,135	+0,035	570	2,98	-0,02	670	3,11	+0,11
471	3,125	+0,025	571	3,04	+0,04	671	2,93	-0,07
472	3,00	-0,10	572	3,04	+0,04	672	3,07	+0,07
473	3,09	-0,01	573	2,91	-0,09	673	3,07	+0,07
474	3,045	-0,055	574	3,01	+0,01	674	3,035	+0,035
475	3,015	-0,085	575	2,94	-0,06	675	2,995	-0,005
476	3,035	-0,065	576	2,97	-0,03	676	2,995	-0,005
477	2,93	-0,17	577	2,92	-0,08	677	2,985	-0,015
478	3,00	-0,10	578	2,91	-0,09	678	3,015	+0,015
479	2,94	-0,16	579	2,92	-0,08	679	3,075	+0,075
480	2,96	-0,14	580	2,89	-0,11	680	3,025	+0,025

S 61,62
M **3,1**

M₂ **0,09**

S 59,78
M **3,0**

M₂ **0,06**

S 60,645
M **3,0**

M₂ **0,06**

Schwün- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm	Schwün- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm	Schwün- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm
	3,1			3,0			3,0	
761	3,12	+0,02	861	2,97	-0,03	961	2,95	-0,05
762	3,075	-0,025	862	3,15	+0,15	962	2,98	-0,02
763	3,095	-0,015	863	3,085	+0,085	963	3,04	+0,04
764	3,205	+0,105	864	3,21	+0,21	964	3,05	+0,05
765	3,145	+0,045	865	3,09	+0,09	965	3,01	+0,01
766	3,18	+0,08	866	3,105	+0,105	966	3,05	+0,05
767	3,14	+0,04	867	3,095	+0,095	967	3,07	+0,07
768	3,14	+0,04	868	3,06	+0,06	968	3,045	+0,045
769	3,14	+0,04	869	3,03	+0,03	969	3,10	+0,10
770	3,13	+0,03	870	2,93	-0,07	970	3,085	+0,085
771	3,12	+0,02	871	2,855	-0,145	971	3,04	+0,04
772	3,15	+0,05	872	2,935	-0,065	972	3,05	+0,05
773	3,11	+0,01	873	3,005	+0,005	973	2,945	-0,055
774	3,08	-0,02	874	2,84	-0,16	974	2,94	-0,06
775	3,05	-0,05	875	2,995	-0,095	975	2,895	-0,105
776	3,08	-0,02	876	2,935	-0,065	976	2,90	-0,10
777	2,805	-0,195	877	2,975	-0,025	977	2,935	-0,065
778	3,025	-0,075	878	3,05	+0,05	978	3,01	+0,01
779	3,01	-0,09	879	3,10	+0,10	979	2,97	-0,03
780	2,95	-0,15	880	3,06	+0,06	980	2,83	-0,17
S	61,75		S	60,385		S	59,895	
M	3,1	M₂0,07	M	3,0	M₂0,10	M	3,0	M₂0,07
	2,9			2,8			3,0	
1061	2,85	-0,05	1161	2,91	+0,11	1261	2,97	-0,03
1062	2,89	-0,01	1162	2,87	+0,03	1262	2,96	-0,04
1063	2,845	-0,055	1163	2,925	+0,125	1263	2,97	-0,03
1064	2,88	-0,02	1164	2,88	+0,02	1264	2,985	-0,025
1065	2,87	-0,03	1165	2,915	+0,115	1265	2,995	-0,005
1066	2,925	+0,025	1166	2,85	+0,05	1266	3,04	+0,04
1067	2,90	±0,00	1167	2,855	+0,055	1267	3,11	+0,11
1068	2,86	-0,04	1168	2,845	+0,045	1268	3,115	+0,115
1069	2,865	-0,035	1169	2,765	-0,035	1269	3,075	+0,075
1070	2,915	+0,015	1170	2,855	+0,055	1270	3,06	+0,06
1071	2,92	+0,02	1171	2,82	+0,02	1271	3,015	+0,015
1072	2,84	-0,06	1172	2,79	-0,01	1272	3,125	+0,125
1073	2,86	-0,04	1173	2,885	+0,085	1273	3,115	+0,115
1074	2,89	-0,01	1174	2,725	-0,075	1274	3,095	+0,095
1075	2,825	-0,075	1175	2,805	+0,095	1275	3,055	+0,055
1076	2,875	-0,025	1176	2,755	-0,045	1276	3,095	+0,095
1077	2,88	-0,02	1177	2,85	+0,05	1277	2,975	-0,025
1078	2,90	±0,00	1178	2,86	+0,06	1278	2,98	-0,02
1079	2,95	+0,05	1179	2,79	-0,01	1279	2,88	-0,12
1080	2,95	+0,05	1180	2,775	-0,025	1280	2,94	-0,06
S	57,69		S	56,725		S	60,59	
M	2,9	M₂0,04	M	2,8	M₂0,07	M	3,0	M₂0,8

Schwün- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm	Schwün- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm	Schwün- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm
	2,8			2,7			3,0	
1361	2,77	-0,03	1461	2,71	+0,01	1561	2,905	-0,095
1362	2,685	-0,125	1462	2,73	+0,03	1562	2,83	-0,17
1363	2,785	-0,015	1463	2,65	-0,05	1563	2,90	-0,10
1364	2,70	-0,11	1464	2,78	+0,08	1564	2,92	-0,08
1365	2,78	-0,02	1465	2,67	-0,03	1565	2,97	-0,03
1366	2,74	-0,06	1466	2,70	±0,00	1566	2,975	-0,025
1367	2,68	-0,12	1467	2,72	+0,02	1567	2,965	-0,035
1368	2,795	-0,005	1468	2,69	-0,01	1568	2,93	-0,07
1369	2,75	-0,05	1469	2,785	+0,085	1569	3,07	+0,07
1370	2,825	+0,025	1470	2,665	-0,035	1570	3,00	±0,00
1371	2,83	+0,03	1471	2,675	-0,025	1571	3,07	+0,07
1372	2,78	-0,02	1472	2,705	+0,005	1572	3,06	+0,06
1373	2,84	+0,04	1473	2,60	-0,10	1573	3,045	+0,045
1374	2,86	+0,06	1474	2,74	+0,04	1574	3,04	+0,04
1375	2,84	+0,04	1475	2,695	-0,005	1575	2,99	-0,1
1376	2,81	+0,01	1476	2,71	+0,01	1576	3,01	+0,01
1377	2,785	-0,015	1477	2,735	+0,035	1577	3,065	+0,065
1378	2,785	-0,015	1478	2,775	+0,075	1578	2,96	-0,04
1379	2,785	-0,015	1479	2,835	+0,135	1579	2,955	-0,045
1380	2,715	-0,085	1480	2,90	+0,20	1580	2,95	-0,5

S 55,54
M **2,8**

M₂**0,06**

S 54,47
M **2,7**

M₂**0,06**

S 59,61
M **3,0**

M₂**0,07**

	2,9			3,0			3,0	
1661	3,06	+0,16	1761	2,925	-0,08	1861	2,905	-0,095
1662	3,08	+0,18	1762	3,025	+0,025	1862	2,88	-0,12
1663	3,02	+0,12	1763	3,03	+0,03	1863	2,96	-0,04
1664	2,99	+0,09	1764	2,95	-0,05	1864	2,95	-0,05
1665	2,98	+0,08	1765	2,99	-0,01	1865	2,835	-0,165
1666	2,91	+0,01	1766	2,975	-0,025	1866	2,85	-0,15
1667	2,99	+0,09	1767	3,00	±0,00	1867	2,875	-0,125
1668	2,855	-0,45	1768	2,94	-0,06	1868	2,85	-0,15
1669	2,935	-0,65	1769	2,995	-0,095	1869	2,825	-0,175
1670	2,89	-0,01	1770	2,95	-0,05	1870	2,845	-0,155
1671	2,91	+0,01	1771	2,94	-0,06	1871	2,97	-0,03
1672	2,915	+0,015	1772	2,96	-0,04	1872	2,98	-0,02
1673	2,865	-0,035	1773	2,91	-0,09	1873	2,995	-0,005
1674	2,855	-0,045	1774	2,885	-0,115	1874	2,955	-0,045
1675	2,815	-0,055	1775	3,005	+0,005	1875	2,975	-0,025
1676	2,905	+0,005	1776	3,015	+0,015	1876	3,04	+0,04
1677	2,855	-0,045	1777	3,015	+0,015	1877	3,045	+0,045
1678	2,795	-0,105	1778	3,01	+0,01	1878	3,075	+0,075
1679	2,81	-0,09	1779	2,99	-0,01	1879	3,115	+0,115
1680	2,81	-0,09	1780	3,085	+0,085	1880	3,06	+0,06

S 58,275
M **2,9**

M₂**0,08**

S 50,505
M **3,0**

M₂**0,06**

S 58,985
M **3,0**

M₂**0,11**

Schwün- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm	Schwün- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm	Schwün- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm
	2,9			3,0			3,0	
1961	2,995	+0,095	2061	2,93	-0,07	2161	2,88	-0,12
1962	3,00	+0,10	2062	2,94	-0,06	2162	2,86	-0,14
1963	2,96	+0,06	2063	2,93	-0,07	2163	2,88	-0,12
1964	2,93	+0,03	2064	2,99	-0,01	2164	2,84	-0,16
1965	2,975	+0,025	2065	2,915	-0,085	2165	2,82	-0,18
1966	2,945	+0,045	2066	3,00	+0,00	2166	2,875	-0,125
1967	2,915	+0,015	2067	3,07	+0,07	2167	2,875	-0,125
1968	2,91	+0,015	2068	3,025	+0,025	2168	2,95	-0,05
1969	2,83	-0,07	2069	3,01	+0,01	2169	3,035	+0,035
1970	2,89	-0,01	2070	3,06	+0,06	2170	3,06	+0,06
1971	2,93	+0,03	2071	2,995	-0,005	2171	3,115	+0,115
1972	2,96	+0,06	2072	2,98	-0,02	2172	3,19	+0,19
1973	2,87	-0,03	2073	2,93	-0,07	2173	3,18	+0,18
1974	2,93	+0,03	2074	3,02	+0,02	2174	3,14	+0,14
1975	2,88	-0,02	2075	3,04	+0,04	2175	3,195	+0,095
1976	2,955	+0,055	2076	2,97	-0,03	2176	3,165	+0,165
1977	2,975	+0,075	2077	2,945	-0,055	2177	3,105	+0,105
1978	2,97	+0,075	2078	2,945	-0,055	2178	3,08	+0,085
1979	2,93	+0,03	2079	2,91	-0,09	2179	3,14	+0,14
1980	3,01	+0,11	2080	2,94	-0,06	2180	3,075	+0,075
S	58,77		S	59,545		S	60,305	
M	2,9	M₂0,06	M	3,00	M₂0,05	M	3,0	M₂0,12
	3,0			3,0			2,9	
2261	3,055	+0,055	2361	2,955	-0,045	2461	2,90	+0,00
2262	3,075	+0,075	2362	2,90	-0,10	2462	2,87	-0,03
2263	3,05	+0,05	2363	2,965	-0,035	2463	2,88	-0,02
2264	3,08	+0,08	2364	2,96	-0,04	2464	2,89	-0,01
2265	3,07	+0,07	2365	2,92	-0,08	2465	2,91	+0,01
2266	2,985	-0,015	2366	3,035	+0,035	2466	2,94	+0,04
2267	2,95	-0,05	2367	2,90	-0,10	2467	2,905	+0,005
2268	2,98	-0,02	2368	3,10	+0,10	2468	2,915	+0,015
2269	2,965	-0,035	2369	3,03	+0,03	2469	3,025	+0,125
2270	3,005	+0,005	2370	3,03	+0,03	2470	2,965	+0,065
2271	2,98	-0,02	2371	2,99	-0,01	2471	3,04	+0,14
2272	2,95	-0,05	2372	3,21	+0,21	2472	2,925	+0,025
2273	2,965	-0,035	2373	2,94	-0,06	2473	2,965	+0,065
2274	2,975	-0,025	2374	3,115	+0,115	2474	3,02	+0,12
2275	2,91	-0,09	2375	3,105	+0,105	2475	2,915	+0,015
2276	2,935	+0,07	2376	3,00	+0,00	2476	2,975	+0,075
2277	2,92	-0,08	2377	2,92	-0,08	2477	2,95	+0,05
2278	2,915	-0,085	2378	3,08	+0,08	2478	3,025	+0,125
2279	2,95	-0,05	2379	3,06	+0,06	2479	3,01	+0,11
2280	2,98	-0,02	2380	3,03	+0,03	2480	2,935	+0,035
S	59,695		S	60,245		S	58,06	
M	3,0	M₂0,06	M	3,00	M₂0,08	M	2,9	M₂0,07

Schwün- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm	Schwün- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm	Schwün- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm
	3,0			3,0			3,0	
2561	2,97	-0,03	2661	2,975	-0,025	2761	3,07	+0,07
2562	2,06	-0,04	2662	2,92	-0,08	2762	3,035	+0,035
2563	3,02	+0,02	2663	3,05	+0,05	2763	3,015	+0,015
2564	3,035	+0,035	2664	3,00	±0,00	2764	3,07	+0,07
2565	2,99	-0,01	2665	2,975	-0,025	2765	3,00	±0,00
2566	3,01	+0,01	2666	2,985	-0,015	2766	3,10	+0,10
2567	2,99	-0,01	2667	2,99	-0,01	2767	3,065	+0,065
2568	3,02	+0,02	2668	3,025	+0,025	2768	2,995	-0,005
2569	3,09	+0,09	2669	3,00	±0,00	2769	3,01	+0,01
2570	2,95	-0,05	2670	3,075	+0,075	2770	2,89	-0,11
2571	3,03	+0,03	2671	2,995	-0,005	2771	3,035	+0,035
2572	2,99	-0,01	2672	3,04	+0,06	2772	2,985	-0,015
2573	3,05	+0,05	2673	3,005	+0,005	2773	2,975	-0,025
2574	3,05	+0,05	2674	3,07	+0,07	2774	3,015	+0,015
2575	2,97	-0,03	2675	3,045	+0,045	2775	2,90	-0,10
2576	3,06	+0,06	2676	3,015	+0,015	2776	2,97	-0,03
2577	3,025	+0,025	2677	3,075	+0,075	2777	2,93	-0,07
2578	3,08	+0,08	2678	3,005	+0,005	2778	2,915	-0,085
2579	3,035	+0,035	2679	3,01	+0,01	2779	2,91	-0,09
2580	3,12	+0,12	2680	2,975	-0,025	2780	2,925	-0,075

S 60,445
M **3,0**

M₂**0,05**

S 60,23
M **3,0**

M₂**0,04**

S 59,81
M **3,0**

M₂**0,06**

	3,0			2,9			2,8	
2861	2,985	-0,015	2961	2,84	-0,06	3061	2,87	+0,07
2862	2,98	-0,02	2962	2,87	-0,03	3062	2,915	-0,115
2863	2,94	-0,06	2963	2,925	+0,025	3063	2,885	+0,085
2864	2,99	-0,01	2964	2,865	-0,035	3064	2,835	+0,035
2865	3,02	+0,02	2965	2,915	+0,015	3065	2,845	+0,045
2866	3,01	+0,01	2966	2,835	-0,075	3066	2,855	+0,055
2867	2,84	-0,16	2967	2,875	-0,025	3067	2,82	+0,02
2868	2,98	-0,02	2968	2,90	+0,000	3068	2,77	-0,03
2869	3,095	+0,095	2969	2,90	±0,000	3069	2,875	+0,075
2870	3,045	+0,04	2970	2,92	+0,02	3070	2,835	+0,035
2871	2,965	-0,035	2971	2,88	-0,02	3071	2,74	-0,06
2872	3,00	±0,00	2972	2,90	±0,00	3072	2,835	+0,065
2873	3,005	+0,005	2973	2,92	+0,02	3073	2,815	+0,015
2874	2,96	-0,04	2974	2,945	+0,045	3074	2,73	-0,07
2875	3,12	+0,12	2975	2,975	+0,075	3075	2,76	-0,04
2876	2,985	-0,015	2976	3,00	+0,10	3076	2,71	-0,09
2877	2,99	-0,01	2977	3,075	+0,175	3077	2,77	-0,03
2878	2,965	-0,035	2978	3,065	+0,165	3078	2,73	-0,07
2879	2,975	-0,025	2979	3,09	+0,19	3079	2,70	-0,10
2880	3,025	+0,025	2980	3,06	+0,16	3080	2,81	+0,01

S 59,875
M **3,0**

M₂**0,06**

S 58,755
M **2,9**

M₂**0,09**

S 56,115
M **2,8**

M₂**0,06**

Schwün- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm	Schwün- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm	Schwün- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm			
	3,0				3,0				3,0		
3161	2,93	-0,07	3261	2,985	-0,015	3361	2,95	-0,05			
3162	2,98	-0,02	3262	2,90	-0,1	3362	2,995	-0,005			
3163	2,92	-0,08	3263	2,98	-0,02	3363	3,02	+0,02			
3164	2,99	-0,01	3264	2,98	-0,02	3364	2,925	-0,075			
3165	2,995	-0,005	3265	3,045	+0,045	3365	2,965	-0,035			
3166	3,06	+0,06	3266	3,055	+0,055	3366	3,00	+0,00			
3167	3,035	+0,035	3267	2,92	-0,08	3367	2,92	-0,08			
3168	3,055	+0,055	3268	3,055	+0,045	3368	2,945	-0,055			
3169	3,06	+0,06	3269	2,985	-0,015	3369	2,935	-0,065			
3170	2,975	-0,025	3270	2,995	-0,005	3370	2,97	-0,03			
3171	3,015	+0,015	3271	2,925	-0,075	3371	2,86	-0,14			
3172	3,01	+0,01	3272	3,015	+0,015	3372	2,98	-0,02			
3173	3,08	+0,08	3273	2,965	-0,035	3373	2,95	-0,05			
3174	2,96	-0,04	3274	2,935	-0,065	3374	2,985	-0,015			
3175	2,99	-0,01	3275	2,950	-0,05	3375	2,980	-0,02			
3176	3,035	+0,035	3276	2,975	-0,025	3376	2,900	-0,1			
3177	2,925	-0,075	3277	2,875	-0,125	3377	2,985	-0,015			
3178	3,01	+0,01	3278	3,025	+0,025	3378	2,96	-0,04			
3179	2,915	-0,085	3279	2,995	-0,095	3379	2,99	-0,01			
3180	2,925	-0,075	3280	2,890	-0,11	3380	3,12	+0,12			
S	59,865		S	59,36		S	59,335				
M	3,0	M₂0,05	M	3,0	M₂0,06	M	3,0	M₂0,06			
	3,0				3,0				3,0		
3461	2,85	-0,15	3561	2,99	-0,01	3661	3,035	+0,035			
3462	2,85	-0,15	3562	2,975	-0,025	3662	2,92	-0,08			
3463	2,815	-0,185	3563	2,985	-0,015	3663	3,02	+0,02			
3464	2,90	-0,1	3564	2,96	-0,04	3664	3,075	+0,075			
3465	2,90	-0,1	3565	2,965	-0,035	3665	3,125	+0,125			
3466	2,865	-0,135	3566	3,01	+0,01	3666	3,10	+0,1			
3467	3,005	+0,005	3567	2,965	-0,035	3667	3,105	+0,105			
3468	3,01	+0,01	3568	3,00	+0,00	3668	3,07	+0,07			
3469	3,09	+0,09	3569	3,00	+0,00	3669	2,97	-0,03			
3470	3,12	+0,12	3570	3,06	+0,06	3670	3,045	+0,045			
3471	3,16	+0,16	3571	3,01	+0,01	3671	2,995	-0,005			
3472	3,12	+0,12	3572	3,05	+0,05	3672	2,97	-0,03			
3473	3,09	+0,09	3573	3,03	+0,03	3673	2,94	-0,06			
3474	3,07	+0,07	3574	3,005	+0,005	3674	2,93	-0,07			
3475	3,095	+0,095	3575	2,975	-0,025	3675	2,835	-0,165			
3476	3,085	+0,085	3576	2,93	-0,07	3676	2,96	-0,04			
3477	3,04	+0,04	3577	2,96	-0,04	3677	2,865	-0,135			
3478	2,95	-0,05	3578	3,005	+0,005	3678	2,935	-0,065			
3479	2,93	-0,07	3579	2,95	-0,05	3679	3,00	+0,00			
3480	2,99	-0,01	3580	2,915	-0,085	3680	2,91	-0,09			
S	59,935		S	59,74		S	59,805				
M	3,0	M₂0,09	M	3,0	M₂0,04	M	3,0	M₂0,08			

Schwin- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm	Schwin- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm	Schwin- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm
	3,0			3,0			3,1	
3761	3,01	+0,01	3861	2,955	-0,045	3961	3,055	-0,045
3762	2,90	-0,1	3862	2,95	-0,05	3962	3,045	-0,055
3763	3,05	+0,05	3863	2,965	-0,035	3963	3,045	-0,055
3764	3,03	+0,03	3864	2,98	-0,02	3964	3,09	-0,01
3765	3,025	+0,025	3865	3,05	+0,05	3965	3,075	-0,025
3766	3,055	+0,055	3866	3,00	+0,005	3966	3,115	+0,015
3767	3,045	+0,045	3867	2,975	-0,025	3967	3,075	-0,025
3768	2,965	-0,035	3868	3,00	+0,00	3968	3,065	-0,035
3769	3,015	+0,015	3869	2,995	-0,005	3969	3,08	-0,02
3770	2,985	-0,015	3870	3,02	+0,02	3970	3,105	+0,005
3771	2,97	-0,03	3871	3,09	+0,09	3971	3,08	-0,02
3772	2,93	-0,07	3872	3,03	+0,03	3972	3,12	-0,02
3773	2,945	-0,055	3873	3,07	+0,07	3973	2,99	-0,11
3774	2,91	-0,09	3874	2,905	-0,095	3974	3,08	-0,02
3775	2,88	-0,12	3875	3,085	+0,085	3975	3,035	-0,06
3776	2,965	-0,035	3876	3,055	+0,055	3976	2,96	-0,14
3777	2,89	-0,11	3877	3,08	+0,08	3977	3,05	-0,05
3778	2,95	-0,05	3878	3,08	+0,08	3978	2,97	-0,13
3779	2,87	-0,13	3879	3,115	+0,115	3979	2,965	-0,135
3780	2,89	-0,11	3880	3,055	+0,055	3980	2,925	-0,175

S	59,28		S	60,46		S	60,925	
M	3,0	M₂0,07	M	3,0	M₂0,06	M	3,1	M₂0,08

	2,7			3,0			3,0	
4061	2,84	+0,14	4161	2,885	-0,115	4261	2,94	-0,06
4062	2,805	+0,105	4162	2,905	-0,095	4262	2,895	-0,105
4063	2,885	+0,185	4163	2,86	-0,14	4263	2,93	-0,07
4064	2,775	+0,075	4164	3,015	+0,015	4264	2,895	-0,105
4065	2,86	+0,16	4165	2,995	-0,005	4265	2,955	-0,045
4066	2,785	+0,085	4166	2,925	-0,075	4266	2,860	-0,14
4067	2,73	+0,03	4167	2,93	-0,07	4267	2,940	-0,06
4068	2,765	+0,065	4168	2,91	-0,09	4268	2,955	-0,045
4069	2,68	-0,02	4169	3,055	+0,055	4269	3,02	+0,02
4070	2,66	-0,04	4170	3,06	+0,06	4270	2,98	-0,02
4071	2,57	-0,13	4171	3,02	+0,02	4271	3,00	+0,00
4072	2,63	-0,07	4172	2,995	-0,005	4272	3,03	+0,03
4073	2,57	-0,13	4173	3,105	+0,105	4273	2,96	-0,04
4074	2,645	-0,055	4174	3,075	+0,075	4274	3,08	+0,08
4075	2,655	-0,045	4175	2,975	-0,025	4275	3,00	+0,00
4076	2,545	-0,155	4176	3,015	+0,015	4276	3,07	+0,07
4077	2,705	+0,005	4177	2,96	-0,04	4277	2,955	-0,045
4078	2,73	+0,03	4178	3,005	+0,005	4278	2,955	-0,045
4079	2,655	-0,045	4179	2,985	-0,015	4279	2,995	-0,005
4080	2,755	+0,055	4180	2,945	-0,055	4280	2,965	-0,035

S	54,215		S	50,62		S	50,38	
M	2,7	M₂0,10	M	3,0	M₂0,07	M	3,0	M₂0,06

Schwün- gungen	Wert in mm	Schwän- kungs- größe in mm	Schwün- gungen	Wert in mm	Schwän- kungs- größe in mm	Schwün- gungen	Wert in mm	Schwän- kungs- größe in mm
	3,0			3,0			3,0	
4361	2,86	-0,14	4461	2,845	-0,155	4561	2,95	-0,05
4362	2,935	-0,065	4462	3,02	+0,02	4562	2,905	-0,095
4363	2,915	-0,085	4463	2,93	-0,07	4563	2,945	-0,055
4364	2,895	-0,105	4464	3,04	+0,04	4564	2,985	-0,015
4365	2,895	-0,105	4465	3,03	+0,03	4565	2,985	-0,015
4366	2,96	-0,04	4466	3,10	+0,10	4566	3,025	+0,025
4367	2,96	-0,04	4467	2,75	-0,25	4567	2,985	-0,015
4368	3,06	+0,06	4468	3,23	+0,23	4568	3,035	+0,035
4369	3,05	+0,05	4469	2,89	-0,11	4569	2,995	-0,005
4370	3,005	+0,005	4470	3,09	+0,09	4570	3,01	+0,01
4371	3,085	+0,085	4471	2,935	-0,065	4571	3,03	+0,03
4372	3,105	+0,105	4472	2,885	-0,115	4572	2,96	-0,04
4373	3,10	+0,1	4473	2,915	-0,085	4573	2,99	-0,01
4374	3,125	+0,125	4474	2,915	-0,085	4574	2,895	-0,105
4375	2,975	-0,025	4475	2,935	-0,065	4575	2,935	-0,065
4376	3,04	+0,04	4476	2,900	-0,1	4576	2,91	-0,09
4377	3,055	+0,055	4477	2,935	-0,065	4577	2,89	-0,11
4378	3,10	+0,1	4478	2,91	-0,09	4578	2,80	-0,20
4379	2,945	-0,055	4479	2,895	-0,105	4579	2,84	-0,16
4380	2,945	-0,055	4480	2,975	-0,025	4580	2,90	-0,10
S	60,01		S	59,125		S	58,97	
M	3,0	M₂0,08	M	3,0	M₂0,11	M	3,0	M₂0,08
	2,9			3,0			2,9	
4661	2,915	+0,015	4761	2,94	-0,06	4861	2,865	-0,035
4662	2,92	+0,02	4762	3,01	+0,01	4862	2,87	-0,03
4663	2,90	+0,0	4763	2,96	-0,04	4863	2,81	-0,09
4664	2,88	-0,02	4764	2,94	-0,06	4864	2,855	-0,045
4665	2,89	-0,01	4765	2,92	-0,08	4865	2,915	+0,015
4666	2,895	-0,005	4766	2,96	-0,04	4866	2,95	+0,05
4667	2,985	+0,085	4767	2,885	-0,115	4867	2,97	+0,03
4668	2,94	+0,04	4768	2,86	-0,14	4868	2,98	+0,02
4669	2,965	+0,035	4769	2,855	-0,145	4869	3,015	+0,115
4670	3,035	+0,135	4770	2,97	-0,03	4870	2,905	+0,065
4671	3,05	+0,15	4771	2,85	-0,15	4871	3,00	+0,1
4672	3,02	+0,12	4772	2,95	-0,05	4872	3,02	+0,12
4673	3,015	+0,115	4773	2,905	-0,095	4873	2,975	+0,075
4674	2,955	+0,045	4774	3,00	± 0,0	4874	2,995	+0,065
4675	2,99	+0,09	4775	3,00	+0,0	4875	2,975	+0,075
4676	2,93	+0,03	4776	3,035	+0,035	4876	3,00	+0,1
4677	2,91	+0,01	4777	2,985	-0,015	4877	2,975	+0,075
4678	2,885	-0,015	4778	3,025	+0,025	4878	2,955	+0,055
4679	2,855	-0,045	4779	3,03	+0,03	4879	2,895	+0,005
4680	2,86	-0,04	4780	3,02	+0,02	4880	2,91	+0,01
S	58,795		S	59,10		S	58,865	
M	2,9	M₂0,07	M	3,0	M₂0,07	M	2,9	M₂0,07

Schwin- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm	Schwin- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm	Schwin- gungen	Wert in mm	Schwan- kungs- größe in mm
	2,9			2,9			2,9	
4961	2,79	-0,11	5061	2,935	+0,035	5161	2,94	+0,04
4962	2,77	-0,13	5062	2,925	+0,025	5162	2,95	+0,05
4963	2,775	-0,125	5063	2,87	-0,03	5163	2,92	+0,02
4964	2,795	-0,105	5064	2,86	-0,04	5164	2,925	+0,025
4965	2,815	-0,085	5065	2,805	-0,095	5165	2,935	+0,035
4966	2,815	-0,085	5066	2,875	-0,025	5166	2,92	+0,02
4967	2,86	-0,04	5067	2,895	-0,005	5167	2,90	+0,00
4968	2,925	+0,025	5068	2,845	-0,055	5168	2,825	-0,075
4969	2,93	+0,03	5069	2,895	-0,005	5169	2,825	-0,075
4970	2,97	+0,07	5070	2,87	-0,03	5170	2,83	-0,07
4971	2,94	+0,04	5071	2,945	+0,045	5171	2,88	-0,02
4972	2,91	+0,01	5072	2,85	-0,05	5172	2,845	-0,055
4973	3,095	+0,195	5073	2,865	-0,035	5173	2,88	-0,02
4974	3,01	+0,11	5074	2,935	+0,035	5174	2,82	-0,08
4975	2,915	+0,015	5075	2,915	+0,015	5175	2,925	+0,025
4976	2,965	+0,065	5076	2,935	+0,035	5176	2,905	+0,005
4977	2,97	+0,07	5077	2,825	-0,075	5177	3,035	+0,135
4978	2,94	+0,04	5078	2,91	-0,01	5178	3,035	+0,135
4979	2,86	-0,04	5079	2,905	+0,005	5179	3,005	+0,105
4980	2,93	+0,03	5080	2,86	-0,04	5180	3,015	+0,115
S	57,98		S	57,72		S	58,315	
M	2,9	M₂0,08	M	2,9	M₂0,04	M	2,9	M₂0,07

2,9		
5261	2,87	-0,03
5262	3,00	+0,1
5263	2,975	+0,075
5264	2,95	+0,05
5265	2,865	-0,035
5266	2,91	+0,09
5267	2,88	-0,02
5268	2,855	-0,045
5269	2,885	-0,015
5270	2,75	-0,15
5271	2,72	-0,18
5272	2,86	-0,04
5273	2,805	-0,095
5274	2,955	+0,055
5275	2,845	-0,055
5276	2,925	+0,025
5277	3,02	-0,18
5278	3,06	-0,14
5279	3,08	-0,12
5280	3,01	-0,19
S	58,22	
M	2,9	M₂0,10

Schwün- gungen	Schwän- kungs- größe in mm M ₂	reduz. Schwän- kungsgr. in mm M ₂	Schwün- gungen	Schwän- kungs- größe in mm M ₂	reduz. Schwän- kungsgr. in mm M ₂	Schwün- gungen	Schwän- kungs- größe in mm M ₂	reduz. Schwän- kungsgr. in mm M ₂
5361—80	0,083	0,08	10361—80	0,099	0,10	15361—80	0,069	0,07
54	0,055	0,06	104	0,055	0,06	154	0,052	0,05
55	0,063	0,06	105	0,099	0,10	155	0,059	0,06
56	0,076	0,08	106	0,074	0,07	156	0,103	0,10
57	0,065	0,07	107	0,058	0,06	157	0,063	0,06
58	0,044	0,04	108	0,137	0,14	158	0,056	0,06
59	0,072	0,07	109	0,046	0,05	159	0,101	0,10
60	0,081	0,08	110	0,061	0,06	160	0,089	0,09
61	0,09	0,09	111	0,087	0,09	161	0,080	0,08
62	0,082	0,08	112	0,056	0,06	162	0,050	0,05
63	0,082	0,08	113	0,088	0,09	163	0,086	0,09
64	0,063	0,06	114	0,079	0,08	164	0,079	0,08
65	0,077	0,08	115	0,103	0,10	165	0,071	0,07
66	0,082	0,08	116	0,074	0,07	166	0,081	0,08
67	0,063	0,06	117	0,109	0,11	167	0,047	0,05
68	0,085	0,09	118	0,069	0,07	168	0,059	0,06
69	0,075	0,08	119	0,089	0,09	169	0,052	0,05
70	0,066	0,07	120	0,118	0,12	170	0,050	0,05
71	0,099	0,10	121	0,077	0,08	171	0,052	0,05
72	0,075	0,08	122	0,077	0,08	172	0,089	0,09
73	0,074	0,07	123	0,053	0,05	173	0,070	0,07
74	0,045	0,05	124	0,074	0,07	174	0,067	0,07
75	0,073	0,07	125	0,059	0,06	175	0,059	0,06
76	0,122	0,12	126	0,089	0,09	176	0,059	0,06
77	0,082	0,08	127	0,110	0,11	177	0,039	0,04
78	0,070	0,07	128	0,058	0,06	178	0,082	0,08
79	0,085	0,09	129	0,057	0,06	179	0,050	0,05
80	0,056	0,06	130	0,094	0,09	180	0,104	0,10
81	0,057	0,06	131	0,088	0,09	181	0,053	0,05
82	0,072	0,07	132	0,066	0,07	182	0,091	0,09
83	0,108	0,11	133	0,062	0,06	183	0,057	0,06
84	0,055	0,06	134	0,074	0,07	184	0,087	0,09
85	0,058	0,06	135	0,109	0,11	185	0,078	0,08
86	0,115	0,12	136	0,057	0,06	186	0,086	0,09
87	0,096	0,10	137	0,069	0,07	187	0,049	0,05
88	0,067	0,07	138	0,066	0,07	188	0,069	0,07
89	0,078	0,08	139	0,061	0,06	189	0,084	0,08
90	0,045	0,05	140	0,088	0,09	190	0,062	0,06
91	0,078	0,08	141	0,096	0,10	191	0,102	0,10
92	0,062	0,06	142	0,054	0,05	192	0,051	0,05
93	0,076	0,08	143	0,060	0,06	193	0,079	0,08
94	0,043	0,04	144	0,083	0,08	194	0,068	0,07
95	0,055	0,06	145	0,111	0,11	195	0,084	0,08
96	0,134	0,13	146	0,067	0,07	196	0,046	0,05
97	0,073	0,07	147	0,052	0,05	197	0,050	0,05
98	0,052	0,05	148	0,092	0,09	188	0,178	0,18
99	0,082	0,08	149	0,062	0,06	199	0,055	0,06
100	0,041	0,04	150	0,073	0,07	200	0,070	0,07
101	0,059	0,06	151	0,057	0,06			
102	0,045	0,05	152	0,094	0,09			

SCHWINGUNGSREIHE 301—600, EINGETEILT IN
10 GRUPPEN A 30 GLIEDER ZWECKS BERECHNUNG
ETWAIGER PERIODISCHER FEHLER

Gruppe: I			II			III		
Schwin- gungen	Wert in mm	redu- zierter Wert in mm	Schwin- gungen	Wert in mm	redu- zierter Wert in mm	Schwin- gungen	Wert in mm	redu- zierter Wert in mm
301	2,95	3,0	302	3,04	3,0	303	2,98	3,0
311	2,97	3,0	312	3,04	3,0	313	2,935	2,9
321	2,97	3,0	322	2,94	2,9	323	2,885	2,9
331	2,94	2,9	332	3,02	3,0	333	3,03	3,0
341	3,085	3,1	342	2,995	3,0	343	3,085	3,1
351	3,01	3,0	352	3,04	3,0	353	3,00	3,0
361	2,99	3,0	362	2,955	3,0	363	2,97	3,0
371	3,115	3,1	372	3,03	3,0	373	3,13	3,1
381	3,00	3,0	382	2,965	3,0	383	2,945	3,0
391	3,13	3,1	392	3,105	3,1	393	3,085	3,1
401	3,045	3,1	402	3,01	3,0	403	3,01	3,0
411	3,085	3,1	412	2,99	3,0	413	3,025	3,0
421	3,055	3,1	422	3,03	3,0	423	3,075	3,1
431	2,98	3,1	432	2,955	3,0	433	2,91	2,9
441	3,07	3,1	442	3,025	3,0	443	3,08	3,1
451	2,94	2,9	452	2,97	3,0	453	2,95	3,0
461	2,99	3,0	462	2,96	3,0	463	3,02	3,0
471	3,125	3,1	472	3,10	3,1	473	3,09	3,1
481	2,95	3,0	482	2,89	2,9	483	2,99	3,0
491	2,95	3,0	492	3,01	3,0	493	2,935	2,9
501	3,16	3,2	502	3,05	3,1	503	3,07	3,1
511	2,98	3,0	512	3,06	3,1	513	2,955	3,0
521	2,97	3,0	522	3,00	3,0	523	2,93	2,9
531	2,87	2,9	532	2,89	2,9	533	2,985	3,0
541	3,105	3,1	542	3,08	3,1	543	2,955	3,0
551	2,845	2,9	552	2,91	2,9	553	2,935	2,9
561	3,015	3,0	562	2,98	3,0	563	2,995	3,0
571	3,04	3,0	572	3,04	3,0	573	2,91	2,9
581	2,93	2,9	582	2,895	2,9	583	2,87	2,9
591	2,93	2,9	592	2,945	3,0	593	2,95	3,0

Gruppe: IV			V			VI		
304	2,93	2,9	305	3,00	3,0	306	2,995	3,0
314	3,035	3,0	315	2,97	3,0	316	3,01	3,0
324	2,875	2,9	325	2,86	2,9	326	2,91	2,9
334	3,02	3,0	335	3,09	3,1	336	3,15	3,2
344	2,955	3,0	345	2,975	3,0	346	2,95	3,0
354	3,07	3,1	355	3,055	3,1	356	3,09	3,1
364	3,03	3,0	365	3,07	3,1	366	3,10	3,1
374	3,07	3,1	375	3,08	3,1	376	3,035	3,0
384	2,97	3,0	385	2,955	3,0	386	2,965	3,0

Schwin- gungen	Wert in mm	redu- zierter Wert in mm	Schwin- gungen	Wert in mm	redu- zierter Wert in mm	Schwin- gungen	Wert in mm	redu- zierter Wert in mm
394	2,98	3,0	395	3,06	3,1	396	3,055	3,1
404	2,98	3,0	405	3,075	3,1	406	2,97	3,0
414	3,03	3,0	415	2,96	3,0	416	3,06	3,1
424	2,965	3,0	425	3,01	3,0	426	2,965	3,0
434	3,015	3,0	435	3,015	3,0	436	3,125	3,1
444	2,965	3,0	445	2,955	3,0	446	2,985	3,0
454	3,00	3,0	455	2,90	2,9	456	3,05	3,1
464	3,01	3,0	465	3,025	3,0	466	3,035	3,0
474	3,045	3,0	475	3,015	3,0	476	3,035	3,0
484	3,03	3,0	485	2,98	3,0	486	2,99	3,0
494	3,01	3,0	495	3,08	3,1	496	3,105	3,1
504	3,05	3,1	505	3,08	3,1	506	3,09	3,1
514	3,075	3,1	515	2,93	2,9	516	3,06	3,1
524	2,97	3,0	525	2,92	2,9	526	2,885	2,9
534	3,025	3,0	535	3,12	3,1	536	3,05	3,1
544	3,08	3,1	545	2,975	3,0	546	2,885	2,9
554	2,86	2,9	555	2,92	2,9	556	2,93	2,9
564	3,04	3,0	565	3,09	3,1	566	3,01	3,0
574	3,01	3,0	575	2,94	2,9	576	2,97	3,0
584	2,88	2,9	585	2,96	3,0	586	2,955	3,0
594	3,035	3,0	595	3,095	3,1	596	3,08	3,1

Gruppe: VII

307	2,995	3,0
317	2,97	3,0
327	3,15	3,2
337	3,075	3,1
347	2,96	3,0
357	2,975	3,0
367	3,06	3,1
377	3,08	3,1
387	2,965	3,0
397	3,115	3,1
407	3,13	3,1
417	3,00	3,0
427	3,05	3,1
437	3,09	3,1
447	2,95	3,0
457	2,96	3,0
467	3,06	3,1
477	2,93	2,9
487	2,96	3,0
497	3,045	3,1
507	3,03	3,0
517	2,98	3,0
527	2,895	2,9
537	3,13	3,1
547	2,96	3,0
557	2,955	3,0
567	3,075	3,1
577	2,92	2,9
587	2,92	2,9
597	3,035	3,0

VIII

308	3,06	3,1
318	2,93	2,9
328	2,86	2,9
338	3,095	3,1
348	2,965	3,0
358	2,945	3,0
368	3,125	3,1
378	3,02	3,0
388	2,935	2,9
398	3,00	3,0
408	3,00	3,0
418	3,10	3,1
428	2,92	2,9
438	3,22	3,2
448	2,915	2,9
458	2,975	3,0
468	3,06	3,1
478	3,005	3,0
488	3,025	3,0
498	3,09	3,1
508	3,11	3,1
518	2,97	3,0
528	2,88	2,9
538	3,16	3,2
548	2,89	2,9
558	2,895	2,9
568	3,005	3,0
578	2,91	2,9
588	2,905	2,9
598	3,00	3,0

IX

309	3,02	3,0
319	2,99	3,0
329	2,885	2,9
339	3,05	3,1
349	2,955	3,0
359	2,975	3,0
369	3,08	3,1
379	2,97	3,0
389	2,98	3,0
399	2,99	3,0
409	2,99	3,0
419	3,11	3,1
429	2,97	3,0
439	3,07	3,1
449	2,95	3,0
459	2,915	2,9
469	3,08	3,1
479	2,94	2,9
489	3,02	3,0
499	3,14	3,1
509	3,065	3,1
519	2,98	3,0
529	2,86	2,9
539	3,075	3,1
549	2,88	2,9
559	2,935	2,9
569	3,04	3,0
579	2,92	2,9
589	2,92	2,9
599	3,06	3,1

Gruppe:

X

Schwin- gungen	Wert in mm	redu- zierter Wert in mm	Schwin- gungen	Wert in mm	redu- zierter Wert in mm	Schwin- gungen	Wert in mm	redu- zierter Wert in mm
310	2,96	3,0	410	2,96	3,0	510	3,03	3,0
320	2,95	3,0	420	3,095	3,1	520	2,98	3,0
330	2,885	2,9	430	2,865	2,9	530	2,90	2,9
340	3,085	3,1	440	3,13	3,1	540	3,085	3,1
350	2,98	3,0	450	2,935	2,9	550	2,99	3,0
360	2,995	3,0	460	3,01	3,0	560	3,025	3,0
370	3,085	3,1	470	3,135	3,1	570	2,98	3,0
380	3,04	3,0	480	2,96	3,0	580	2,89	2,9
390	3,02	3,0	490	3,045	3,1	590	2,865	2,9
400	2,98	3,0	500	3,12	3,1	600	3,06	3,1

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
277	1,125	331	1,60	385	1,58	439	1,66	493	1,435	547	1,465
278	325	332	56	386	53	440	59	494	425	548	395
279	265	333	565	387	55	441	48	495	40	549	44
280	285	334	575	388	54	442	485	496	46	550	37
281	36	335	55	389	54	443	49	497	45	551	46
282	535	336	57	390	56	444	585	498	48	552	41
283	615	337	57	391	605	445	62	499	46	553	405
284	715	338	58	392	605	446	59	500	45	554	41
285	605	339	57	393	59	447	62	501	42	555	435
286	55	340	57	394	585	448	53	502	31	556	42
287	485	341	55	395	53	449	415	503	18	557	46
288	515	342	54	396	525	450	455	504	03	558	45
289	56	343	625	397	56	451	46	505	0,905	559	45
290	57	344	58	398	56	452	52	506	85	560	43
291	65	345	475	399	57	453	56	507	885	561	445
292	575	346	35	400	57	454	49	508	99	562	455
293	655	347	195	401	57	455	50	509	1,11	563	47
294	56	348	075	402	55	456	46	510	30	564	46
295	50	349	025	403	57	457	46	511	32	565	48
296	50	350	075	404	54	458	43	512	25	566	48
297	52	351	25	405	605	459	475	513	145	567	48
298	53	352	535	406	605	460	53	514	125	568	475
299	545	353	635	407	61	461	555	515	20	569	475
300	535	354	52	408	595	462	52	516	26	570	425
301	49	355	33	409	525	463	51	517	33	571	455
302	455	356	23	410	58	464	47	518	42	572	41
303	445	357	31	411	54	465	46	519	43	573	46
304	49	358	31	412	60	466	445	520	44	574	485
305	585	359	46	413	56	467	505	521	435	575	50
306	585	360	53	414	545	468	53	522	385	576	54
307	53	361	64	415	60	469	52	523	42	577	495
308	53	362	635	416	605	470	495	524	41	578	55
309	56	363	575	417	605	471	45	525	49	579	
310	51	364	455	418	535	472	435	526	485	580	
311	565	365	465	419	575	473	465	527	515	581	51
312	565	366	49	420	575	474	505	528	465	582	52
313	605	367	58	421	54	475	46	529	435	583	47
314	575	368	62	422	56	476	54	530	345	584	60
315	57	369	64	423	405	477	53	531	425	585	45
316	595	370	62	424	225	478	49	532	355	586	42
317	56	371	555	425	14	479	45	533	39	587	20
318	50	372	51	426	085	480	48	534	405	588	085
319	53	373	535	427	115	481	44	535	365	589	0,96
320	525	374	51	428	40	482	49	536	38	590	945
321	555	375	56	429	54	483	46	537	38	591	1,01
322	565	376	56	430	63	484	505	538	33	592	155
323	54	377	58	431	50	485	475	539	32	593	425
324	52	378	59	432	36	486	45	540	34	594	57
325	515	379	53	433	285	487	39	541	455	595	49
326	57	380	51	434	325	488	40	542	475	596	345
327	53	381	455	435	39	489	455	543	46	597	245
328	60	382	555	436	50	490	415	544	42	598	27
329	65	383	545	437	58	491	47	545	44	599	345
330	59	384	605	438	64	492	44	546	39	600	45

MITTELWERTSBERECHNUNGEN NACH AUSWERTUNGEN VON DEN VERSCHIEDENEN MOTOREN UND DEN VERSCHIEDENEN TONERREGERN

I 1a ZIMMERMANN'sches Kymographion mit geeichter Stimmgabel mit Platinkontakt

(I 1a auf dem MEYER-SCHNEIDER-Tonhöhenapparat mit Komparator und Lupe ausgemessen)

Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm
1	2,94	11	2,88	21	2,975	31	2,97	41	3,025
2	2,94	12	2,805	22	2,92	32	2,925	42	3,00
3	2,85	13	2,82	23	2,915	33	2,935	43	2,92
4	2,86	14	2,845	24	2,915	34	2,90	44	2,97
5	2,925	15	2,90	25	3,005	35	2,955	45	3,065
6	2,855	16	3,00	26	2,945	36	2,93	46	3,06
7	2,83	17	2,94	27	2,895	37	2,97	47	3,035
8	2,74	18	2,84	28	2,86	38	2,87	48	2,985
9	2,87	19	3,03	29	2,915	39	2,92	49	2,89
10	2,86	20	3,02	30	2,955	40	3,025	50	2,925
S ¹	28,67	S	29,08	S	29,300	S	29,40	S	29,875
M	2,9	M	2,9	M	2,9	M	2,9	M	3,0
51	2,93	61	2,99	71	2,93	81	2,98	91	2,96
52	2,89	62	2,94	72	2,91	82	2,835	92	2,93
53	2,865	63	3,065	73	2,85	83	2,785	93	2,925
54	2,785	64	3,01	74	2,845	84	2,835	94	2,985
55	2,875	65	2,94	75	2,775	85	2,95	95	3,055
56	2,865	66	3,05	76	2,90	86	2,875	96	2,985
57	2,90	67	2,97	77	2,86	87	2,97	97	2,955
58	2,875	68	3,00	78	2,90	88	2,90	98	2,885
59	2,815	69	2,925	79	3,005	89	2,97	99	2,90
60	2,95	70	2,935	80	2,95	90	3,05	100	2,88
S	28,750	S	29,8	S	28,925	S	29,150	S	29,46
M	2,9	M	3,0	M	2,9	M	2,9	M	3,0

¹ S = Summe; M = Mittelwert.

I 1b = I 1a

(I 1b auf dem veränderten MEYER-SCHNEIDER-Apparat mit Komparator, Mikroskop und konstanter Beleuchtung [6-Voltlampe] ausgemessen¹⁾)

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
I	2,955	II	2,835	21	3,00	31	2,965	41	3,00
2	2,875	12	2,79	22	3,96	32	2,92	42	2,00
3	2,84	13	2,80	23	2,88	33	2,93	43	2,92
4	2,845	14	2,835	24	2,91	34	2,895	44	2,96
5	2,945	15	2,915	25	3,00	35	2,93	45	3,05
6	2,85	16	2,95	26	2,95	36	2,955	46	3,055
7	2,80	17	2,91	27	2,91	37	2,93	47	2,985
8	2,71	18	2,90	28	2,875	38	2,93	48	2,96
9	2,87	19	2,955	29	2,865	39	2,90	49	2,855
10	2,865	20	2,995	30	2,985	40	3,00	50	2,95
S	28,555	S	28,885	S	29,335	S	29,355	S	29,725
M	2,9	M	2,9	M	2,9	M	2,9	M	3,0
51	2,955	61	3,00	71	2,91	81	2,975	91	2,985
52	2,89	62	2,99	72	2,90	82	2,86	92	2,935
53	2,84	63	3,05	73	2,855	83	2,805	93	2,925
54	2,99	64	3,00	74	2,825	84	2,93	94	2,975
55	2,83	65	2,97	75	2,81	85	2,95	95	2,965
56	2,895	66	3,03	76	2,88	86	2,91	96	2,985
57	2,91	67	2,975	77	2,87	87	2,91	97	2,905
58	2,85	68	2,975	78	2,885	88	2,87	98	2,90
59	2,845	69	2,92	79	2,93	89	2,98	99	2,89
60	2,92	70	2,915	80	2,925	90	2,995	100	2,88
S	28,92	S	29,82	S	28,79	S	29,28	S	29,34
M	2,9	M	3,0	M	2,9	M	2,9	M	2,9

I 2a ZIMMERMANN'SCHES Kymographion mit geeichter, angeschlagener Stimmgabel

1	2,905	11	2,78	21	3,00	31	2,915	41	2,775
2	2,88	12	2,87	22	2,96	32	2,79	42	2,93
3	2,875	13	2,84	23	3,01	33	2,96	43	2,86
4	2,95	14	2,75	24	2,955	34	2,80	44	2,89
5	2,895	15	2,83	25	2,825	35	2,97	45	2,89
6	2,905	16	2,92	26	2,93	36	2,89	46	2,79
7	2,78	17	2,95	27	2,99	37	2,93	47	2,855
8	2,89	18	2,98	28	2,885	38	2,855	48	2,775
9	2,775	19	2,965	29	2,92	39	2,825	49	2,885
10	2,775	20	2,995	30	2,89	40	3,075	50	2,875
S	28,630	S	28,880	S	29,365	S	29,010	S	28,525
M	2,9	M	2,9	M	2,9	M	2,9	M	2,9

¹⁾ In allen folgenden Aufzeichnungen bedeutet gleichfalls a Meßapparat in der ersten Ausführung; b in der veränderten Form mit 6-Voltlampe; c in der veränderten Form mit 8-Voltlampe.

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
51	2,935	61	2,975	71	2,955	81	3,185	91	2,96
52	2,905	62	2,87	72	3,135	82	2,97	92	2,97
53	2,83	63	2,92	73	2,94	83	2,92	93	2,88
54	2,87	64	2,805	74	2,80	84	2,87	94	2,915
55	2,96	65	2,89	75	3,04	85	3,00	95	2,875
56	2,825	66	2,905	76	2,86	86	2,81	96	2,92
57	2,895	67	2,95	77	3,03	87	2,98	97	2,93
58	2,895	68	2,94	78	2,84	88	2,67	98	2,86
59	2,985	69	2,98	79	2,92	89	2,89	99	2,93
60	2,975	70	2,95	80	2,975	90	2,95	100	2,69
S	29,075	S	29,275	S	29,495	S	29,245	S	28,93
M	2,9	M	2,9	M	3,0	M	2,9	M	2,9

I 2b = I 2a

1	2,885	11	2,795	21	2,995	31	2,88	41	2,90
2	2,96	12	2,825	22	2,96	32	2,88	42	2,85
3	2,88	13	2,805	23	2,955	33	2,91	43	2,84
4	2,93	14	2,80	24	2,925	34	2,81	44	2,87
5	2,875	15	2,89	25	2,94	35	2,93	45	2,87
6	2,89	16	2,88	26	2,94	36	2,91	46	2,83
7	2,84	17	2,925	27	2,95	37	2,90	47	2,855
8	2,79	18	2,915	28	2,88	38	2,82	48	2,805
9	2,82	19	3,00	29	2,91	39	2,91	49	2,88
10	2,75	20	2,945	30	2,91	40	2,97	50	2,895
S	28,620	S	28,775	S	29,365	S	28,92	S	28,595
M	2,9	M	2,9	M	2,9	M	2,9	M	2,9
51	2,88	61	2,935	71	2,98	81	2,97	91	2,965
52	2,865	62	2,945	72	3,015	82	2,86	92	2,96
53	2,89	63	2,86	73	2,875	83	3,00	93	2,94
54	2,85	64	2,94	74	2,97	84	2,94	94	2,84
55	2,965	65	2,86	75	2,96	85	2,85	95	2,90
56	2,86	66	2,94	76	3,01	86	2,92	96	2,82
57	2,875	67	2,855	77	2,815	87	2,84	97	2,94
58	2,89	68	2,985	78	2,935	88	2,86	98	2,875
59	2,94	69	2,93	79	2,83	89	2,84	99	2,745
60	2,98	70	3,02	80	2,97	90	2,835	100	2,91
S	28,995	S	29,27	S	29,36	S	28,915	S	28,895
M	2,9	M	2,9	M	2,9	M	2,9	M	2,9

I 3a ZIMMERMANN'sches Kymographion mit BERNSTEIN'schem Federunterbrecher mit Quecksilberkontakt und PFEIL'schem Federsignal

Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm
1	3,16	11	3,11	21	3,09	31	3,10	41	3,16
2	3,03	12	3,095	22	3,15	32	3,13	42	3,005
3	3,115	13	2,915	23	2,88	33	3,05	43	3,105
4	3,085	14	3,03	24	3,27	34	2,995	44	2,96
5	3,11	15	3,06	25	3,065	35	3,105	45	3,15
6	2,98	16	3,00	26	3,095	36	3,09	46	3,03
7	3,11	17	3,215	27	3,09	37	3,18	47	3,04
8	3,03	18	2,90	28	3,16	38	2,99	48	3,06
9	2,92	19	3,065	29	3,085	39	3,28	49	2,855
10	3,10	20	3,12	30	3,035	40	2,99	50	3,345
S	30,640	S	30,510	S	30,920	S	30,910	S	30,710
M	3,1	M	3,1	M	3,1	M	3,1	M	3,1
51	2,99	61	3,05	71	3,03	81	2,965	91	3,00
52	3,21	62	3,14	72	3,12	82	3,08	92	2,94
53	3,07	63	3,12	73	3,04	83	3,00	93	2,98
54	3,20	64	3,035	74	3,08	84	3,04	94	3,12
55	3,15	65	3,165	75	3,03	85	2,82	95	3,09
56	2,99	66	3,055	76	3,17	86	3,07	96	3,01
57	3,20	67	3,265	77	3,05	87	3,125	97	3,03
58	3,055	68	2,97	78	3,11	88	3,095	98	2,99
59	3,11	69	3,10	79	2,95	89	2,96	99	3,225
60	3,235	70	3,05	80	2,985	90	3,11	100	2,995
S	31,210	S	30,950	S	30,565	S	30,265	S	30,380
M	3,1	M	3,1	M	3,1	M	3,0	M	3,0

I 3b = I 3a

1	3,205	11	3,10	21	3,12	31	3,035	41	3,15
2	2,99	12	3,08	22	3,13	32	3,105	42	3,05
3	3,10	13	2,90	23	2,94	33	3,065	43	3,04
4	3,08	14	3,07	24	3,10	34	3,01	44	3,08
5	3,12	15	3,075	25	3,16	35	3,14	45	2,995
6	2,93	16	3,00	26	3,04	36	3,07	46	3,105
7	3,03	17	3,195	27	3,18	37	3,08	47	3,13
8	3,06	18	2,93	28	3,18	38	3,09	48	2,96
9	3,04	19	3,05	29	3,055	39	3,085	49	3,06
10	3,01	20	3,005	30	3,015	40	3,125	50	3,25
S	30,565	S	30,405	S	30,92	S	30,805	S	30,820
M	3,1	M	3,0	M	3,1	M	3,1	M	3,1

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
51	2,905	61	3,015	71	3,005	81	3,06	91	2,965
52	3,215	62	3,215	72	3,245	82	2,82	92	3,07
53	3,04	63	3,025	73	2,885	83	2,95	93	2,98
54	3,15	64	3,04	74	3,175	84	2,95	94	3,015
55	3,195	65	3,24	75	3,075	85	2,99	95	2,93
56	3,005	66	2,98	76	3,06	86	3,08	96	3,05
57	3,24	67	3,09	77	3,08	87	3,03	97	3,05
58	2,93	68	3,15	78	2,975	88	3,15	98	3,13
59	3,19	69	3,05	79	2,995	89	3,005	99	3,01
60	3,195	70	3,025	80	3,22	90	2,925	100	2,92
S	31,065	S	30,830	S	30,715	S	29,960	S	30,120
M	3,1	M	3,1	M	3,1	M	3,0	M	3,0

II 1a Grammophon-Uhrwerk mit geeichter Stimmgabel mit Platinkontakt

1	2,53	11	2,58	21	2,59	31	2,60	41	2,605
2	2,64	12	2,58	22	2,565	32	2,66	42	2,57
3	2,59	13	2,60	23	2,57	33	2,52	43	2,605
4	2,565	14	2,60	24	2,645	34	2,67	44	2,62
5	2,635	15	2,60	25	2,51	35	2,63	45	2,625
6	2,61	16	2,53	26	2,67	36	2,64	46	2,55
7	2,65	17	2,595	27	2,595	37	2,63	47	2,58
8	2,58	18	2,63	28	2,555	38	2,60	48	2,575
9	2,56	19	2,525	29	2,595	39	2,61	49	2,57
10	2,63	20	2,59	30	2,665	40	2,49	50	2,58
S	25,99	S	25,83	S	25,96	S	26,05	S	25,88
M	2,6	M	2,6	M	2,6	M	2,6	M	2,6
51	2,535	61	2,54	71	2,49	81	2,475	91	2,65
52	2,575	62	2,59	72	2,545	82	2,575	92	2,605
53	2,565	63	2,59	73	2,51	83	2,845	93	2,605
54	2,57	64	2,615	74	2,57	84	2,58	94	2,64
55	2,435	65	2,555	75	2,53	85	2,50	95	2,405
56	2,605	66	2,485	76	2,63	86	2,635	96	2,605
57	2,585	67	2,625	77	2,485	87	2,54	97	2,56
58	2,54	68	2,495	78	2,555	88	2,58	98	2,55
59	2,59	69	2,54	79	2,64	89	2,65	99	2,64
60	2,53	70	2,54	80	2,56	90	2,59	100	2,55
S	25,44	S	25,48	S	25,54	S	25,61	S	25,93
M	2,5	M	2,6	M	2,6	M	2,6	M	2,6

II 1b = II 1a

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
I	2,555	11	2,605	21	2,60	31	2,555	41	2,635
2	2,62	12	2,545	22	2,575	32	2,625	42	2,585
3	2,585	13	2,60	23	2,585	33	2,65	43	2,60
4	2,55	14	2,635	24	2,62	34	2,58	44	2,57
5	2,685	15	2,575	25	2,53	35	2,62	45	2,59
6	2,585	16	2,565	26	2,60	36	2,645	46	2,605
7	2,60	17	2,54	27	2,60	37	2,63	47	2,58
8	2,57	18	2,58	28	2,555	38	2,55	48	2,565
9	2,585	19	2,59	29	2,65	39	2,59	49	2,555
10	2,60	20	2,53	30	2,665	40	2,57	50	2,555
S	25,93	S	25,76	S	25,98	S	26,01	S	25,84
M	2,6	M	2,6	M	2,6	M	2,6	M	2,6
51	2,57	61	2,56	71	2,585	81	2,48	91	2,61
52	2,54	62	2,55	72	2,54	82	2,555	92	2,61
53	2,555	63	2,55	73	2,545	83	2,485	93	2,60
54	2,515	64	2,58	74	2,54	84	2,54	94	2,60
55	2,595	65	2,51	75	2,60	85	2,54	95	2,575
56	2,555	66	2,58	76	2,55	86	2,54	96	2,575
57	2,56	67	2,545	77	2,58	87	2,57	97	2,565
58	2,54	68	2,585	78	2,51	88	2,56	98	2,565
59	2,55	69	2,60	79	2,64	89	2,63	99	2,62
60	2,54	70	2,52	80	2,565	90	2,61	100	2,635
S	25,49	S	25,58	S	25,65	S	25,51	S	25,95
M	2,6	M	2,6	M	2,6	M	2,6	M	2,6

II 1c = II 1a

I	2,56	11	2,605	21	2,625	31	2,58	41	2,59
2	2,62	12	2,555	22	2,555	32	2,64	42	2,58
3	2,57	13	2,585	23	2,565	33	2,61	43	2,625
4	2,56	14	2,655	24	2,655	34	2,595	44	2,565
5	2,66	15	2,57	25	2,555	35	2,625	45	2,585
6	2,59	16	2,56	26	2,605	36	2,63	46	2,56
7	2,62	17	2,55	27	2,595	37	2,63	47	2,60
8	2,55	18	2,57	28	2,555	38	2,58	48	2,60
9	2,59	19	2,59	29	2,635	39	2,56	49	2,57
10	2,59	20	2,51	30	2,675	40	2,56	50	2,585
S	25,91	S	25,75	S	26,02	S	26,01	S	25,86
M	2,6	M	2,6	M	2,6	M	2,6	M	2,6

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
51	2,55	61	2,525	71	2,585	81	2,575	91	2,615
52	2,555	62	2,585	72	2,545	82	2,555	92	2,605
53	2,58	63	2,54	73	2,56	83	2,495	93	2,60
54	2,53	64	2,58	74	2,54	84	2,535	94	2,595
55	2,55	65	2,53	75	2,60	85	2,53	95	2,515
56	2,525	66	2,56	76	2,57	86	2,55	96	2,625
57	2,59	67	2,55	77	2,57	87	2,55	97	2,555
58	2,525	68	2,53	78	2,52	88	2,575	98	2,59
59	2,56	69	2,555	79	2,63	89	2,635	99	2,595
60	2,54	70	2,505	80	2,58	90	2,60	100	2,625
S	20,5	S	25,46	S	25,70	S	25,60	S	25,92
M	2,6	M	2,6	M	2,6	M	2,6	M	2,6

II 2 Grammophon-Uhrwerk mit geeichter, angeschlagener Stimmgabel

1	2,78	11	2,65	21	2,655	31	2,80	41	2,76
2	2,90	12	2,65	22	2,81	32	2,75	42	2,73
3	2,83	13	2,79	23	2,84	33	2,70	43	2,74
4	2,78	14	2,735	24	2,775	34	2,69	44	2,73
5	2,73	15	2,735	25	2,655	35	2,69	45	2,77
6	2,78	16	2,70	26	2,78	36	2,74	46	2,77
7	2,75	17	2,72	27	2,69	37	2,825	47	2,69
8	2,74	18	2,78	28	2,80	38	2,595	48	2,75
9	2,77	19	2,705	29	2,71	39	2,705	49	2,75
10	2,68	20	2,63	30	2,68	40	2,805	50	2,73
S	27,74	S	27,095	S	27,395	S	27,30	S	27,42
M	2,8	M	2,7	M	2,7	M	2,7	M	2,7
51	2,70	61	2,735	71	2,60	81	2,76	91	2,725
52	2,66	62	2,73	72	2,60	82	2,715	92	2,715
53	2,72	63	2,63	73	2,64	83	2,815	93	2,805
54	2,695	64	2,64	74	2,765	84	2,76	94	2,735
55	2,69	65	2,75	75	2,76	85	2,755	95	2,75
56	2,655	66	2,75	76	2,745	86	2,635	96	2,71
57	2,74	67	2,69	77	2,725	87	2,665	97	2,755
58	2,72	68	2,735	78	2,71	88	2,73	98	2,805
59	2,735	69	2,745	79	2,735	89	2,69	99	2,835
60	2,75	70	2,81	80	2,725	90	2,71	100	2,69
S	27,065	S	27,215	S	27,005	S	27,235	S	27,525
M	2,7	M	2,7	M	2,7	M	2,7	M	2,8

II 3 Grammophon-Uhrwerk mit BERNSTEIN'schem Federunterbrecher mit Quecksilberkontakt und PFEIL'schem Federsignal

Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm
1	2,55	11	2,88	21	2,625	31	2,885	41	2,67
2	2,625	12	2,52	22	2,60	32	2,69	42	2,76
3	2,59	13	2,74	23	2,505	33	2,75	43	2,62
4	2,63	14	2,67	24	2,655	34	2,685	44	2,66
5	2,68	15	2,73	25	2,745	35	2,58	45	2,74
6	2,66	16	2,66	26	2,715	36	2,775	46	2,73
7	2,54	17	2,62	27	2,685	37	2,765	47	2,72
8	2,77	18	2,60	28	2,75	38	2,575	48	2,73
9	2,68	19	2,68	29	2,64	39	2,71	49	2,62
10	2,66	20	2,755	30	2,675	40	2,73	50	2,90
S	26,385	S	26,855	S	26,595	S	27,145	S	27,15
M	2,6	M	2,7	M	2,7	M	2,7	M	2,7
51	2,63	61	2,67	71	2,655	81	2,70	91	2,645
52	2,72	62	2,66	72	2,685	82	2,70	92	2,58
53	2,68	63	2,685	73	2,635	83	2,65	93	2,68
54	2,75	64	2,625	74	2,785	84	2,70	94	2,54
55	2,67	65	2,735	75	2,69	85	2,70	95	2,825
56	2,61	66	2,72	76	2,70	86	2,805	96	2,595
57	2,63	67	2,65	77	2,68	87	2,61	97	2,33
58	2,605	68	2,775	78	2,69	88	2,77	98	2,535
59	2,605	69	2,69	79	2,745	89	2,635	99	2,67
60	2,61	70	2,675	80	2,605	90	2,625	100	2,49
S	26,510	S	26,885	S	26,87	S	26,895	S	25,890
M	2,7	M	2,7	M	2,7	M	2,7	M	2,6

III 1a 2-Voltmotor mit geeichter Stimmgabel mit Platinkontakt

1	3,35	11	3,235	21	3,23	31	3,235	41	3,215
2	3,295	12	3,315	23	3,26	32	3,29	42	3,275
3	3,195	13	3,24	23	3,31	33	3,255	43	3,27
4	3,285	14	3,285	24	3,296	34	3,17	44	3,28
5	3,225	15	3,315	25	3,225	35	3,21	45	3,265
6	3,245	16	3,31	26	3,27	36	3,265	46	3,285
7	3,195	17	3,30	27	3,305	37	3,165	47	3,305
8	3,275	18	3,24	28	3,19	38	3,29	48	3,32
9	3,205	19	3,27	29	3,215	39	3,285	49	3,27
10	3,29	20	3,30	30	3,27	40	3,295	50	3,275
S	32,52	S	32,81	S	32,57	S	32,46	S	32,76
M	3,3	M	3,3	M	3,3	M	3,3	M	3,3

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
51	3,31	61	3,38	71	3,30	81	3,345	91	3,29
52	3,28	62	3,27	72	3,24	82	3,315	92	3,235
53	3,26	63	3,32	73	3,27	83	3,315	93	3,23
54	3,35	64	3,32	74	3,22	84	3,355	94	3,28
55	3,30	65	3,25	73	3,35	85	3,23	95	3,285
56	3,28	66	3,25	76	3,265	86	3,305	96	3,245
57	3,34	67	3,37	77	3,29	87	3,31	97	3,32
58	3,325	68	3,28	78	3,315	88	3,305	98	3,31
59	3,33	69	3,315	79	3,235	89	3,23	99	3,185
60	3,265	70	3,315	80	3,225	90	3,275	100	3,285
S	33,04	S	33,07	S	32,71	S	32,98	S	32,665
M	3,3	M	3,3	M	3,3	M	3,3	M	3,3

III 1b = III 1a

I	3,285	II	3,28	2I	3,27	3I	3,24	4I	3,29
2	3,27	12	3,28	22	3,285	32	3,28	42	3,25
3	3,24	13	3,26	23	3,265	33	3,21	43	3,265
4	3,23	14	3,28	24	3,29	34	3,25	44	3,30
5	3,275	15	3,31	25	3,24	35	3,27	45	3,255
5	3,235	16	3,31	26	3,29	36	3,24	46	3,345
7	3,23	17	3,30	27	3,30	37	3,24	47	3,26
8	3,25	18	3,28	28	3,25	38	3,26	48	3,325
9	3,25	19	3,275	29	3,285	39	3,23	49	3,34
10	3,25	20	3,265	30	3,225	40	3,25	50	3,27
S	32,51	S	32,84	S	32,70	S	32,47	S	32,00
M	3,3	M	3,3	M	3,3	M	3,3	M	3,3
51	3,29	61	3,325	71	3,28	81	3,325	91	3,265
52	3,32	62	3,33	72	3,335	82	3,28	92	3,26
53	3,28	63	3,315	73	3,23	83	3,29	93	3,275
54	3,34	67	3,295	74	3,285	84	3,32	94	3,26
55	3,285	65	3,33	75	3,28	85	3,295	95	3,25
56	3,305	66	3,27	76	3,26	86	3,295	96	3,27
57	3,33	67	3,335	77	3,29	87	3,29	97	3,255
58	3,29	68	3,29	78	3,39	88	3,27	98	3,20
59	3,34	69	3,31	79	3,19	89	3,28	99	3,21
60	3,30	70	3,28	80	3,295	90	3,25	100	3,25
S	33,08	S	33,08	S	32,83	S	32,89	S	32,49
M	3,3	M	3,3	M	3,3	M	3,3	M	3,3

III 1c = III 1a

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
1	3,25	11	3,25	21	3,24	31	3,20	41	3,27
2	3,26	12	3,275	22	3,285	32	3,255	42	3,24
3	3,24	13	3,25	23	3,25	33	3,20	43	3,26
4	3,24	14	3,255	24	3,27	34	3,26	44	3,27
5	3,20	15	3,285	25	3,235	35	3,23	45	3,25
6	3,235	16	3,295	26	3,225	36	3,23	46	3,31
7	3,215	17	3,28	27	3,275	37	3,245	47	3,26
8	3,21	18	3,26	28	3,245	38	3,235	48	3,305
9	3,235	19	3,275	29	3,27	39	3,23	49	3,325
10	3,235	20	3,25	30	3,245	40	3,21	50	3,25
S	32,32	S	32,675	S	32,54	S	32,29	S	32,74
M	3,2	M	3,3	M	3,3	M	3,2	M	3,3
51	3,285	61	3,335	71	3,28	81	3,315	91	3,25
52	3,30	62	3,29	72	3,285	82	3,26	92	3,24
53	3,27	63	3,32	73	3,255	83	3,285	93	3,23
54	3,31	64	3,28	74	3,255	84	3,295	94	3,29
55	3,28	65	3,305	75	3,275	85	3,275	95	3,25
56	3,30	66	3,39	76	3,255	86	3,29	96	3,24
57	3,30	67	3,315	77	3,29	87	3,29	97	3,25
58	3,30	68	3,285	78	3,26	88	3,25	98	3,18
59	3,32	69	3,29	79	3,24	89	3,255	99	3,215
60	3,285	70	3,275	80	3,27	90	3,255	100	3,255
S	32,95	S	33,08	S	32,66	S	32,78	S	32,40
M	3,3	M	3,3	M	3,3	M	3,3	M	3,2

III 2 2-Voltmotor

mit geeichter, angeschlagener Stimmgabel

1	3,085	11	3,225	21	3,26	31	3,25	41	3,31
2	3,01	12	3,13	22	3,31	32	3,27	42	3,32
3	3,165	13	3,29	23	3,305	33	3,26	43	3,28
4	3,11	14	3,265	24	3,295	34	3,28	44	3,26
5	3,23	15	3,245	25	3,295	35	3,16	45	3,23
6	3,205	16	3,245	26	3,27	36	3,26	46	3,205
7	3,155	17	3,285	27	3,30	37	3,295	47	3,165
8	3,26	18	3,265	28	3,245	38	3,175	48	3,255
9	3,24	19	3,305	29	3,18	39	3,135	49	3,115
10	3,215	20	3,30	30	3,25	40	3,20	50	3,40
S	31,675	S	32,555	S	32,71	S	32,285	S	32,54
M	3,2	M	3,3	M	3,3	M	3,2	M	3,3

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
51	3,36	61	3,22	71	3,28	81	3,34	91	3,29
52	3,22	62	3,14	72	3,195	82	3,26	92	3,45
53	3,24	63	3,41	73	3,29	83	3,32	93	3,29
54	3,255	64	3,05	74	3,155	84	3,29	94	3,25
55	3,225	65	3,45	75	3,295	85	3,30	95	3,245
56	3,235	66	3,18	76	3,215	86	3,315	96	3,255
57	3,155	67	3,30	77	3,28	87	3,26	97	3,20
58	3,20	68	3,19	78	3,195	88	3,25	98	3,27
59	3,24	69	3,40	79	3,345	89	3,265	99	3,24
60	3,26	70	3,19	80	3,25	90	3,26	100	3,27
S	32,39	S	32,53	S	32,50	S	32,86	S	32,76
M	3,2	M	3,3	M	3,3	M	3,3	M	3,3

III 3 2-Voltmotor mit BERNSTEIN'schem Federunterbrecher mit Quecksilberkontakt und PFEIL'schem Federsignal

1	3,655	11	3,60	21	3,48	31	3,58	41	3,56
2	3,745	12	3,58	22	3,63	32	3,59	42	3,60
3	3,645	13	3,54	23	3,54	33	3,62	43	3,71
4	3,595	14	3,515	24	3,54	34	3,51	44	3,575
5	3,57	15	3,535	25	3,545	35	3,56	45	3,705
6	3,51	16	3,58	26	3,595	36	3,58	46	3,69
7	3,58	17	3,55	27	3,59	37	3,59	47	3,675
8	3,665	18	3,53	28	3,61	38	3,55	48	3,595
9	3,595	19	3,54	29	3,52	39	3,58	49	3,58
10	3,60	20	3,40	30	3,56	40	3,65	50	3,73
S	36,100	S	35,37	S	35,61	S	35,81	S	36,42
M	3,6	M	3,5	M	3,6	M	3,6	M	3,6
51	3,64	61	3,67	71	3,585	81	3,48	91	3,47
52	3,645	62	3,50	72	3,515	82	3,55	92	3,56
53	3,535	63	3,54	73	3,60	83	3,52	93	3,36
54	3,66	64	3,68	74	3,55	84	3,53	94	3,46
55	3,65	65	3,53	75	3,53	85	3,54	95	3,52
56	3,63	66	3,64	76	3,60	86	3,525	96	3,52
57	3,595	67	3,56	77	3,585	87	3,485	97	3,50
58	3,595	68	3,605	78	3,935	88	3,435	98	3,445
59	3,83	69	3,56	79	3,42	89	3,45	99	3,505
60	3,60	70	3,475	80	3,54	90	3,535	100	3,48
S	36,35	S	35,82	S	35,60	S	35,05	S	34,82
M	3,6	M	3,6	M	3,6	M	3,5	M	3,5

IV 1a 110-Voltmotor mit geeichter Stimmgabel mit Platinkontakt

Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm
1	3,53	11	3,565	21	3,475	31	3,49	41	3,51
2	3,69	12	3,495	22	3,41	32	3,58	42	3,535
3	3,50	13	3,435	23	3,64	33	3,60	43	3,41
4	3,44	14	3,56	24	3,58	34	3,465	44	3,47
5	3,455	15	3,55	25	3,58	35	3,335	45	3,50
6	3,595	16	3,49	26	3,47	36	3,505	46	3,53
7	3,55	17	3,39	27	3,555	37	3,605	47	3,425
8	3,405	18	3,54	28	3,595	38	3,475	48	3,265
9	3,445	19	3,68	29	3,545	39	3,485	49	3,54
10	3,495	20	3,645	30	3,545	40	3,485	50	3,37
S	35,26	S	35,35	S	35,37	S	35,02	S	34,555
M	3,5	M	3,5	M	3,5	M	3,5	M	3,5
51	3,535	61	3,42	71	3,495	81	3,43	91	3,435
52	3,395	62	3,47	72	3,46	82	3,27	92	3,55
53	3,50	63	3,44	73	3,34	83	3,465	93	3,43
54	3,55	64	3,505	74	3,46	84	3,385	94	3,385
55	3,555	65	3,345	75	3,54	85	3,52	95	3,32
56	3,365	66	3,37	76	3,55	86	3,37	96	3,455
57	3,34	67	3,515	77	3,44	87	3,45	97	3,54
58	3,52	68	3,475	78	3,365	88	3,54	98	3,54
59	3,405	69	2,465	79	3,535	89	3,515	99	3,30
60	3,565	70	3,34	80	3,56	90	3,39	100	3,48
S	34,73	S	34,34	S	34,74	S	34,35	S	34,43
M	3,5	M	3,4	M	3,5	M	3,4	M	3,4

IV 1b = IV 1a

1	3,53	11	3,61	21	3,47	31	3,47	41	3,54
2	3,49	12	3,46	22	3,42	32	3,59	42	3,53
3	3,56	13	3,47	23	3,61	33	3,59	43	3,425
4	3,40	14	3,51	24	3,61	34	3,42	44	3,455
5	3,52	15	3,56	25	3,56	35	3,38	45	3,525
6	3,585	16	3,49	26	3,48	36	3,465	46	3,56
7	3,585	17	3,44	27	3,57	37	3,585	47	3,365
8	3,41	18	3,51	28	3,61	38	3,46	48	3,31
9	3,45	19	3,63	29	3,60	39	3,46	49	3,45
10	3,55	20	3,64	30	3,51	40	3,46	50	3,46
S	35,08	S	35,32	S	35,44	S	34,98	S	34,62
M	3,5	M	3,5	M	3,5	M	3,5	M	3,5

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
51	3,485	61	3,43	71	3,50	81	3,415	91	3,425
52	3,375	62	3,42	72	3,42	82	3,275	92	3,49
53	3,53	63	3,455	73	3,35	83	3,39	93	3,45
54	3,56	64	3,445	74	3,45	84	3,64	94	3,34
55	3,49	65	3,345	75	3,53	85	3,54	95	3,325
56	3,41	66	3,355	76	3,51	86	3,49	96	3,435
57	3,36	67	3,45	77	3,485	87	3,46	97	3,52
58	3,47	68	3,48	78	3,38	88	3,56	98	3,48
59	3,44	69	3,44	79	3,505	89	3,47	99	3,365
60	3,47	70	3,36	80	3,555	90	3,41	100	3,365
S	34,49	S	34,18	S	34,60	S	34,56	S	34,19
M	3,5	M	3,4	M	3,5	M	3,5	M	3,4

IV 2 110-Voltmotor
mit geeichter, angeschlagener Stimmgabel

1	3,33	11	3,50	21	3,58	31	3,38	41	3,40
2	3,31	12	3,525	22	3,63	32	3,46	42	3,54
3	3,36	13	3,41	23	3,61	33	3,47	43	3,52
4	3,43	14	3,32	24	3,61	34	3,47	44	3,50
5	3,39	15	3,38	25	3,575	35	3,51	45	3,60
6	3,51	16	3,49	26	3,56	36	3,44	46	3,57
7	3,47	17	3,495	27	3,46	37	3,38	47	3,595
8	3,50	18	3,425	28	3,33	38	3,405	48	3,505
9	3,405	19	3,42	29	3,37	39	3,415	49	3,42
10	3,44	20	3,56	30	3,37	40	3,40	50	3,43
S	34,445	S	34,525	S	35,095	S	34,33	S	35,26
M	3,4	M	3,5	M	3,5	M	3,4	M	3,5
51	3,52	61	3,61	71	3,49	81	3,48	91	3,41
52	3,50	62	3,545	72	3,445	82	3,52	92	3,45
53	3,555	63	3,495	73	3,61	83	3,47	95	3,39
54	3,585	64	3,605	74	3,545	84	3,40	94	3,47
55	3,55	65	3,59	75	3,415	85	3,405	95	3,435
56	3,58	66	3,55	76	3,415	86	3,495	96	3,47
57	3,605	67	3,535	77	3,485	87	3,49	97	3,395
58	3,445	68	3,61	78	3,52	88	3,42	98	3,35
59	3,47	69	3,575	79	3,475	89	3,28	99	3,49
60	3,54	70	3,535	80	3,445	90	3,35	100	3,46
S	35,35	S	35,65	S	34,845	S	34,31	S	34,32
M	3,5	M	3,6	M	3,5	M	3,4	M	3,4

IV 3 110-Voltmotor mit BERNSTEIN'schem Federunterbrecher mit Quecksilberkontakt und PFEL'schem Federsignal

Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm
1	3,68	11	4,155	21	3,60	31	3,77	41	3,935
2	3,825	12	3,99	22	3,71	32	4,025	42	3,80
3	3,96	13	3,555	23	3,70	33	3,52	43	3,98
4	3,665	14	3,44	24	3,76	34	3,94	44	3,685
5	3,435	15	4,16	25	3,69	35	3,98	45	3,865
6	3,505	16	3,745	26	3,57	36	3,65	46	3,89
7	3,97	17	3,325	27	3,86	37	3,87	47	4,12
8	3,805	18	3,62	28	3,95	38	3,28	48	3,79
9	3,64	19	3,89	29	3,69	39	4,05	49	3,675
10	3,26	20	3,81	30	3,925	40	3,805	50	3,60
S	36,805	S	37,69	S	37,455	S	37,89	S	38,34
M	3,7	M	3,8	M	3,8	M	3,8	M	3,8
51	3,605	61	4,15	71	3,84	81	3,975	91	3,82
52	4,20	62	3,865	72	3,955	82	3,735	92	4,17
53	3,90	63	4,065	73	4,005	83	3,865	93	3,915
54	3,40	64	4,03	74	3,75	84	3,945	94	3,65
55	4,14	65	4,06	75	3,62	85	3,98	95	3,83
56	4,09	66	3,46	76	4,27	86	3,86	96	3,885
57	3,70	67	3,75	77	3,95	87	3,88	97	3,865
58	3,665	68	4,00	78	3,78	88	3,98	98	3,715
59	3,88	69	3,95	79	3,645	89	3,96	99	3,72
60	4,025	70	3,82	80	4,035	90	3,72	100	3,97
S	38,605	S	39,150	S	38,85	S	38,90	S	38,54
M	3,9	M	3,9	M	3,9	M	3,9	M	3,9

V 1a Fallendes Gewicht des LIORÉGraphen mit geeichter Stimmgabel mit Platinkontakt

1	2,13	11	2,19	21	2,285	31	2,34	41	2,38
2	2,10	12	2,23	22	2,29	32	2,205	42	2,30
3	2,25	13	2,23	23	2,205	33	2,20	43	2,27
4	2,43	14	2,32	24	2,165	34	2,26	44	2,30
5	2,38	15	2,325	25	2,25	35	2,33	45	2,32
6	2,30	16	2,355	36	2,27	36	2,28	46	2,355
7	2,13	17	2,18	27	2,20	37	2,19	47	2,215
8	2,21	18	2,24	28	2,16	38	2,27	48	2,18
9	2,37	19	2,24	29	2,24	39	2,16	49	2,305
10	2,41	20	2,275	30	2,095	40	2,32	50	2,265
S	22,71	S	22,58	S	22,16	S	22,55	S	22,89
M	2,3	M	2,3	M	2,2	M	2,3	M	2,3

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
51	2,34	61	2,29	71	2,235	81	2,35	91	2,325
52	2,32	62	2,27	72	2,205	82	2,335	92	2,31
53	2,225	63	2,30	73	2,24	83	2,335	93	2,295
54	2,35	64	2,305	74	2,32	84	2,34	94	2,345
55	2,255	65	2,245	75	2,36	85	2,24	95	2,36
56	2,33	66	2,30	76	2,205	86	2,18	96	2,20
57	2,29	67	2,325	77	2,43	87	2,235	97	2,27
58	2,295	68	2,25	78	2,35	88	2,235	98	2,39
59	2,195	69	2,255	79	2,28	89	2,32	99	2,30
60	2,38	70	2,19	80	2,22	90	2,345	100	2,31
S	22,08	S	22,73	S	22,84	S	22,91	S	23,10
M	2,3	M	2,3	M	2,3	M	2,3	M	2,3

V 1b = V 1a

1	2,045	11	2,25	21	2,39	31	2,145	41	2,30
2	2,165	12	2,20	22	2,14	32	2,165	42	2,31
3	2,255	13	2,21	23	2,25	33	2,245	43	2,295
4	2,37	14	2,34	24	2,195	34	2,29	44	2,305
5	2,38	15	2,36	25	2,225	35	2,235	45	2,38
6	2,24	16	2,275	26	2,26	36	2,265	46	2,36
7	2,17	17	2,21	27	2,25	37	2,235	47	2,21
8	2,19	18	2,205	28	2,17	38	2,20	48	2,23
9	2,355	19	2,25	29	2,19	39	2,245	49	2,20
10	2,375	20	2,29	30	2,225	40	2,28	50	2,28
S	22,54	S	2,259	S	22,24	S	22,39	S	22,87
M	2,3	M	2,3	M	2,2	M	2,2	M	2,3
51	2,315	61	2,31	71	2,20	81	2,31	91	2,285
52	2,33	62	2,31	72	2,24	82	2,305	92	2,31
53	2,325	63	2,265	73	2,27	83	2,325	93	2,345
54	2,31	64	2,29	74	2,27	84	2,28	94	2,345
55	2,27	65	2,295	75	2,32	85	2,24	95	2,285
56	2,295	66	2,29	76	2,315	86	2,215	96	2,25
57	2,30	67	2,29	77	2,335	87	2,23	97	2,28
58	2,335	68	2,245	78	2,35	88	2,225	98	2,33
59	2,255	69	2,265	79	2,28	89	2,325	99	2,315
60	2,275	70	2,21	80	2,24	90	2,335	100	2,285
S	23,01	S	22,77	S	22,82	S	22,81	S	23,03
M	2,3	M	2,3	M	2,3	M	2,3	M	2,3

V 2 Fallendes Gewicht des LIORETgraphen mit geeichter, angeschlagener Stimmgabel

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
1	2,365	11	2,48	21	2,215	31	2,45	41	2,385
2	2,58	12	2,495	22	2,425	32	2,51	42	2,40
3	2,51	13	2,485	23	2,44	33	2,44	43	2,44
4	2,475	14	2,40	24	2,47	34	2,41	44	2,345
5	2,475	15	2,325	25	2,53	35	2,685	45	2,435
6	2,485	16	2,445	26	2,545	36	2,455	46	2,445
7	2,47	17	2,365	27	2,46	37	2,45	47	2,55
8	2,465	18	2,515	28	2,375	38	2,28	48	2,445
9	2,46	19	2,535	29	2,415	39	2,36	49	2,41
10	2,36	20	2,41	30	2,405	40	2,445	50	2,55
S	24,645	S	24,555	S	24,28	S	24,485	S	24,405
M	2,5	M	2,5	M	2,4	M	2,5	M	2,4
51	2,54	61	2,53	71	2,55	81	2,315	91	2,53
52	2,46	62	2,47	72	2,53	82	2,53	92	2,51
53	2,33	63	2,43	73	2,37	83	2,40	93	2,425
54	2,44	64	2,41	74	2,53	84	2,60	94	2,425
55	2,45	65	2,39	75	2,46	85	2,41	95	2,415
56	2,515	66	2,53	76	2,51	86	2,45	96	2,465
57	2,465	67	2,495	77	2,45	87	2,42	97	2,475
58	2,465	68	2,355	78	2,40	88	2,43	98	2,385
59	2,535	69	2,40	79	2,59	89	2,32	99	2,52
60	2,52	70	2,50	80	2,435	90	2,48	100	2,51
S	24,72	S	24,51	S	24,825	S	24,355	S	24,66
M	2,5	M	2,5	M	2,5	M	2,4	M	2,5

V 3 Fallendes Gewicht des LIORETgraphen mit BERNSTEIN'-
schem Federunterbrecher mit Quecksilberkontakt und PFEIL'-
schem Federsignal

1	2,55	11	2,545	21	2,485	31	2,69	41	2,52
2	2,535	12	2,545	22	2,62	32	2,425	42	2,44
3	2,50	13	2,51	23	2,555	33	2,57	43	2,56
4	2,465	14	2,50	24	2,48	34	2,545	44	2,41
5	2,65	14	2,42	25	2,59	35	2,50	45	2,485
6	2,54	16	2,61	26	2,425	36	2,38	46	2,455
7	2,445	17	2,40	27	2,515	37	2,55	47	2,54
8	2,605	18	2,52	28	2,54	38	2,43	48	2,385
9	2,40	19	2,515	29	2,57	39	2,58	49	2,58
10	2,52	20	2,505	30	2,43	40	2,48	50	2,505
S	25,21	S	25,07	S	25,21	S	25,15	S	24,88
M	2,5	M	2,5	M	2,5	M	2,5	M	2,5

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
51	2,53	61	2,44	71	2,50	81	2,49	91	2,46
52	2,485	62	2,405	72	2,46	82	2,505	92	2,37
53	2,515	63	2,465	73	2,44	83	2,575	93	2,48
54	2,51	64	2,33	74	2,56	84	2,51	94	2,59
55	2,63	65	2,51	75	2,44	85	2,50	95	2,48
56	2,44	66	2,60	76	2,48	86	2,41	96	2,62
57	2,49	67	2,62	77	2,55	87	2,43	97	2,415
58	2,48	68	2,51	78	2,55	88	2,51	98	2,425
59	2,365	69	2,59	79	2,38	89	2,42	99	2,495
60	2,495	70	2,49	80	2,48	90	2,46	100	2,525
S	24,94	S	24,96	S	24,84	S	24,81	S	24,86
M	2,5	M	2,5	M	2,5	M	2,5	M	2,5

MITTELWERTSBERECHNUNGEN ÜBER VERSCHIEDENE GESCHWINDIGKEITEN (Aufnahmen am ZIMMERMANN'schen Kymographion mit den drei bekannten Ton-erregern — hier bezeichnet mit 1; 2; 3; (a; b beziehen sich auf verschiedene Meßapparate)

m 65 1 a

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
1	1,40	11	0,91	21	0,88	31	0,905	41	0,94
2	0,895	12	0,97	22	1,00	32	0,905	42	0,89
3	0,90	13	0,93	23	0,80	33	0,78	43	0,905
4	0,88	14	0,97	24	0,955	34	0,995	44	0,945
5	0,85	15	0,935	25	0,915	35	0,91	45	0,93
6	0,92	16	0,925	26	0,92	36	0,84	46	0,945
7	0,89	17	0,925	27	0,88	37	0,885	47	0,86
8	0,895	18	0,915	28	0,895	38	0,85	48	0,905
9	0,88	19	0,93	29	0,965	39	0,98	49	0,895
10	0,965	20	0,89	30	0,96	40	0,74	50	0,875
S	9,425	S	9,300	S	9,170	S	8,79	S	9,09
M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,9
51	0,915	61	0,895	71	0,91	81	0,90	91	0,875
52	0,93	62	0,925	72	0,855	82	0,915	92	0,90
53	0,93	63	0,91	73	0,87	83	0,925	92	0,82
54	0,90	64	0,94	74	0,885	84	0,975	94	0,86
55	0,895	65	0,915	75	0,89	85	0,945	95	0,91
56	0,885	66	0,865	76	0,895	86	0,91	96	0,855
57	0,90	67	0,89	77	0,915	87	0,905	97	0,945
58	0,90	68	0,785	78	0,86	88	0,815	98	0,92
59	0,84	69	0,905	79	0,915	89	0,875	99	0,925
60	0,89	70	0,94	80	0,935	90	0,91	100	0,925
S	8,985	S	8,97	S	8,93	S	9,175	S	8,935
M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,9

m 65 1 b

1	0,89	11	0,90	21	0,895	31	0,84	41	0,90
2	0,915	12	0,905	22	0,885	32	1,01	42	0,91
3	0,905	13	0,895	23	0,92	33	0,91	43	0,90
4	0,90	14	0,92	24	0,925	34	0,88	44	0,91
5	0,925	15	0,88	25	0,925	35	0,885	45	0,88
6	0,915	16	0,91	26	0,945	36	0,885	46	0,895
7	0,90	17	0,90	27	0,96	37	0,88	47	0,905
8	0,93	18	0,89	28	0,95	38	0,88	48	0,90
9	0,89	19	0,875	29	0,945	39	0,875	49	0,90
10	0,90	20	0,87	30	0,84	40	0,915	50	0,895
S	9,070	S	8,945	S	9,190	S	8,960	S	8,195
M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,8

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
51	0,91	61	0,89	71	0,745	81	0,89	91	0,885
52	0,895	62	0,91	72	0,86	82	0,91	92	0,88
53	0,90	63	0,91	73	0,805	83	0,935	93	0,855
54	0,90	64	0,91	74	0,915	84	0,92	94	0,90
55	0,93	65	1,005	75	0,895	85	0,91	95	0,88
56	0,885	66	0,805	76	0,905	86	0,895	96	0,90
57	0,885	67	0,895	77	0,875	87	0,91	97	0,91
58	0,87	68	0,865	78	0,90	88	0,88	98	0,905
59	0,90	69	0,89	79	0,905	89	0,885	99	0,905
60	0,88	70	0,865	80	0,93	90	0,85	100	0,89
S	8,955	S	8,945	S	8,825	S	8,985	S	8,910
M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,9

in 65 2 a

1	0,725	11	0,98	21	0,895	31	0,91	41	0,90
2	0,60	12	0,95	22	0,925	32	0,97	42	1,01
3	0,685	13	0,915	23	0,90	33	0,835	43	0,875
4	0,745	14	0,90	24	0,905	34	0,86	44	0,985
5	0,765	15	0,915	25	0,835	35	0,975	45	0,935
6	0,730	16	0,78	26	0,89	36	0,945	46	0,90
7	0,81	17	0,965	27	0,92	37	0,925	47	0,90
8	0,895	18	0,865	28	0,895	38	0,92	48	0,85
9	0,97	19	0,97	29	0,89	39	0,97	49	0,975
10	0,95	20	0,95	30	0,92	40	0,885	50	0,865
S	7,965	S	9,190	S	8,975	S	9,195	S	9,195
M	0,8	M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,9
51	0,885	61	0,835	71	0,84	81	0,92	91	0,94
52	0,96	62	0,925	72	0,84	82	0,835	92	0,935
53	0,915	63	0,91	73	0,925	83	0,885	93	0,90
54	0,875	64	0,915	74	0,885	84	0,905	94	0,92
55	0,82	65	0,895	75	0,915	85	0,905	95	0,895
56	0,89	66	0,90	76	0,935	86	0,925	96	0,895
57	0,91	67	0,98	77	0,86	87	0,975	97	0,995
58	0,86	68	0,94	78	0,925	88	0,82	98	0,885
59	0,865	69	0,87	79	0,905	89	0,89	99	0,91
60	0,915	70	0,89	80	0,89	90	0,955	100	0,905
S	8,895	S	9,060	S	8,920	S	9,015	S	9,180
M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,9

m 65 2 b

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
1	0,705	11	0,94	21	0,92	31	0,92	41	0,91
2	0,72	12	0,965	22	0,93	32	0,90	42	0,97
3	0,695	13	0,91	23	0,88	33	0,91	43	0,92
4	0,71	14	0,915	24	0,895	34	0,905	44	0,94
5	0,755	15	0,90	25	0,88	35	0,935	45	0,92
6	0,77	16	0,86	26	0,855	36	0,925	46	0,91
7	0,81	17	0,91	27	0,90	37	0,91	47	0,92
8	0,85	18	0,905	28	0,91	38	0,945	48	0,89
9	0,945	19	0,89	29	0,92	39	0,955	49	0,92
10	0,955	20	0,925	30	0,87	40	0,90	50	0,89
S	7,915	S	9,120	S	8,960	S	9,205	S	9,190
M	0,8	M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,9
51	0,87	61	0,82	71	0,87	81	0,87	91	0,95
52	0,91	62	0,925	72	0,87	82	0,89	92	0,91
52	0,895	63	0,91	73	0,92	83	0,91	93	0,90
54	0,86	64	0,895	74	0,87	84	0,86	94	0,945
55	0,875	65	0,91	75	0,925	85	0,895	95	0,905
56	0,89	66	0,91	76	0,895	86	0,92	96	0,91
57	0,88	67	0,93	77	0,92	87	0,925	97	0,92
58	0,86	68	0,93	78	0,89	88	0,90	98	0,88
59	0,905	68	0,87	79	0,90	89	0,90	99	0,915
60	0,895	70	0,84	80	0,90	90	0,93	100	0,83
S	8,840	S	8,940	S	8,960	S	9,000	S	9,065
M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,9

m 65 3 a

1	0,87	11	0,94	21	0,86	31	0,915	41	0,88
2	0,90	12	0,90	22	0,905	32	0,90	42	0,90
3	0,89	13	0,88	23	0,86	33	0,935	43	0,875
4	0,895	14	0,90	24	0,91	34	0,91	44	0,875
5	0,855	15	0,93	25	0,915	35	0,92	45	0,87
6	0,915	16	0,845	26	0,91	36	0,93	46	0,89
7	0,915	17	0,885	27	0,865	37	0,83	47	0,92
8	0,90	18	0,91	28	0,965	38	0,87	48	0,92
9	0,915	19	0,885	29	0,895	39	0,91	49	0,89
10	0,925	20	0,90	30	0,93	40	0,91	50	0,84
S	8,980	S	8,875	S	9,015	S	9,030	S	8,860
M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,9

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
51	0,95	61	0,84	71	0,85	81	0,89	91	0,915
52	0,85	62	0,88	72	0,98	82	0,89	92	0,835
53	0,91	63	0,95	73	0,91	83	0,87	93	0,90
54	0,85	64	0,845	74	0,89	84	0,80	94	0,85
55	0,87	65	0,885	75	0,94	85	0,88	95	0,87
56	0,88	66	0,88	76	0,92	86	0,85	96	0,86
57	0,87	67	0,935	77	0,935	87	0,88	97	0,855
58	0,86	68	0,855	78	0,78	88	0,83	98	0,90
59	0,885	69	0,90	79	0,955	89	0,89	99	0,885
60	0,805	70	0,94	80	0,88	90	0,87	100	0,86
S	8,730	S	8,910	S	9,040	S	8,650	S	8,730
M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,9

m 65 3 b

1	0,855	11	0,91	21	0,91	31	0,845	41	0,91
2	0,895	12	0,905	22	0,865	32	0,935	42	0,90
3	0,90	13	0,91	23	0,91	33	0,94	43	0,89
4	0,88	14	0,85	24	0,895	34	0,93	44	0,87
5	0,88	15	0,875	25	0,90	35	0,91	45	0,85
6	0,88	16	0,86	26	0,91	36	0,92	46	0,935
7	0,90	17	0,90	27	0,895	37	0,84	47	0,87
8	0,885	18	0,865	28	0,915	38	0,88	48	0,905
9	0,98	19	0,905	29	0,93	39	0,87	49	0,88
10	0,885	20	0,85	30	0,93	40	0,89	50	0,91
S	8,940	S	8,830	S	9,060	S	8,960	S	8,920
M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,9
51	0,85	61	0,83	71	0,84	81	0,92	91	0,88
52	0,86	62	0,875	72	0,935	82	0,83	92	0,85
53	0,885	63	0,865	73	0,875	83	0,91	93	0,85
54	0,885	64	0,90	74	0,925	84	0,83	94	0,865
55	0,865	65	0,89	75	0,895	85	0,88	95	0,885
56	0,86	66	0,84	76	0,905	86	0,885	96	0,845
57	0,895	67	0,92	77	0,945	87	0,845	97	0,86
58	0,83	68	0,87	78	0,77	88	0,91	98	0,915
59	0,88	69	0,90	79	0,97	89	0,85	99	0,835
60	0,87	70	1,00	80	0,93	90	0,87	100	0,845
S	8,680	S	8,890	S	8,990	S	8,730	S	8,630
M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,9	M	0,9

AUSWERTUNGEN VON AUFNAHMEN
MIT BESONDERS SPITZEN, SCHARFGEZEICHNETEN
STIMMGABELREGISTRIERUNGEN

g 65 I Geeichte Stimmgabel mit Platinkontakt mit
langem Aluminiumzeiger
bei Apparats-Geschwindigkeit g 65

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
1	2,90	21	2,92	41	3,01	61	2,98	81	3,015
2	3,00	22	2,90	42	3,06	62	2,97	82	3,06
3	2,99	23	2,91	43	3,02	63	3,015	83	3,195
4	3,055	24	2,875	44	3,015	64	3,055	84	3,02
5	3,025	25	2,885	45	2,965	65	3,005	85	3,07
6	3,02	26	2,87	46	2,99	66	3,01	86	3,005
7	3,06	27	2,86	47	3,00	67	3,055	87	3,065
8	3,105	28	2,84	48	2,96	68	3,01	88	3,07
9	3,015	29	2,88	49	2,93	69	3,05	89	3,01
10	3,01	30	2,84	50	2,93	70	3,005	90	2,955
11	3,01	31	2,88	51	2,915	71	2,955	91	3,03
12	3,01	32	2,96	52	2,885	72	3,005	92	3,015
13	3,00	33	2,955	53	2,89	73	3,005	93	2,99
14	3,00	34	2,995	54	2,90	74	2,96	94	2,925
15	2,93	35	3,01	55	2,90	75	2,96	95	2,965
16	2,99	36	3,05	56	2,93	76	3,01	96	2,915
17	2,995	37	3,11	57	2,935	77	2,985	97	3,025
18	2,95	38	3,06	58	2,965	78	3,01	98	3,01
19	2,91	39	3,08	59	2,94	79	3,005	99	3,00
20	2,995	40	3,06	60	2,93	80	3,04	100	3,02

g 32,51

1	1,35	21	1,43	41	1,375	61	1,45	81	1,48
2	1,49	22	1,395	42	1,385	62	1,49	82	1,51
3	1,44	23	1,415	43	1,375	63	1,50	83	1,54
4	1,465	24	1,43	44	1,405	64	1,49	84	1,50
5	1,465	25	1,415	45	1,38	65	1,49	85	1,49
6	1,44	26	1,415	46	1,35	66	1,47	86	1,485
7	1,455	27	1,41	47	1,355	67	1,48	87	1,52
8	1,435	28	1,42	48	1,385	68	1,51	88	1,53
9	1,465	29	1,42	49	1,415	69	1,525	89	1,51
10	1,465	30	1,42	50	1,365	70	1,46	90	1,495
11	1,44	31	1,41	51	1,475	71	1,45	91	1,51
12	1,43	32	1,385	52	1,43	72	1,47	92	1,53
13	1,45	33	1,405	53	1,50	73	1,57	93	1,55
14	1,48	34	1,395	54	1,49	74	1,51	94	1,50
15	1,45	35	1,39	55	1,50	75	1,45	95	1,46
16	1,43	36	1,31	56	1,465	76	1,49	96	1,505
17	1,415	37	1,36	57	1,47	77	1,54	97	1,525
18	1,44	38	1,415	58	1,46	78	1,51	98	1,51
19	1,435	39	1,41	59	1,495	79	1,515	99	1,52
20	1,43	40	1,39	60	1,48	80	1,465	100	1,49

g 302 Geeichte Stimmgabel mit Platinkontakt und verbessertem Signalmarkierer von PFEIL

Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm
1	1,235	21	1,27	41	1,23	61	1,31	81	1,30
2	1,215	22	1,28	42	1,21	62	1,30	82	1,28
3	1,22	23	1,31	43	1,23	63	1,26	83	1,26
4	1,235	24	1,315	44	1,23	64	1,29	84	1,25
5	1,27	25	1,30	45	1,22	65	1,275	85	1,255
6	1,27	26	1,30	46	1,21	66	1,245	86	1,225
7	1,27	27	1,295	47	1,22	67	1,255	87	1,18
8	1,285	28	1,31	48	1,22	68	1,24	88	1,18
9	1,31	29	1,31	49	1,25	69	1,24	89	1,23
10	1,29	30	1,28	50	1,215	70	1,215	90	1,18
11	1,24	31	1,31	51	1,315	71	1,24	91	1,18
12	1,25	32	1,28	52	1,26	72	1,235	92	1,18
13	1,25	33	1,255	53	1,26	73	1,235	93	1,12
14	1,25	34	1,275	54	1,27	74	1,235	94	1,82
15	1,245	35	1,255	55	1,315	75	1,265	95	1,24
16	1,215	36	1,225	56	1,305	76	1,26	96	1,255
17	1,225	37	1,26	57	1,335	77	1,27	97	1,255
18	1,26	38	1,22	58	1,33	78	1,28	98	1,30
19	1,245	39	1,22	59	1,295	79	1,29	99	1,30
20	1,26	40	1,24	60	1,30	80	1,25	100	1,28

MITTELWERTSBERECHNUNGEN NACH AUSWERTUNGEN AUF VERSCHIEDENEN MESSVORRICHTUNGEN

(Schwingsreihe 10820—920)

I a MEYER-SCHNEIDER'scher Tonhöhen-Meßapparat mit Komparator und Lupe (Gewöhnliche Tischlampe von 25 Kerzen als Beleuchtung)

Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm
1	2,69	11	2,87	21	2,82	31	2,685	41	3,03
2	2,715	12	2,84	22	2,88	32	2,80	42	3,03
3	2,69	13	2,845	23	2,86	33	2,795	43	3,03
4	2,725	14	2,695	24	2,93	34	2,78	44	3,05
5	2,79	15	2,735	25	2,94	35	2,775	45	3,04
6	2,84	16	2,835	26	2,895	36	2,81	46	2,97
7	2,84	17	2,74	27	2,915	37	2,87	47	2,89
8	2,875	18	2,715	28	2,815	38	2,905	48	2,85
9	2,925	19	2,775	29	2,85	39	2,915	49	2,70
10	2,91	20	2,82	30	2,76	40	2,90	50	2,77
S	28,000	S	27,870	S	28,665	S	28,35	S	29,36
M	2,8	M	2,8	M	2,9	M	2,8	M	2,9
Mx ¹	2,925	Mx	2,87	Mx	2,94	Mx	2,915	Mx	3,05
Mn	2,69	Mn	2,695	Mn	2,76	Mn	2,685	Mn	2,70
D	0,235	D	0,175	D	0,18	D	0,230	D	0,35
51	2,715	61	2,965	71	2,805	81	2,77	91	2,80
52	2,695	62	2,905	72	2,66	82	2,805	92	2,87
53	2,70	63	2,91	73	2,81	83	2,785	93	2,89
54	2,78	64	2,835	74	2,855	84	2,80	94	2,88
55	2,69	65	2,81	75	2,955	85	2,755	95	2,87
56	2,73	66	2,81	76	2,985	86	2,715	96	2,88
57	2,78	67	2,71	77	3,035	87	2,815	97	2,83
58	2,91	68	2,73	78	2,92	88	2,82	98	2,86
59	2,90	69	2,695	79	2,885	89	2,805	99	2,895
60	2,935	70	2,815	80	2,78	90	2,85	100	2,865
S	27,835	S	28,185	S	28,690	S	27,920	S	28,640
M	2,8	M	2,8	M	2,9	M	2,8	M	2,9
Mx	2,935	Mx	2,965	Mx	3,035	Mx	2,85	Mx	2,895
Mn	2,69	Mn	2,695	Mn	2,66	Mn	2,715	Mn	2,80
D	0,245	D	0,270	D	0,375	D	0,135	D	0,095

¹ Mx = Maximum; Mn = Minimum; D = Differenz.

1 b = 1 a mit kleiner handlicher Apparatslampe

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
1	2,67	11	2,82	21	2,82	31	2,67	41	3,00
2	2,67	12	2,89	22	2,86	32	2,745	42	3,03
3	2,70	13	2,79	23	2,925	33	2,76	42	3,05
4	2,74	14	2,85	24	2,91	34	2,76	44	3,03
5	2,80	15	2,65	25	2,935	35	2,78	45	3,05
6	2,81	16	2,80	26	2,855	36	2,82	46	2,94
7	2,82	17	2,785	27	2,925	37	2,925	47	2,89
8	2,895	18	2,715	28	2,78	38	2,925	48	2,85
9	2,885	19	2,77	29	2,84	39	2,90	49	2,76
10	2,92	20	2,79	30	2,735	40	2,92	50	2,715
S	27,91	S	27,86	S	28,585	S	28,295	S	29,315
M	2,8	M	2,8	M	2,9	M	2,8	M	2,9
Mx	2,92	Mx	2,89	Mx	2,935	Mx	2,925	Mx	3,05
Mn	2,67	Mn	2,65	Mn	2,735	Mn	2,745	Mn	2,715
D	0,25	D	0,24	D	0,20	D	0,18	D	0,335
51	2,72	61	2,95	71	2,775	81	2,745	91	2,91
52	2,725	62	2,85	72	2,62	82	2,675	92	2,63
53	2,62	63	2,92	73	2,855	83	2,77	93	2,74
54	2,82	64	2,855	74	2,90	84	2,74	94	3,05
55	2,67	65	2,835	75	2,96	85	2,76	95	2,93
56	2,76	67	2,81	76	2,93	86	2,75	96	2,91
57	2,80	67	2,70	77	2,825	87	2,78	97	2,83
58	2,86	68	2,73	78	2,75	88	2,94	98	2,90
59	2,90	69	2,69	79	2,935	89	2,81	99	2,91
60	2,93	70	2,79	80	2,865	90	2,84	100	2,80
S	27,805	S	28,13	S	28,415	S	27,90	S	27,73
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,8
Mx	2,93	Mx	2,95	Mx	2,96	Mx	2,94	Mx	3,05
Mn	2,62	Mn	2,69	Mn	2,62	Mn	2,74	Mn	2,63
D	0,31	D	0,26	D	0,34	D	0,20	D	0,42

2 a = 1 a mit ZEISS'schem Mikroskop und kontanter Beleuchtung (6-Voltlampe)

1	2,69	11	2,90	21	2,74	31	2,75	41	3,06
2	2,76	12	2,86	22	2,90	32	2,755	42	3,195
3	2,77	13	2,85	23	2,985	33	2,82	43	3,045
4	2,83	14	2,825	24	2,95	34	2,795	44	3,04
5	2,855	15	2,835	25	2,975	35	2,94	45	3,065
6	2,895	16	2,80	26	2,915	36	2,92	46	3,035
7	2,91	17	2,80	27	2,915	47	2,67	47	2,89
8	2,915	18	2,77	28	2,90	38	2,91	48	2,90
9	2,89	19	2,82	29	2,89	39	2,925	49	2,80
10	2,935	20	2,87	30	2,87	40	2,925	50	2,74
S	28,45	S	28,33	S	29,04	S	28,41	S	29,77
M	2,9	M	2,8	M	2,9	M	2,8	M	3,0
Mx	2,935	Mx	2,90	Mx	2,985	Mx	2,94	Mx	3,195
Mn	2,69	Mn	2,77	Mn	0,74	Mn	2,67	Mn	2,74
D	0,245	D	0,13	D	0,245	D	0,27	D	0,455

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
51	2,78	61	2,94	71	2,82				
52	2,755	62	2,91	72	2,675				
53	2,71	63	2,93	73	2,93				
54	2,73	64	2,95	74	2,935				
55	2,755	65	2,73	75	2,855				
56	2,80	66	2,82	75	3,015				
57	2,97	67	2,77						
58	2,90	68	2,72						
59	3,025	69	2,775						
60	2,985	70	2,825						
S	28,41	S	28,37						
M	2,8	M	2,8						
Mx	3,025	Mx	2,94	Mx	3,015				
Mn	2,71	Mn	2,72	Mn	2,675				
D	0,315	D	0,22	D	0,34				

2 b = 2 a mit massivem Meßschlitten zwecks Ausschaltung des toten Ganges

1	2,705	11	2,89	21	2,82	31	2,74	41	3,09
2	2,755	12	2,86	22	2,94	32	2,84	42	3,07
3	2,785	13	2,85	23	2,90	33	2,82	43	3,04
4	2,84	14	2,82	24	2,985	34	2,85	44	3,11
5	2,83	15	2,84	25	2,975	35	2,91	45	3,08
6	2,865	16	2,805	26	2,93	36	2,925	46	3,01
7	2,87	17	2,785	27	2,925	37	2,885	47	2,94
8	2,93	18	2,77	28	2,84	38	2,94	48	2,90
9	2,95	19	2,815	29	2,86	39	2,94	49	2,80
10	2,95	20	2,83	30	2,83	40	2,95	50	2,78
S	28,48	S	28,265	S	29,005	S	28,80	S	29,82
M	2,9	M	2,8	M	2,9	M	2,9	M	3,0
Mx	2,95	Mx	2,89	Mx	2,985	Mx	2,95	Mx	3,11
Mn	2,705	Mn	2,77	Mn	2,82	Mn	2,74	Mn	2,78
D	0,255	D	0,12	D	0,165	D	0,21	D	0,33

51	2,75	61	3,00	71	2,81				
52	2,72	62	2,93	72	2,69				
53	2,755	63	2,93	73	2,885				
54	2,745	64	2,90	74	2,915				
55	2,70	65	2,86	75	2,95				
56	2,80	66	2,80	76	2,93				
57	2,82	67	2,76						
58	2,91	68	2,75						
59	3,00	69	2,75						
60	2,965	70	2,80						
S	28,165	S	28,48						
M	2,8	M	2,9						
Mx	3,00	Mx	3,00	Mx	2,95				
Mn	2,70	Mn	2,75	Mn	2,69				
D	0,30	D	0,25	D	0,26				

2 c = 2 b mit 8-Voltlampe

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
1	2,68	11	2,91	21	2,78	31	2,715	41	3,065
2	2,76	12	2,855	22	2,88	32	2,845	42	3,075
3	2,79	13	2,845	23	2,905	33	2,825	43	3,06
4	2,825	14	2,82	24	2,905	34	2,805	44	3,18
5	2,825	15	2,845	25	3,11	35	2,94	45	3,055
6	2,84	16	2,785	26	2,915	36	2,91	46	3,015
7	2,89	17	2,78	27	2,915	37	2,88	47	2,945
8	2,93	18	2,78	28	2,845	38	2,93	48	2,905
9	2,93	19	2,81	29	2,855	39	2,95	49	2,79
10	2,94	20	2,825	30	2,805	40	2,95	50	2,78
S	28,40	S	28,255	S	28,975	S	28,75	S	29,87
M	2,8	M	2,8	M	2,9	M	2,9	M	3,0
Mx	2,94	Mx	2,91	Mx	3,11	Mx	2,95	Mx	3,18
Mn	2,68	Mn	2,78	Mn	2,78	Mn	2,715	Mn	2,78
D	0,26	D	0,13	D	0,33	D	0,245	D	0,40
51	2,735	61	3,015						
52	2,625	62	2,99						
53	2,82	63	2,95						
54	2,79	64	2,91						
55	2,685	65	2,845						
56	2,775	66	2,795						
57	2,815	67	2,73						
58	2,915	68	2,77						
59	2,98	69	2,74						
60	2,965	70	2,81						
S	28,105	S	28,465						
M	2,8	M	2,9						
Mx	2,98	Mx	3,015						
Mn	2,625	Mn	2,73						
D	0,365	D	0,285						

3 Meßtisch von DIEL mit ZEISS'schem Mikroskop

1	2,615	11	2,85	21	2,79	31	2,71	41	3,05
2	2,705	12	2,83	22	2,80	32	2,785	42	3,025
3	2,71	13	2,805	23	2,805	33	2,745	43	2,995
4	2,77	14	2,76	24	2,92	34	2,775	44	3,09
5	2,765	15	2,775	25	2,915	35	2,80	45	3,02
6	2,815	16	2,77	26	2,805	36	2,835	46	2,98
7	2,83	17	2,76	27	2,89	37	2,84	47	2,88
8	2,885	18	2,75	28	2,855	38	2,885	48	2,755
9	2,90	19	2,78	29	2,82	39	2,895	49	2,735
10	2,92	20	2,82	30	2,765	40	2,90	50	2,74
S	27,915	S	27,900	S	28,635	S	28,170	S	29,270
M	2,8	M	2,8	M	2,9	M	2,8	M	2,9
Mx	2,92	Mx	2,85	Mx	2,92	Mx	2,90	Mx	3,09
Mn	2,615	Mn	2,75	Mn	2,765	Mn	2,71	Mn	2,735
D	0,305	D	0,10	D	0,155	D	0,19	D	0,355

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
51	2,67	61	2,95	71	2,765	81	2,78	91	2,84
52	2,705	62	2,92	72	2,675	82	2,805	92	2,875
53	2,74	63	2,86	73	2,88	83	2,795	93	2,875
54	2,70	64	2,895	74	2,855	84	2,735	94	2,87
55	2,77	65	2,81	75	2,945	85	2,795	95	2,845
56	2,775	66	2,80	76	2,925	86	2,755	96	2,86
57	2,88	67	2,715	77	2,84	87	2,795	97	2,835
58	2,90	68	2,74	78	2,82	88	2,785	98	2,875
59	2,92	69	2,68	79	2,84	89	2,82	99	2,905
60	2,93	70	2,805	80	2,805	90	2,895	100	2,875
S	27,990	S	28,175	S	28,350	S	27,960	S	28,655
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,9
Mx	2,93	Mx	2,95	Mx	2,945	Mx	2,895	Mx	2,90
Mn	2,67	Mn	2,715	Mn	2,675	Mn	2,735	Mn	2,835
D	0,26	D	0,235	D	0,270	D	0,160	D	0,070

AUSMESSUNGEN BEI GERADER UND SCHRÄGER BASIS

Meßperson A

I Auswertungen einer Aufnahme mit möglichst gerader Basis (in einer Spirale)

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
I	3,02	11	2,91	21	2,96	31	3,00	41	2,835
2	3,06	12	2,955	22	3,00	32	2,97	42	2,825
3	3,02	13	2,875	23	3,02	33	2,96	43	2,875
4	2,99	14	2,95	24	3,045	34	2,915	44	2,98
5	3,015	15	2,92	25	3,045	35	2,925	45	2,975
6	3,025	16	2,89	26	3,00	36	2,915	46	3,02
7	2,98	17	2,93	27	3,02	37	2,885	47	3,01
8	3,02	18	2,92	28	3,01	38	2,895	48	3,005
9	2,94	19	2,895	29	3,04	39	2,865	49	3,105
10	2,97	20	2,955	30	2,94	40	2,89	50	3,00

2 ab Auswertungen von einer Aufnahme mit einer Basis von 1° 3' Steigungswinkel

2 a Diese Aufnahme ist mit gerader Basis gemessen
(vgl. Fig. 16 und 17 S. 44 und 45)

I	2,89	11	3,065	21	2,925	31	2,89	41	3,02
2	2,84	12	3,03	22	2,97	32	2,97	42	2,945
3	2,855	13	3,01	23	2,905	33	2,87	43	2,945
4	2,945	14	2,98	24	2,995	34	3,01	44	2,90
5	3,00	15	2,99	25	2,92	35	2,975	45	2,88
6	2,96	16	2,97	26	2,93	36	3,01	46	2,96
7	3,02	17	2,98	27	2,92	37	2,935	47	2,91
8	3,03	18	2,995	28	2,89	38	2,975	48	2,84
9	3,05	19	2,965	29	2,92	39	2,965	49	2,86
10	3,035	20	2,985	30	2,89	40	2,95	50	2,915

2 b = 2 a jedoch unter Benutzung der schrägen Basis

I	2,89	11	2,97	21	2,935	31	2,90	41	3,01
2	2,875	12	3,13	22	2,96	32	2,955	42	2,96
3	2,855	13	3,01	23	2,91	33	2,87	43	2,935
4	2,96	14	2,97	24	2,995	34	3,01	44	2,905
5	2,97	15	2,99	25	2,915	35	2,99	45	2,88
6	2,985	16	2,97	26	2,93	36	3,00	46	2,96
7	2,995	17	2,99	27	2,94	37	2,945	47	2,925
8	3,03	18	2,98	28	2,89	38	2,965	48	2,855
9	3,05	19	2,97	29	2,88	39	2,97	49	2,865
10	3,05	20	2,975	30	2,915	40	2,95	50	2,895

3 ab Auswertungen von einer Aufnahme mit einer Basis
von 3° 30' Steigungswinkel

3 a Diese Aufnahme ist mit gerader Basis gemessen
(vgl. Fig. 16 und 17 S. 44 und 45).

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
1	3,015	11	2,96	21	2,915	31	2,95	41	2,99
2	3,00	12	2,975	22	2,895	32	2,955	42	2,945
3	2,98	13	2,815	23	2,86	33	3,025	43	2,88
4	2,97	14	2,88	24	2,935	34	2,98	44	2,89
5	2,955	15	2,94	25	2,905	35	2,975	45	2,99
6	2,955	16	2,97	26	2,895	36	3,03	46	2,94
7	2,92	17	2,92	27	2,87	37	2,925	47	2,855
8	2,95	18	2,915	28	2,895	38	3,005	48	2,805
9	2,895	19	3,00	29	2,94	39	2,965	49	2,85
10	2,895	20	2,975	30	2,99	40	2,975	50	2,90

3 b = 3 a aber unter Benutzung der schrägen Basis

1	2,98	11	2,965	21	2,895	31	2,945	41	2,985
2	2,98	12	2,965	22	2,91	32	2,97	42	2,945
3	2,98	13	2,82	23	2,86	33	3,02	43	2,865
4	2,97	14	2,88	24	2,94	34	2,98	44	2,895
5	2,95	15	2,92	25	2,90	35	2,97	45	2,98
6	2,97	16	2,975	26	2,89	36	2,935	46	2,935
7	2,91	17	2,915	27	2,88	37	3,025	47	2,845
8	2,955	18	2,90	28	2,88	38	3,00	48	2,795
9	2,895	19	3,01	29	2,94	39	2,96	49	2,855
10	2,90	20	2,97	30	2,985	40	2,965	50	2,895

Meßperson F

I = 1 von Meßperson A

1	3,01	11	2,945	21	2,965	31	2,965	41	2,83
2	3,025	12	2,935	22	3,015	32	2,96	42	2,85
3	3,025	13	2,985	23	3,05	33	2,905	43	2,915
4	3,015	14	2,895	24	3,105	34	2,965	44	2,975
5	2,995	15	2,915	25	3,055	35	2,905	45	3,035
6	3,01	16	2,90	26	3,01	36	2,89	46	2,99
7	2,99	17	2,92	27	3,025	37	2,905	47	3,02
8	2,99	18	2,885	28	3,00	38	2,87	48	3,075
9	2,955	19	2,945	29	3,02	39	2,86	49	2,995
10	2,94	20	2,96	30	2,96	40	2,865	50	3,015

2 a = 2 a von Meßperson A

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
1	2,88	11	3,065	21	2,94	31	2,895	41	3,01
2	3,05	12	3,025	22	2,96	32	2,93	42	2,955
3	2,64	13	3,025	23	3,01	33	2,90	43	2,95
4	2,95	14	2,975	24	2,88	34	3,005	44	2,905
5	3,00	15	2,995	25	2,93	35	2,985	45	2,895
6	2,965	16	2,955	26	2,92	36	2,995	46	2,96
7	3,03	17	3,00	27	2,925	37	2,955	47	2,915
8	3,01	18	2,98	28	2,905	38	2,97	48	2,845
9	3,07	19	2,94	29	2,89	39	2,97	49	2,875
10	3,025	20	3,00	30	2,91	40	2,94	50	2,895

2 b = 2 b von Meßperson A

1	2,895	11	3,06	21	2,94	31	2,87	41	3,02
2	2,86	12	3,03	25	2,97	32	2,915	42	2,97
3	2,87	13	2,985	23	2,93	33	2,915	43	2,975
4	2,82	14	3,00	24	2,965	34	2,995	44	2,91
5	3,13	15	2,985	25	2,92	35	2,995	45	2,89
6	2,97	16	2,975	26	2,93	36	2,97	46	2,955
7	3,015	17	2,98	27	2,91	37	2,94	47	2,915
8	3,035	18	3,01	28	2,885	38	3,02	48	2,845
9	3,05	19	2,97	29	2,905	39	2,96	49	2,88
10	3,025	20	2,95	30	2,92	40	2,96	50	2,88

3 a = 3 a von Meßperson A

1	2,95	11	2,86	21	2,905	31	2,945	41	2,875
2	2,94	12	2,93	22	2,905	32	2,98	42	2,965
3	2,965	13	2,965	23	2,885	33	2,94	43	2,935
4	2,92	14	2,875	24	2,88	34	3,025	44	2,845
5	2,915	15	2,945	25	2,895	35	3,005	45	2,795
6	2,905	16	2,975	26	2,915	36	2,925	46	2,845
7	2,895	17	2,98	27	2,965	37	2,98	47	2,89
8	2,95	18	2,895	28	2,945	38	2,975	48	2,875
9	2,92	19	2,895	29	2,955	39	2,945	49	2,825
10	2,83	20	2,87	30	3,015	40	2,86	50	2,86

3 b = 3 b von Meßperson A

1	2,965	11	2,875	21	2,905	31	2,965	41	2,69
2	2,965	12	2,94	22	2,91	32	3,005	42	3,015
3	2,915	13	2,98	23	2,885	33	2,915	43	2,935
4	2,935	14	2,905	24	2,92	34	3,05	44	2,82
5	2,94	15	2,95	25	2,86	35	3,015	45	2,83
6	2,915	16	2,955	26	2,945	36	2,935	46	2,845
7	2,885	17	3,01	27	2,975	37	2,95	47	2,905
8	2,935	18	2,94	28	2,955	38	3,02	48	2,85
9	2,97	19	2,865	29	2,98	39	2,97	49	2,875
10	2,865	20	2,885	30	3,015	40	3,055	50	

MITTELWERTS- UND SCHWANKUNGSGRÖSSEN-
BERECHNUNGEN NACH AUSWERTUNGEN DURCH
VERSCHIEDENE PERSONEN (Schwingsreihe:

1321—1487 auf Meßapparat 1 a)

Vp. A

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
1	2,80	11	2,77	21	2,74	31	2,92	41	2,77
2	2,755	12	2,81	22	2,85	32	2,935	42	2,685
3	2,885	13	2,82	23	2,845	33	2,885	43	2,785
4	2,75	14	2,795	24	2,865	34	2,89	44	2,70
5	2,745	15	2,765	25	2,72	35	2,84	45	2,78
6	2,87	16	2,805	26	2,87	36	2,90	46	2,74
7	2,84	17	2,77	27	2,765	37	2,875	47	2,68
8	2,865	18	2,795	28	2,885	38	2,68	48	2,795
9	2,755	19	2,895	29	2,805	39	2,82	49	2,75
10	2,815	20	2,775	30	2,87	40	2,685	50	2,825
S	28,08	S	28,00	S	28,215	S	28,43	S	27,51
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,8
Mx	2,885	Mx	2,895	Mx	2,885	Mx	2,935	Mx	2,825
Mn	2,745	Mn	2,765	Mn	2,72	Mn	2,68	Mn	2,68
D	0,14	D	0,13	D	0,165	D	0,255	M	0,145
51	2,83	61	2,77	71	2,78	81	2,765	91	2,74
52	2,78	62	2,75	72	2,695	82	2,84	92	2,76
53	2,84	63	2,735	73	2,705	83	2,82	93	2,765
54	2,86	64	2,555	74	2,76	84	2,83	94	2,80
55	2,84	65	2,725	75	2,67	85	2,86	95	2,715
56	2,81	66	2,76	76	2,685	86	2,835	96	2,695
57	2,785	76	2,73	77	2,815	87	2,855	97	2,74
58	2,785	68	2,70	78	2,85	88	2,775	98	2,75
59	2,785	69	2,72	79	2,83	89	2,83	99	2,685
60	2,715	70	2,765	80	2,825	90	2,79	100	2,79
S	28,03	S	27,21	S	27,615	S	28,20	S	27,44
M	2,8	M	2,7	M	2,8	M	2,8	M	2,7
Mx	2,86	Mx	2,77	Mx	2,85	Mx	2,86	Mx	2,80
Mn	2,715	Mn	2,555	Mn	2,67	Mn	2,765	Mn	2,685
D	0,155	D	0,215	D	0,18	D	0,095	D	0,115

Vp. B

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
1	2,82	11	2,80	21	2,795	31	2,995	41	2,645
2	2,565	12	2,795	22	2,825	32	2,94	42	2,735
3	2,985	13	2,75	23	2,795	33	2,875	43	2,54
4	2,835	14	2,74	24	2,735	34	2,005	44	2,88
5	2,725	15	2,675	25	2,62	35	2,85	45	2,75
6	2,83	16	2,83	26	3,025	36	2,80	46	2,475
7	2,825	17	2,795	27	2,79	37	2,93	47	2,785
8	2,83	18	2,775	28	2,81	38	2,795	48	2,965
9	2,81	19	2,855	29	2,80	39	2,81	49	2,755
10	2,775	20	2,80	30	2,805	40	2,735	50	2,705
S	28,000	S	27,815	S	28,000	S	28,635	S	27,235
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,9	M	2,7
Mx	2,985	Mx	2,855	Mx	3,025	Mx	2,995	Mx	2,965
Mn	2,565	Mn	2,675	Mn	2,62	Mn	2,735	Mn	2,475
D	0,420	D	0,180	D	0,405	D	0,260	D	0,490
51	2,93	61	2,67	71	2,81	81	2,82	91	2,81
52	2,86	62	2,775	72	2,68	82	2,845	92	2,765
53	2,60	63	2,60	73	2,85	83	2,82	93	2,76
54	3,045	64	2,605	74	2,57	84	2,805	94	2,78
55	2,83	65	2,56	75	2,815	85	2,835	95	2,75
56	2,80	66	2,90	76	2,755	86	2,81	96	2,645
57	2,58	67	2,66	77	2,745	87	2,855	97	2,745
58	2,94	68	2,70	78	2,625	88	2,78	98	2,67
59	2,81	69	2,76	79	2,97	89	2,82	99	2,79
60	2,73	70	2,70	80	2,85	90	2,75	100	2,81
S	28,125	S	27,100	S	27,670	S	28,140	S	27,525
M	2,8	M	2,7	M	2,8	M	2,8	M	2,8
Mx	3,045	Mx	2,90	Mx	2,97	Mx	2,855	Mx	2,81
Mn	2,58	Mn	2,56	Mn	2,57	Mn	2,75	Mn	2,645
D	0,465	D	0,34	D	0,40	D	0,105	D	0,165
101	2,75	111	2,66	121	2,885	131	2,78	141	2,71
102	2,79	112	2,795	122	2,65	132	2,75	142	2,695
103	2,83	113	2,76	123	3,00	133	2,83	143	2,62
104	2,67	114	2,73	124	2,81	134	2,59	144	2,74
105	2,80	115	2,835	125	2,89	135	2,75	145	2,69
106	2,67	116	2,83	126	2,80	136	2,59	146	2,65
107	2,86	117	2,73	127	2,85	137	2,80	147	2,72
108	2,86	118	2,845	128	2,75	138	2,70	148	2,74
109	2,605	119	2,715	129	2,83	139	2,62	149	2,71
110	2,835	120	2,955	130	2,75	140	2,69	150	2,71
S	27,760	S	27,855	S	28,215	S	27,10	S	26,985
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,7	M	2,7
Mx	2,89	Mx	2,955	Mx	3,00	Mx	2,83	Mx	2,74
Mn	2,605	Mn	2,66	Mn	2,89	Mn	2,59	Mn	2,62
D	0,285	D	0,295	D	0,11	D	0,24	D	0,12

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
151	2,60								
152	2,75								
153	2,635								
154	2,605								
155	2,79								
156	2,67								
157	2,77								
158	2,87								
159	2,76								
160	2,90								
S	27,350								
M	2,7								
Mx	2,90								
Mn	2,60								
D	0,30								

Vp. C

1	3,05	11	2,89	21	2,82	31	2,92	41	2,72
2	3,05	12	2,81	22	2,82	32	2,90	42	2,72
3	2,68	13	2,43	23	3,15	33	2,83	43	2,41
4	2,58	14	2,76	24	2,78	34	2,71	44	2,69
5	3,015	15	2,78	25	2,71	35	3,12	45	2,99
6	2,745	16	3,05	26	2,86	36	2,85	46	2,46
7	2,605	17	2,48	27	2,46	37	2,60	47	2,73
8	2,805	18	2,695	28	3,14	38	3,03	48	3,02
9	2,78	19	2,875	29	2,75	39	2,80	49	2,74
10	3,03	20	2,41	30	2,86	40	2,72	50	2,57
S	28,340	S	27,180	S	28,35	S	28,48	S	27,05
M	2,8	M	2,7	M	2,8	M	2,8	M	2,7
Mx	3,05	Mx	3,05	Mx	3,15	Mx	3,12	Mx	3,02
Mn	2,58	Mn	2,41	Mn	2,46	Mn	2,60	Mn	2,41
D	0,47	D	0,64	D	0,69	D	0,52	D	0,61
51	2,87	61	2,98	71	2,77	81	2,78	91	2,58
52	3,09	62	2,705	72	2,705	82	2,84	92	2,99
53	2,80	63	2,785	73	2,745	83	2,65	93	2,77
54	2,81	64	2,60	74	2,71	84	2,99	94	2,72
55	2,69	65	2,75	75	2,53	85	2,61	95	2,55
56	2,96	66	2,74	76	2,80	86	3,06	96	2,86
57	2,58	67	2,67	77	2,95	87	2,83	97	2,69
58	2,95	68	2,73	78	2,60	88	2,83	98	2,55
59	2,73	69	2,63	79	2,79	89	2,80	99	3,00
60	2,49	70	2,83	80	2,98	90	2,76	100	2,805
S	27,9	S	27,420	S	27,580	S	28,15	S	27,515
M	2,8	M	2,7	M	2,8	M	2,8	M	2,8
Mx	3,09	Mx	2,98	Mx	2,98	Mx	3,06	Mx	3,00
Mn	2,96	Mn	2,60	Mn	2,53	Mn	2,61	Mn	2,55
D	0,13	D	0,38	D	0,45	D	0,45	D	0,45

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
101	2,715	111	2,75	121	3,20	131	2,60	141	2,69
102	2,78	112	2,77	122	2,53	132	3,03	142	2,72
103	2,80	113	2,78	123	3,20	133	2,74	143	2,60
104	2,83	114	2,70	124	2,83	134	2,41	144	2,57
105	2,46	115	2,88	125	2,51	135	2,70	145	2,905
106	3,14	116	2,77	126	3,17	136	2,945	146	2,675
107	2,42	117	2,44	127	2,47	137	2,625	147	2,72
108	3,11	118	2,86	128	2,78	138	2,50	148	2,51
109	2,44	119	3,18	129	3,09	139	2,85	149	2,98
110	3,02	120	2,50	130	2,68	140	2,65	150	2,39
S	27,715	S	27,63	S	28,46	S	27,050	S	26,76
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,7	M	2,7
Mx	3,14	Mx	3,18	Mx	3,20	Mx	3,03	Mx	2,98
Mn	2,42	Mn	2,44	Mn	2,47	Mn	2,41	Mn	2,39
D	0,72	D	0,74	D	0,73	D	0,62	D	0,59
151	2,79								
152	2,91								
153	2,33								
154	2,71								
155	3,00								
156	2,69								
157	2,50								
158	3,06								
159	2,83								
160	2,885								
S	27,605								
M	2,8								
Mx	3,06								
Mn	2,33								
D	0,73								

Vp. D

1	2,79	11	2,85	21	2,805	31	2,805	41	2,69
2	2,81	12	2,605	22	2,90	32	2,98	42	2,74
3	2,88	13	2,86	23	2,71	33	2,885	43	2,75
4	2,625	14	2,76	24	2,87	34	2,91	44	2,70
5	2,85	15	2,745	25	2,62	35	2,845	45	2,73
6	2,81	16	2,775	26	2,87	36	2,925	46	2,715
7	2,75	17	2,78	27	2,785	37	2,815	47	2,61
8	2,86	18	2,73	28	2,745	38	2,735	48	2,875
9	2,72	19	2,93	29	2,74	39	2,775	49	2,525
10	2,78	20	2,765	30	2,875	40	2,705	50	2,93
S	27,875	S	27,800	S	27,890	S	28,470	S	27,265
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,7
Mx	2,88	Mx	2,93	Mx	2,90	Mx	2,98	Mx	2,93
Mn	2,625	Mn	2,605	Mn	2,62	Mn	2,705	Mn	2,525
D	0,255	D	0,325	D	0,28	D	0,275	D	0,405

Vp. E

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
1	3,065	11	2,82	21	2,53	31	3,085	41	2,66
2	2,70	12	2,78	22	3,10	32	3,035	42	2,495
3	2,85	12	2,775	23	2,455	33	2,83	43	3,005
4	2,82	14	2,81	24	3,17	34	2,87	44	2,475
5	2,77	15	2,675	25	2,69	35	2,68	45	2,94
6	2,855	16	2,715	26	2,90	36	3,11	46	2,72
7	2,79	17	2,825	27	2,435	37	2,75	47	2,41
8	2,83	18	2,72	28	2,94	38	2,86	48	3,055
9	2,63	19	2,89	29	2,775	39	2,45	49	2,755
10	2,74	20	2,79	30	2,865	40	3,055	50	2,83
S	28,05	S	27,80	S	27,96	S	28,725	S	27,345
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,9	M	2,7
Mx	3,065	Mx	2,89	Mx	3,17	Mx	3,11	Mx	3,055
Mn	2,63	Mn	2,675	Mn	2,435	Mn	2,45	Mn	2,41
D	0,435	D	0,215	D	0,735	D	0,66	D	0,645
51	2,85	61	2,72	71	2,57	81	2,705	91	2,775
52	2,82	62	2,70	72	2,745	82	2,825	92	2,715
53	2,805	63	2,76	73	2,755	83	2,77	93	2,675
54	2,89	64	2,69	74	2,795	84	2,86	94	2,94
55	2,475	65	2,44	75	2,705	85	3,005	95	2,56
56	3,11	66	2,95	76	2,76	86	2,665	96	2,865
57	2,82	67	2,45	77	2,81	87	2,785	97	2,74
58	2,78	68	2,98	78	2,68	88	2,91	98	2,505
59	2,715	69	2,675	79	2,77	89	2,65	99	2,93
60	2,77	70	2,78	80	2,88	90	3,015	100	2,625
S	28,935	S	27,145	S	27,47	S	28,190	S	27,33
M	2,8	M	2,7	M	2,8	M	2,8	M	2,7
Mx	3,11	Mx	2,98	Mx	2,88	Mx	3,015	Mx	2,94
Mn	2,475	Mn	2,44	Mn	2,57	Mn	2,65	Mn	2,505
D	0,635	D	0,54	D	0,31	D	0,365	D	0,445
101	2,805	111	2,715	121	2,53	131	2,73	141	2,795
102	2,925	112	2,645	122	2,835	132	2,835	142	2,685
103	2,745	113	2,77	123	2,875	133	2,78	143	2,565
104	2,605	114	2,965	124	2,835	134	2,735	144	2,815
105	2,955	115	2,785	125	2,69	135	2,625	145	2,72
106	2,915	116	2,81	126	2,805	136	2,81	146	2,61
107	2,755	117	2,595	127	2,83	137	2,535	147	2,735
108	2,65	118	2,93	128	2,925	138	2,80	148	2,665
109	2,675	119	2,79	129	2,795	139	2,545	149	2,805
110	2,945	120	3,055	130	2,685	140	2,72	150	2,63
S	27,975	S	28,060	S	27,805	S	27,115	S	27,025
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,7	M	2,7
Mx	2,955	Mx	3,055	Mx	2,925	Mx	2,835	Mx	2,815
Mn	2,605	Mn	2,595	Mn	2,53	Mn	2,535	Mn	2,565
D	0,350	D	0,460	D	0,395	D	0,300	D	0,250

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
151	2,76								
152	2,60								
153	2,62								
154	2,745								
155	2,705								
156	2,77								
157	2,655								
158	2,79								
159	3,19								
160	2,545								
S	27,380								
M	2,7								
Mx	3,10								
Mn	2,545								
D	0,655								

Vp. F

1	2,805	11	2,88	21	2,75	31	2,80	41	2,74
2	2,73	12	2,80	22	2,825	32	2,985	42	2,67
3	2,685	13	2,695	23	2,805	33	2,935	43	2,755
4	2,745	14	2,77	24	2,765	34	2,895	44	2,715
5	2,825	15	2,705	25	2,785	35	2,855	45	2,695
6	2,85	16	2,77	26	2,88	36	2,80	46	2,72
7	2,79	17	2,85	27	2,79	37	2,995	47	2,74
8	2,80	18	2,785	28	2,835	38	2,715	48	2,765
9	2,685	19	2,81	29	2,755	39	2,745	49	2,805
10	2,705	20	2,835	30	2,82	40	2,695	50	2,835
S	27,620	S	27,900	S	28,01	S	28,42	S	27,44
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,7
Mx	2,85	Mx	2,88	Mx	2,88	Mx	2,985	Mx	2,835
Mn	2,685	Mn	2,695	Mn	2,75	Mn	2,695	Mn	2,67
D	0,165	D	0,185	D	0,13	D	0,280	D	0,165
51	2,90	61	2,72	71	2,66	81	2,745	91	2,73
52	2,77	62	2,745	72	2,765	82	2,825	92	2,80
53	2,88	63	2,76	73	2,895	83	2,77	93	2,82
54	2,775	64	2,70	74	2,68	84	2,84	94	2,745
55	2,815	65	2,68	75	2,79	85	2,86	95	2,78
56	2,81	66	2,73	76	2,745	86	2,805	96	2,67
57	2,86	67	2,685	77	2,795	87	2,855	97	2,645
58	2,75	68	2,67	78	2,785	88	2,835	98	2,775
59	2,77	69	2,73	79	2,785	89	2,865	99	2,74
60	2,735	70	2,775	80	2,87	90	2,80	100	2,755
S	28,065	S	27,195	S	27,70	S	28,20	S	27,46
M	2,8	M	2,7	M	2,8	M	2,8	M	2,8
Mx	2,90	Mx	2,775	Mx	2,895	Mx	2,865	Mx	2,82
Mn	2,735	Mn	2,670	Mn	2,66	Mn	2,745	Mn	2,645
D	0,165	D	0,105	D	0,235	D	0,120	D	0,175

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
101	2,765	111	2,76	121	2,99	131	2,765	141	2,69
102	2,84	112	2,69	122	2,91	132	2,725	142	2,71
103	2,79	113	2,765	123	2,88	133	2,75	143	2,65
104	2,81	114	2,88	124	2,765	134	2,70	144	2,78
105	2,725	115	2,73	125	3,035	135	2,665	145	2,745
106	2,87	116	2,815	126	2,85	136	2,76	146	2,60
107	2,76	117	2,735	127	2,85	137	2,655	147	2,765
108	2,80	118	2,905	128	2,755	138	2,695	148	2,725
109	2,75	119	2,88	129	2,84	139	2,67	149	2,77
110	2,78	120	2,775	130	2,79	140	2,695	150	2,65
S	27,89	S	27,935	S	28,665	S	27,08	S	27,085
M	2,8	M	2,8	M	2,9	M	2,7	M	2,7
Mx	2,84	Mx	2,905	Mx	3,035	Mx	2,765	Mx	2,78
Mn	2,725	Mn	2,69	Mn	2,755	Mn	2,655	Mn	2,60
D	0,115	D	0,215	D	0,280	D	0,11	D	0,18

151	2,69								
152	2,675								
153	2,635								
154	2,735								
155	2,76								
156	2,625								
157	2,78								
158	2,81								
159	2,86								
160	2,87								
S	27,44								
M	2,7								
Mx	2,87								
Mn	2,625								
D	0,245								

Vp. G

1	3,015	11	2,815	21	2,775	31	2,955	41	2,675
2	2,795	12	2,825	22	2,84	32	2,945	42	2,735
3	2,56	13	2,725	23	2,79	33	2,89	43	2,77
4	3,065	14	2,66	24	2,765	34	2,80	44	2,69
5	2,745	15	2,795	25	2,825	35	2,855	45	2,70
6	2,82	16	2,78	26	2,845	36	2,845	46	2,715
7	2,83	17	2,76	27	2,79	37	2,88	47	2,62
8	2,81	18	2,76	28	2,79	38	2,68	48	2,755
9	2,495	19	2,90	29	2,785	39	2,785	49	2,755
10	2,965	20	2,80	30	2,855	40	2,765	50	2,765
S	28,10	S	27,82	S	28,060	S	28,19	S	27,28
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,9	M	2,7
Mx	3,065	Mx	2,90	Mx	2,855	Mx	2,955	Mx	2,855
Mn	2,495	Mn	2,66	Mn	2,765	Mn	2,68	Mn	2,62
D	0,57	D	0,24	D	0,09	D	0,275	D	0,235

Vp. H

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
1	3,05	11	2,705	21	2,68	31	3,195	41	2,625
2	2,695	12	2,81	22	3,010	32	2,785	42	2,665
3	2,825	13	2,935	23	2,695	33	3,095	43	2,715
4	2,79	14	2,57	26	2,99	34	2,91	44	2,720
5	2,665	15	2,725	25	2,685	35	2,85	45	2,725
6	2,81	16	2,825	26	2,775	36	2,89	46	2,755
7	2,92	17	2,625	27	2,87	37	2,68	47	2,640
8	2,895	18	2,91	28	2,685	38	2,75	48	2,950
9	2,545	19	2,80	29	2,755	39	2,935	49	2,545
10	2,955	20	2,82	30	2,770	40	2,765	50	2,790
S	28,150	S	27,725	S	27,915	S	28,855	S	27,130
M	2,8	N	2,8	M	2,8	M	2,9	M	2,7
Mx	3,05	Mx	2,935	Mx	3,01	Mx	3,195	Mx	2,950
Mn	2,545	Mn	2,625	Mn	2,68	Mn	2,68	Mn	2,545
D	0,505	D	0,310	D	0,33	D	0,515	D	0,405
51	2,960	61	2,675	71	2,775	81	2,655	91	2,75
52	2,870	62	2,725	72	2,705	82	2,88	92	2,60
53	2,745	63	2,715	73	2,72	83	2,825	93	2,99
54	2,840	64	2,755	74	2,745	84	2,870	94	2,705
55	2,760	65	2,70	75	2,655	85	2,79	95	2,73
56	2,875	66	2,655	76	2,755	86	2,815	96	2,68
57	2,75	67	2,755	77	2,80	87	2,885	97	2,775
58	2,785	68	2,725	78	2,82	88	2,73	98	2,755
59	2,655	69	2,65	79	2,845	89	2,96	99	2,65
60	2,820	70	2,825	80	2,80	90	2,74	100	2,77
S	28,060	S	27,180	S	27,620	S	28,150	S	27,405
M	2,8	M	2,7	M	2,8	M	2,8	N	2,7
Mx	2,960	Mx	2,825	Mx	2,845	Mx	2,96	Mx	2,99
Mn	2,655	Mn	2,67	Mn	2,655	Mn	2,655	Mn	2,60
D	0,305	D	0,175	D	0,190	D	0,305	D	0,39
101	2,83	111	2,795	121	2,925	131	2,77	141	2,985
102	2,795	112	2,76	122	2,84	132	2,80	142	2,38
103	2,80	113	2,79	123	2,845	133	2,765	143	2,875
104	2,56	114	2,68	124	2,845	134	2,69	144	2,625
105	3,015	115	2,82	125	2,84	135	2,69	145	2,665
106	2,785	116	2,76	126	2,815	136	2,735	146	2,675
107	2,80	117	2,76	127	2,805	137	2,635	147	2,765
108	2,805	118	2,82	128	2,81	138	2,745	148	2,67
109	2,68	119	2,83	129	2,785	139	2,665	149	2,675
110	2,775	120	2,83	130	2,74	140	2,635	150	2,510
S	27,845	S	27,845	S	28,250	S	27,130	S	26,825
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,7	M	2,7
Mx	3,015	Mx	2,83	Mx	2,925	Mx	2,80	Mx	2,985
Mn	2,56	Mn	2,68	Mn	2,74	Mn	2,635	Mn	2,510
D	0,455	D	0,15	D	0,185	D	0,165	D	0,475

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
151	2,80								
152	2,035								
153	2,675								
154	2,715								
155	2,75								
156	2,605								
157	2,795								
158	2,78								
159	2,81								
160	2,88								
S	27,445								
M	2,7								
Mx	2,88								
Mn	2,605								
D	0,275								

Vp. J

1	2,845	11	2,855	21	2,785	31	2,705	41	2,72
2	2,745	12	2,82	22	2,48	32	2,90	42	2,71
3	2,795	13	2,405	23	3,15	33	2,88	43	2,61
4	2,835	14	2,80	24	2,51	34	3,19	44	2,865
5	2,495	15	2,995	25	2,76	35	2,865	45	2,585
6	2,815	16	2,715	26	2,98	36	2,835	46	2,74
7	3,445	17	2,565	27	2,635	37	2,85	47	2,89
8	2,47	18	3,03	28	2,65	38	2,815	48	2,71
9	2,795	19	2,81	29	3,015	39	2,71	49	2,71
10	3,05	20	2,825	30	2,99	40	2,84	50	2,78
S	27,900	S	27,820	S	27,955	S	28,590	S	27,320
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,9	M	2,7
Mx	3,445	Mx	3,03	Mx	3,15	Mx	3,19	Mx	2,89
Mn	2,47	Mn	2,495	Mn	2,795	Mn	2,705	Mn	2,585
D	0,675	D	0,625	D	0,67	D	0,485	D	0,305
51	2,82	61	2,77	71	2,735	81	2,83	91	2,81
52	2,915	62	2,54	72	2,74	82	2,705	92	2,735
53	2,675	63	2,89	73	2,735	83	2,79	93	2,805
54	2,935	64	2,655	74	2,695	84	2,605	94	2,75
55	2,83	65	2,74	75	2,795	85	3,125	95	2,75
56	2,835	66	2,705	76	2,75	86	2,715	96	2,73
57	2,85	67	2,705	77	2,66	87	2,79	97	2,675
58	2,745	68	2,59	78	2,825	88	2,96	98	2,77
59	2,645	69	2,91	79	2,805	89	2,805	99	2,83
60	2,87	70	2,69	80	2,805	90	2,80	100	2,835
S	28,120	S	27,195	S	27,545	S	28,215	S	27,600
M	2,8	M	2,7	M	2,8	M	2,8	M	2,8
Mx	2,935	Mx	2,91	Mx	2,825	Mx	3,125	Mx	2,835
Mn	2,645	Mn	2,59	Mn	2,66	Mn	2,605	Mn	2,675
D	0,290	D	0,37	D	0,165	D	0,520	D	0,160

Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm
101	2,69	111	2,91	121	2,63	131	2,81	141	2,70
102	2,76	112	2,59	122	3,16	132	2,73	142	2,66
103	2,87	113	2,96	123	2,72	133	2,77	143	2,71
104	2,79	114	2,46	124	2,90	134	2,62	144	2,73
105	2,77	115	3,025	125	2,89	135	2,80	145	2,73
106	2,795	116	2,595	126	2,705	136	2,685	146	2,665
107	2,83	117	3,07	127	2,965	137	2,685	147	2,74
108	2,835	118	2,77	128	2,71	138	2,71	148	2,735
109	2,90	119	2,84	129	2,78	139	2,65	149	2,67
110	3,07	120	2,79	130	2,92	140	2,65	150	2,70
S	27,810	S	28,010	S	28,330	S	27,200	S	27,040
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,7	M	2,7
Mx	3,07	Mx	3,07	Mx	3,16	Mx	2,89	Mx	2,74
Mn	2,40	Mn	2,46	Mn	2,63	Mn	2,62	Mn	2,66
D	0,67	D	0,61	D	0,53	D	0,27	D	0,08

151	2,69								
152	2,55								
153	2,89								
154	2,655								
155	2,72								
156	2,655								
157	2,69								
158	2,82								
159	2,765								
160	2,795								
S	27,230								
M	2,7								
Mx	2,89								
Mn	2,55								
D	0,34								

Vp. K

1	3,04	11	2,855	21	2,87	31	2,88	41	2,78
2	2,645	12	2,80	22	2,91	32	2,97	42	2,72
3	2,895	13	2,78	23	2,90	33	2,815	43	2,69
4	2,85	14	2,695	24	2,78	34	2,945	44	2,70
5	2,61	15	2,85	25	2,53	35	2,805	45	2,72
6	2,92	16	2,725	26	3,01	36	2,895	46	2,87
7	2,785	17	2,75	27	2,79	37	2,85	47	2,66
8	2,845	18	2,81	28	2,80	38	3,13	48	2,76
9	2,745	19	2,87	29	2,70	39	2,43	49	2,635
10	2,67	20	2,78	30	2,96	40	2,69	50	2,84
S	28,005	S	27,915	S	28,25	S	28,410	S	27,375
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,7
Mx	3,04	Mx	2,87	Mx	3,01	Mx	3,13	Mx	2,87
Mn	2,61	Mn	2,695	Mn	2,53	Mn	2,43	Mn	2,63
D	0,43	D	0,175	D	0,48	D	0,70	D	0,24

Vp. L

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
1	3,105	11	2,755	21	2,95	31	2,89	41	2,73
2	2,84	12	2,885	22	2,53	32	2,83	42	2,73
3	2,75	13	2,775	23	2,93	33	2,98	43	2,735
4	2,83	14	2,75	24	2,74	34	2,905	44	2,72
5	2,75	15	2,705	25	2,88	35	2,875	45	2,62
6	2,81	16	2,795	26	2,78	36	2,91	46	2,68
7	2,76	17	2,78	27	2,96	37	2,785	47	2,745
8	2,595	18	2,85	28	2,67	38	2,91	48	2,81
9	2,98	19	2,565	29	2,81	39	2,725	49	2,735
10	2,74	20	2,94	30	2,77	40	2,805	50	2,755
S	27,160	S	27,800	S	28,02	S	28,615	S	27,260
M	2,7	M	2,8	M	2,8	M	2,9	M	2,7
Mx	3,105	Mx	2,94	Mx	2,96	Mx	2,98	Mx	2,81
Mn	2,595	Mn	2,56	Mn	2,53	Mn	2,725	Mn	2,62
D	0,510	D	0,38	D	0,43	D	0,255	D	0,19
51	2,77	61	2,785	71	2,70	81	2,875	91	2,84
52	2,965	62	2,77	72	2,76	82	2,615	92	2,80
53	2,825	63	2,69	73	2,755	83	2,815	93	2,75
54	2,755	64	2,64	74	2,62	84	2,645	94	2,775
55	2,785	65	2,66	75	2,815	85	3,09	95	2,75
56	2,865	66	2,875	76	2,72	86	2,83	96	2,685
57	2,88	67	2,64	77	2,79	87	2,60	97	2,65
58	2,75	68	2,705	78	2,73	88	3,00	98	2,72
59	2,68	69	2,83	79	2,83	89	2,82	99	2,80
60	2,805	70	2,69	80	2,80	90	2,82	100	2,49
S	28,080	S	27,285	S	27,520	S	28,110	S	27,260
M	2,8	M	2,7	M	2,8	M	2,8	M	2,7
Mx	2,965	Mx	2,875	Mx	2,83	Mx	3,09	Mx	2,84
Mn	2,68	Mn	2,64	Mn	2,62	Mn	2,60	Mn	2,65
D	0,285	D	0,235	D	0,21	D	0,49	D	0,19
101	3,06	111	2,665	121	2,94	131	2,735	141	2,88
102	2,69	112	2,585	122	2,89	132	2,82	142	2,605
103	2,81	113	3,025	123	2,79	133	2,72	143	2,725
104	2,76	114	2,68	124	2,90	134	2,82	144	2,71
105	3,00	115	2,69	125	2,77	135	2,77	145	2,665
106	2,705	116	2,89	126	2,92	136	2,69	146	2,665
107	2,595	117	2,73	127	2,905	137	2,61	147	2,815
108	3,01	118	2,70	128	2,815	138	2,74	148	2,635
109	2,975	119	2,86	129	2,865	139	2,81	149	2,64
110	2,71	120	2,88	130	2,80	140	2,61	150	2,71
S	28,225	S	27,705	S	28,595	S	27,325	S	27,050
M	2,8	M	2,8	M	2,9	M	2,7	M	2,7
Mx	3,06	Mx	3,025	Mx	2,94	Mx	2,82	Mx	2,88
Mn	2,69	Mn	2,585	Mn	2,77	Mn	2,61	Mn	2,605
D	0,37	D	0,440	D	0,17	D	0,21	D	0,275

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
151	2,68								
152	2,62								
153	2,72								
154	2,685								
155	2,625								
156	2,78								
157	2,745								
158	2,730								
159	2,755								
160	2,77								
S	27,110								
M	2,7								
Mx	2,78								
Mn	2,62								
D	0,16								

Vp. M

1	2,92	11	2,675	21	2,78	31	3,02	41	2,775
2	2,89	12	2,80	22	2,92	32	2,89	42	2,675
3	2,80	13	2,725	23	2,725	33	2,94	43	2,775
4	2,60	14	2,63	24	2,785	34	2,86	44	2,69
5	3,20	15	2,815	25	2,72	35	2,87	45	2,845
6	2,87	16	2,66	26	2,82	36	2,805	46	2,62
7	2,76	17	2,765	27	2,725	37	2,89	47	2,715
8	2,94	18	2,920	28	2,885	38	2,74	48	2,79
9	2,585	19	2,905	29	2,78	39	2,795	49	2,72
10	2,795	20	2,75	30	2,76	40	2,655	50	2,705
S	28,360	S	27,645	S	27,900	S	28,555	S	27,310
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,9	M	2,7
Mx	3,20	Mx	2,92	Mx	2,92	Mx	3,02	Mx	2,845
Mn	2,585	Mn	2,63	Mn	2,72	Mn	2,655	Mn	2,62
D	0,615	D	0,29	D	0,20	D	0,365	D	0,225
51	2,965	61	2,735	71	2,635	81	2,675	91	2,765
52	2,81	62	2,74	72	2,79	82	2,955	92	2,815
53	2,875	63	2,68	73	2,79	83	2,71	93	2,78
54	2,765	64	2,685	74	2,66	84	2,91	94	2,70
55	2,845	65	2,76	75	2,795	85	2,71	95	2,78
56	2,765	66	2,675	76	2,71	86	2,865	96	2,57
57	2,755	67	2,735	77	2,835	87	2,84	97	2,82
58	2,805	68	2,75	78	2,82	88	2,75	98	2,715
59	2,735	69	2,78	79	2,75	89	2,86	99	2,745
60	2,735	70	2,75	80	2,87	90	2,79	100	2,70
S	28,055	S	27,290	S	27,505	S	28,065	S	27,390
M	2,8	M	2,7	M	2,8	M	2,8	M	2,7
Mx	2,965	Mx	2,78	Mx	2,87	Mx	2,955	Mx	2,82
Mn	2,735	Mn	2,675	Mn	2,635	Mn	2,675	Mn	2,57
D	0,230	D	0,105	D	0,235	D	0,280	D	0,25

Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm
101	2,76	111	2,745	121	2,885	131	2,755	141	2,745
102	2,69	112	2,71	122	2,86	132	2,775	142	2,66
103	2,855	113	2,865	123	2,79	133	2,78	143	2,625
104	2,86	114	2,695	124	2,88	134	2,65	144	2,765
105	2,785	115	2,785	125	2,855	135	2,76	145	2,71
106	2,885	116	2,67	126	2,895	136	2,665	146	2,69
107	2,745	117	2,86	127	2,865	137	2,655	147	2,67
108	2,89	118	2,995	128	2,835	138	2,835	148	2,775
109	2,695	119	2,695	129	2,765	139	2,665	149	2,735
110	2,745	120	2,875	130	2,735	140	2,595	150	2,68
S	27,910	S	27,895	S	28,365	S	27,130	S	27,055
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,7	M	2,7
Mx	2,89	Mx	2,995	Mx	2,895	Mx	2,835	Mx	2,775
Mn	2,69	Mn	2,67	Mn	2,735	Mn	2,595	Mn	2,625
D	0,20	D	0,325	D	0,160	D	0,240	D	0,150

151	2,705								
152	2,715								
153	2,63								
154	2,70								
155	2,74								
156	2,615								
157	2,73								
158	2,945								
159	2,755								
160	2,97								
S	27,505								
M	2,8								
Mx	2,97								
Mn	2,615								
D	0,355								

Vp. N

1	2,780	11	2,81	21	2,77	31	2,945	41	2,745
2	2,775	12	2,78	22	2,73	32	2,92	42	2,71
3	2,755	13	2,75	23	2,805	33	2,875	43	2,73
4	2,825	14	2,73	24	2,87	34	2,845	44	2,77
5	2,735	15	2,79	25	2,815	35	2,85	45	2,64
6	2,895	16	2,845	26	2,76	36	3,29	46	2,74
7	2,675	17	2,73	27	2,815	37	2,44	47	2,67
8	2,905	18	2,81	28	2,88	38	2,76	48	2,76
9	2,72	19	2,875	29	2,76	39	2,795	49	2,89
10	2,81	20	2,775	30	2,895	40	2,70	50	2,82
S	27,875	S	27,895	S	28,100	S	28,420	S	27,475
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,7
Mx	2,905	Mx	2,875	Mx	2,895	Mx	2,945	Mx	2,89
Mn	2,675	Mn	2,73	Mn	2,73	Mn	2,44	Mn	2,64
D	0,230	D	0,145	D	0,165	D	0,505	D	0,25

Vp. O

Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm
1	2,74	11	2,815	21	2,77	31	2,93	41	2,71
2	2,73	12	2,775	22	2,60	32	3,005	42	2,71
3	2,865	13	2,78	23	3,085	33	2,97	43	2,76
4	2,735	14	2,765	24	2,78	34	2,76	44	2,49
5	2,79	15	2,735	25	2,645	35	2,83	45	2,925
6	2,845	16	2,71	26	2,88	36	2,90	46	2,745
7	2,785	17	2,765	27	2,82	37	2,825	47	2,695
8	2,84	18	2,883	28	2,77	38	2,825	48	2,745
9	2,715	19	2,735	29	2,735	39	2,805	49	2,805
10	2,805	20	2,895	30	2,875	40	2,635	50	2,765
S	27,85	S	27,86	S	27,96	S	28,475	S	27,35
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,9	M	2,7
Mx	2,865	Mx	2,885	Mx	3,085	Mx	3,005	Mx	2,925
Mn	2,73	Mn	2,71	Mn	2,60	Mn	2,635	Mn	2,49
D	0,135	D	0,175	D	0,485	D	0,37	D	0,435
51	2,83	61	2,795	71	2,76	81	2,74	91	2,82
52	2,925	62	2,775	72	2,825	82	2,83	92	2,53
53	2,75	63	2,675	73	2,475	83	2,775	93	2,97
54	2,855	64	2,71	74	2,83	84	2,885	94	2,75
55	2,87	65	2,70	75	2,72	85	2,84	95	2,71
56	2,79	66	2,66	76	2,80	86	2,83	96	2,65
57	2,775	67	2,70	77	2,77	87	2,79	97	2,77
58	2,75	68	2,78	78	2,79	88	2,765	98	2,71
59	2,745	69	2,725	79	2,80	89	2,795	99	2,72
60	2,685	70	2,695	80	2,84	90	2,82	100	2,93
S	27,975	S	27,215	S	27,61	S	28,07	S	27,56
M	2,8	M	2,7	M	2,8	M	2,8	M	2,8
Mx	2,925	Mx	2,795	Mx	2,84	Mx	2,885	Mx	2,97
Mn	2,685	Mn	2,66	Mn	2,475	Mn	2,74	Mn	2,53
D	0,24	D	0,135	D	0,365	D	0,145	D	0,44
101	2,745	111	2,77	121	2,595	131	2,79	141	2,715
102	2,77	112	2,73	122	2,83	132	2,80	142	2,94
103	2,815	113	2,76	123	2,83	133	2,715	143	2,83
104	2,85	114	2,59	124	2,83	134	2,68	144	2,73
105	2,78	115	2,89	125	2,86	135	2,705	145	2,73
106	2,73	116	2,85	126	2,88	136	2,72	146	2,67
107	2,84	117	2,84	127	2,84	137	2,63	147	2,73
108	2,81	118	2,75	128	2,74	138	2,72	148	2,77
109	2,70	119	2,88	129	2,825	139	2,655	149	2,75
110	2,82	120	2,84	130	2,815	140	2,655	150	2,64
S	27,86	S	27,90	S	28,045	S	27,07	S	27,505
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,7	M	2,8
Mx	2,85	Mx	2,89	Mx	2,88	Mx	2,80	Mx	2,94
Mn	2,73	Mn	2,59	Mn	2,595	Mn	2,63	Mn	2,64
D	0,12	D	0,30	D	0,285	D	0,17	D	0,30

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
151	2,74								
152	2,65								
153	2,71								
154	2,71								
155	2,74								
156	2,64								
157	2,80								
158	2,80								
159	2,79								
160	2,785								
S	27,56								
M	2,8								
Mx	2,985								
Mn	2,64								
D	0,345								

Vp. P

1	2,92	11	2,72	21	2,78	31	2,895	41	2,725
2	2,85	12	2,83	22	2,92	32	3,055	42	2,695
3	2,93	13	2,70	23	2,85	33	2,885	43	2,665
4	2,625	14	2,77	24	2,67	34	2,83	44	2,75
5	2,705	15	2,765	25	2,80	35	2,775	45	2,695
6	3,005	16	2,755	26	2,78	36	2,99	46	2,72
7	2,735	17	2,755	27	2,675	37	2,895	47	2,71
8	2,92	18	2,67	28	2,76	38	2,65	48	2,83
9	2,64	19	2,975	29	2,77	39	2,725	49	2,64
10	2,92	20	2,78	30	3,05	40	2,835	50	2,855
S	28,250	S	27,720	S	28,055	S	28,535	S	27,285
M	2,8	M	2,8	M	2,8	M	2,9	M	2,7
Mx	3,005	Mx	2,975	Mx	3,05	Mx	3,055	Mx	2,855
Mn	2,64	Mn	2,67	Mn	2,67	Mn	2,65	Mn	2,64
D	0,365	D	0,305	D	0,38	D	0,405	D	0,215
51	2,92	61	2,745	71	2,74	81	2,695	91	2,755
52	2,875	62	2,67	72	2,70	82	2,885	92	2,735
53	2,78	63	2,84	73	2,74	83	2,895	93	2,795
54	2,825	64	2,66	74	2,75	84	2,87	94	2,755
55	2,85	65	2,68	75	2,70	85	2,77	95	2,76
56	2,845	66	2,76	76	2,795	86	2,79	96	2,68
57	2,70	67	2,705	77	2,775	87	2,76	97	2,72
58	2,69	68	2,765	78	2,835	88	2,87	98	2,71
59	2,80	69	2,72	79	2,765	89	2,855	99	2,88
60	2,765	70	2,73	80	2,775	90	2,785	100	2,74
S	28,050	S	27,275	S	27,575	S	28,175	S	27,530
M	2,8	M	2,7	M	2,8	M	2,8	M	2,8
Mx	2,92	Mx	2,84	Mx	2,835	Mx	2,885	Mx	2,88
Mn	2,69	Mn	2,66	Mn	2,70	Mn	2,695	Mn	2,68
D	0,23	D	0,18	D	0,135	D	0,190	D	0,20

DURCHSCHNITTSBERECHNUNGEN VON SCHWAN-
KUNGSGRÖSSEN AUS DEN AUSWERTUNGEN VON
DEN VERSCHIEDENEN VERSUCHSPERSONEN
(Schwingungsreihe 1321—1487)

Gruppe	Vp. A	Vp. B	Vp. C	Vp. D	Vp. E	Vp. F	Vp. G	Vp. H
1	0,14	0,42	0,47	0,255	0,435	0,165	0,57	0,505
2	0,13	0,18	0,64	0,325	0,215	0,185	0,24	0,31
3	0,165	0,405	0,69	0,28	0,735	0,13	0,09	0,33
4	0,255	0,26	0,52	0,275	0,66	0,28	0,275	0,515
5	0,145	0,49	0,61	0,405	0,645	0,165	0,235	0,405
6	0,155	0,465	0,13	0,25	0,635	0,165	0,185	0,305
7	0,215	0,34	0,38	0,41	0,54	0,105	0,13	0,175
8	0,18	0,40	0,45	0,125	0,31	0,235	0,455	0,19
9	0,115	0,105	0,45	0,115	0,365	0,12	0,23	0,305
10	0,095	0,165	0,45	0,13	0,445	0,175	0,125	0,39
11	0,105	0,285	0,72	0,135	0,35	0,115	0,145	0,455
12	0,165	0,295	0,74	0,16	0,46	0,215	0,235	0,15
13	0,16	0,11	0,73	0,17	0,395	0,28	0,47	0,185
14	0,145	0,24	0,62	0,185	0,30	0,11	0,25	0,165
15	0,205	0,12	0,59	0,17	0,25	0,18	0,14	0,475
16	0,30	0,30	0,73	0,285	0,655	0,245	0,355	0,275
S	2,675	4,58	8,92	3,675	7,395	2,87	4,13	5,135
M	0,17	0,29	0,56	0,23	0,46	0,18	0,26	0,32

Gruppe	Vp. I	Vp. K	Vp. L	Vp. M	Vp. N	Vp. O	Vp. P
1	0,675	0,43	0,51	0,615	0,23	0,135	0,365
2	0,625	0,175	0,38	0,29	0,145	0,175	0,395
3	0,67	0,48	0,43	0,20	0,165	0,485	0,38
4	0,485	0,70	0,255	0,365	0,505	0,37	0,495
5	0,305	0,24	0,19	0,225	0,25	0,435	0,215
6	0,29	0,21	0,285	0,23	0,80	0,24	0,23
7	0,37	0,125	0,235	0,105	0,13	0,135	0,18
8	0,165	0,31	0,21	0,235	0,17	0,365	0,135
9	0,52	0,16	0,49	0,28	0,99	0,145	0,19
10	0,16	0,52	0,19	0,25	0,14	0,44	0,20
11	0,67	0,435	0,37	0,20	0,25	0,12	0,12
12	0,61	0,32	0,44	0,325	0,20	0,30	0,285
13	0,53	0,25	0,17	0,16	0,185	0,285	0,25
14	0,27	0,27	0,21	0,24	0,14	0,17	0,105
15	0,08	0,22	0,275	0,15	0,165	0,30	0,205
16	0,34	0,375	0,16	0,355	0,215	0,345	0,22
S	6,765	5,22	4,80	4,225	3,78	4,445	3,79
M	0,42	0,33	0,30	0,26	0,24	0,28	0,24

UMWERTUNG DER MITTLEREN SCHWANKUNGS-GRÖSSEN AUS DER AUSWERTUNG DER SCHWINGUNGSREIHE 1321—1487 DURCH VERSCHIEDENE PERSONEN IN RADIIEN ZWECKS DARSTELLUNG DER PERSÖNLICHEN LEISTUNG IN KREISEN

Berechnung : x (Schwankungsgröße) = $r^2 \cdot \pi$; $r = \sqrt{\frac{x}{\pi}}$

Vp.	mittlere Schwankungsgröße	Einheit	log. $\left\{ \begin{matrix} A \\ B \\ \text{etc.} \end{matrix} \right.$	log π	log r^2	log r	
A	0,17	17	1,23045	0,49715	0,73330	0,36665	2,326
B	0,29	29	1,46240	„	0,96525	0,482625	3,038
C	0,56	56	1,74819	„	1,25104	0,62552	4,222
D	0,23	23	1,36173	„	0,86458	0,43229	2,706
E	0,46	46	1,66276	„	1,16561	0,582805	3,827
F	0,18	18	1,25527	„	0,75812	0,37906	2,394
G	0,26	26	1,41497	„	0,91782	0,45891	2,877
H	0,32	32	1,50515	„	1,00800	0,50400	3,192
I	0,42	42	1,62325	„	1,12610	0,56305	3,656
K	0,33	33	1,51851	„	1,02136	0,51068	3,241
L	0,30	30	1,47712	„	0,97997	0,489985	3,090
M	0,26	26	1,41497	„	0,91782	0,45891	2,877
N	0,24	24	1,38021	„	0,88306	0,44153	2,764
O	0,28	28	1,44716	„	0,95001	0,475005	2,985
P	0,24	24	1,38021	„	0,88306	0,44153	2,764

AUSWERTUNGEN DURCH VERSCHIEDENE PERSONEN
AUF VERSCHIEDENEN MESSVORRICHTUNGEN.

(Die Bezeichnungen: 1a; 2 ab; 3 benennen die Meßapparate;
vgl. Tabellen S. 191—195).

(Versuchsperson A. siehe gleichfalls S. 191—195).

E: 2 b

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
10821	2,67	10837	2,78	10853	2,81	10869	2,78	10885	2,865
10822	77	10838	775	10854	85	10870	795	10886	82
10823	805	10839	81	10855	925	10871	725	10887	72
10824	81	10840	83	10856	885	10872	73	10888	76
10825	84	10841	805	10857	92	10873	72	10889	735
10826	89	10842	955	10858	95	10874	78	10890	915
10827	87	10843	92	10859	965	10875	66	10891	685
10828	905	10844	97	10860	905	10876	81	10892	685
10829	95	10845	975	10861	3,12	10877	845	10893	905
10830	94	10846	92	10862	07	10878	91	10894	92
10831	92	10847	955	10863	00	10879	985	10895	93
10832	87	10848	83	10864	105	10880	95	10896	97
10833	85	10849	84	10865	055	10881	3,05		
10834	83	10850	84	10866	05	10882	2,895		
10835	77	10851	74	10867	2,93	10883	945		
10836	87	10852	86	10868	92	10884	895		

E: 3

10821	2,64	10842	2,905	10863	2,975	10884	2,875	10905	2,695
10822	67	10843	865	10864	955	10885	79	10906	875
10823	64	10844	945	10865	3,035	10886	995	10907	305
10824	725	10845	645	10866	925	10887	525	10908	955
10825	635	10846	87	10867	86	10888	77	10909	745
10826	90	10847	865	10868	835	10889	655	10910	85
10827	865	10848	78	10869	72	10890	75	10911	87
10828	88	10849	755	10870	73	10891	76	10912	855
10829	855	10850	075	10871	665	10892	69	10913	84
10830	865	10851	675	11872	67	10893	77	10914	845
10831	845	10852	76	10873	615	10894	855	10915	84
10832	77	10853	765	10874	695	10895	94	10916	795
10833	815	10854	75	10875	65	10896	87	10917	86
10834	675	10855	82	10876	745	10897	83	10918	89
10835	73	10856	78	10877	765	10898	665	10919	84
10836	775	10857	82	10878	86	10899	815	10920	785
10837	735	10858	915	10879	845	10900	815	10921	76
10838	69	10859	815	10880	90	10901	755		
10839	75	10860	895	10881	86	10902	805		
10840	77	10861	985	10882	89	10903	755		
10841	735	10862	3,00	10883	875	10904	72		

F: 1a

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
10821	2,625	10842	2,895	10863	3,005	0884	2,95	10905	3,07
10822	70	10843	815	10864	065	885	80	10906	2,385
10823	73	10844	935	10865	02	10886	775	10907	67
10824	755	10845	925	10866	2,98	10887	72	10908	775
10825	79	10846	87	10867	935	10888	79	10909	935
10826	775	10847	90	10868	81	10889	645	10910	88
10827	82	10848	82	10869	745	10890	79	10911	81
10828	895	10849	845	10870	765	10891	77	10912	865
10829	965	10850	765	10871	69	10892	745	10913	845
10830	86	10851	68	10872	675	10894	775	10914	685
10831	905	10852	71	10873	735	10894	88	10915	87
10832	835	10853	775	10874	76	10895	3,005	10916	88
10833	785	10854	77	10875	615	10896	93	10917	85
10834	775	10855	775	10876	765	10897	2,795	10918	90
10835	74	10856	855	10877	80	10898	775	10819	88
10836	765	10857	835	10878	885	10899	84	10920	84
10837	755	10868	89	10879	91	10900	80	10921	83
10838	70	10859	90	10880	3,115	10901	845		
10839	80	10860	84	10881	2,905	10902	81		
10840	80	10861	3,09	10882	965	10903	86		
14841	825	10862	085	10883	835	10904	825		

F: 2a

10821	2,70	10837	2,835	10853	2,80	10869	2,78	10885	2,835
10822	775	10838	745	10854	865	10870	70	10886	81
10823	795	10839	78	10855	805	10871	745	10887	76
10824	90	10840	87	10856	87	10872	74	10888	785
10825	84	10841	79	10857	94	10873	75	10889	745
10826	86	10842	955	10858	95	10874	755	10890	72
10827	835	10843	3,055	10859	87	10875	715	10891	81
10828	92	10844	2,925	10860	93	10876	78	10892	735
10829	925	10845	75	10861	3,085	10877	83	10893	92
10830	93	10846	3,055	10862	085	10878	89	10894	92
10831	92	10847	2,91	10863	045	10879	3,03	10895	93
10832	875	10848	955	10864	105	10880	2,955	10896	995
10833	87	10849	72	10865	15	10881	3,015		
10834	81	10850	865	10866	2,95	10882	2,95		
10835	77	10851	75	10867	93	10883	77		
10836	875	10852	875	10868	92	10884	915		

F: 2b

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
10821	2,72	10837	2,795	10853	2,815	10869	2,79	10885	2,885
10822	745	10838	765	10854	85	10870	79	10886	785
10823	785	10839	81	10855	915	10871	73	10887	765
10824	84	10840	84	10856	92	10872	73	10888	76
10825	825	10841	805	10857	895	10873	72	10889	725
10826	885	10842	945	10858	94	10874	775	10890	82
10827	86	10843	925	10859	96	10875	68	10891	795
10828	935	10844	98	10860	935	10876	805	10892	695
10829	95	10845	98	10861	3,11	10877	83	10893	88
10830	95	10846	915	10862	98	10878	91	10894	91
10831	90	10847	855	10863	96	10879	79	10895	935
10832	87	10848	845	10864	995	10880	955	10896	965
10833	84	10849	85	10865	975	10881	3,02		
10834	83	10850	82	10866	3,01	10882	2,91		
10835	815	10851	75	10867	2,95	10883	94		
10836	825	10852	845	10868	91	10884	875		

F: 3

10821	2,615	10842	2,89	10863	3,01	10884	2,905	10905	2,78
10822	695	10843	895	10864	975	10885	82	10906	74
10823	795	10844	94	10865	925	10886	785	10907	795
10824	755	10845	91	10866	2,97	10887	72	10908	785
10825	785	10846	89	10867	865	10888	72	10909	795
10826	80	10847	87	10968	855	10889	69	10910	88
10827	80	10848	82	10869	755	10890	78	10911	875
10828	905	10849	82	10870	765	10891	825	10912	90
10829	90	10850	775	10971	71	10892	70	10913	855
10830	905	10851	725	10872	675	10893	86	10914	86
10831	85	10852	805	10873	705	10894	835	10915	86
10832	81	10853	755	10874	73	10895	955	10916	985
10833	80	10854	755	10875	695	10896	90	10917	81
10834	77	10855	805	10876	76	10897	785	10918	855
10835	75	10856	82	10877	775	10898	895	10919	895
10836	745	10857	84	10878	885	10899	84	10920	895
10837	755	10858	90	10879	92	10900	82	10921	86
10838	75	10859	905	10880	91	10901	77		
10839	78	10860	92	10881	935	10902	805		
10840	78	10861	3,02	10882	885	10903	795		
10841	83	10862	925	10883	89	10904	74		

H: 1a

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
10821	2,58	10842	2,935	10863	3,16	10884	2,92	10905	2,82
10822	81	10843	96	10864	65	10885	79	10906	71
10823	725	10844	96	10865	065	10886	815	10907	54
10824	815	10845	98	10866	2,99	10887	72	10908	88
10825	74	10846	99	10867	865	10888	74	10909	735
10826	905	10847	935	10868	865	10889	65	10910	86
10827	84	10848	86	10869	76	10890	765	10911	805
10828	885	10849	81	10870	755	10891	805	10912	82
10829	935	10850	845	10871	775	10892	71	10913	82
10830	94	10851	715	10872	655	10893	75	10914	88
10831	90	10852	795	10873	715	10894	945	10915	865
10832	895	10853	755	10874	73	10895	90	10916	775
10833	81	10854	78	10875	635	10896	885	10917	775
10834	845	10855	80	10876	765	10897	93	10918	3,045
10835	76	10856	905	10877	81	10898	755	10919	286
10836	83	10857	885	10878	915	10899	88	10920	83
10837	785	10858	875	10879	795	10900	735	10921	755
10838	775	10859	92	10880	3,10	10901	755		
10839	765	10860	90	10881	2,95	10902	815		
10840	815	10861	3,035	10882	98	10903	695		
10841	76	10862	03	10883	85	10904	705		

H: 3

10821	2,575	10842	2,96	10863	2,965	10884	2,91	10905	2,77
10822	745	10843	90	10864	3,06	10885	815	10906	77
10823	725	10844	925	10865	04	10886	89	10907	755
10824	74	10845	915	10866	2,97	10887	695	10908	815
10825	795	10846	91	10867	91	10888	76	10909	775
10826	805	10847	88	10868	87	10889	69	10910	81
10827	83	10848	77	10869	745	10890	785	10911	85
10828	865	10849	81	10870	745	10891	77	10912	82
10829	945	10850	80	10871	73	10892	905	10913	84
10830	905	10851	70	10872	68	10893	86	10914	885
10831	83	10852	93	10873	715	10894	885	10915	84
10832	765	10853	755	10874	745	10895	955	10916	855
10833	885	10854	77	10875	695	10896	86	10917	88
10834	755	10855	82	10876	96	10897	955	10918	76
10835	78	10856	83	10877	605	10898	845	10919	915
10836	735	10857	87	10878	86	10899	785	10920	865
10837	755	10858	895	10879	915	10900	855	10921	865
10838	73	10859	87	10880	90	10901	805		
10839	795	10860	92	10881	93	10902	72		
10840	785	10861	3,05	10882	905	10903	80		
10841	785	10862	185	10883	90	10904	775		

J: 1a

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
10821	2,88	10842	3,13	10863	3,04	10884	2,87	10905	2,70
10822	765	10843	2,82	10864	015	10885	87	10906	76
10823	78	10844	3,06	10865	075	10886	73	10907	865
10824	81	10845	2,97	10866	2,98	10887	74	10908	76
10825	78	10846	94	10867	88	10888	68	10909	755
10826	875	10847	98	10868	865	10889	72	10910	78
10827	825	10848	80	10869	805	10890	76	10911	70
10828	90	10849	80	10870	71	10891	73	10912	3,02
10829	935	10850	86	10871	715	10892	69	10913	2,74
10830	97	10851	73	10872	515	10893	84	10914	93
10831	84	10852	80	10873	81	10894	925	10915	85
10832	86	10853	74	10874	685	10895	3,035	10916	73
10833	70	10854	795	10875	695	10896	2,84	10917	96
10834	92	10855	805	10876	735	10897		10918	90
10835	76	10856	875	10877	835	10898	80	10919	895
10836	82	10857	905	10878	92	10899	79	10920	855
10837	80	10858	89	10879	79	10900	78	10921	83
10838	73	10859	97	10880	3,01	10901	77		
10839	78	10860	86	10881	2,89	10902	795		
10840	835	10861	3,06	10882	865	10903	765		
10841	605	10862	05	10883	925	10904	75		

J: 3

10821	2,655	10842	2,92	10863	2,84	10884	2,78	10905	2,75
10822	685	10843	90	10864	81	10885	80	10906	74
10823	71	10844	86	10865	69	10886	70	10907	79
10824	71	10845	82	10866	71	10887	84	10908	67
10825	79	10846	73	10867	68	10888	80	10909	86
10826	75	10847	79	10868	71	10889	93	10910	85
10827	83	10848	79	10869	68	10890	95	10911	83
10828	87	10849	83	10870	72	10891	76	10912	85
10829	89	10850	80	10871	77	10892	62	10913	78
10830	92	10851	77	10872	76	10893	84	10914	88
10831	76	10852	79	10873	87	10894	86	10915	87
10832	81	10853	84	10874	93	10895	92	10916	83
10833	79	10854	83	10875	88	10896	91	10917	85
10834	75	10855	90	10876	92	10897	87	10918	88
10835	73	10856	92	10877	90	10898	82	10919	89
10836	76	10857	3,01	10878	91	10899	77	10920	85
10837	74	10858	01	10879	3,01	10900	83	10921	88
10838	75	10859	2,95	10880	2,82	10901	82		
10839	81	10860	3,04	10881	73	10902	37		
10940	77	10861	02	10882	76	10903	76		
10841	88	10962	2,94	10883	44	10904	73		

L: 1a

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
10821	2,83	10842	2,895	10863	3,01	10884	2,685	10905	3,20
10822	66	10843	855	10864	07	10885	98	10906	2,78
10823	75	10844	90	10865	2,95	10886	78	10907	765
10824	76	10845	99	10866	3,03	10887	65	10908	395
10825	75	10846	84	10867	2,895	10888	665	10909	3,06
10826	80	10847	92	10868	87	10889	855	10910	2,99
10827	88	10848	795	10869	77	10890	805	10911	3,035
10828	94	10849	655	10870	475	10891	715	10912	2,885
10829	85	10850	91	10871	915	10892	65	10913	865
10830	875	10851	63	10872	695	10893	82	10914	905
10831	905	10852	805	10873	69	10894	90	10915	86
10832	76	10853	835	10874	73	10895	98	10916	725
10833	84	10854	505	10875	64	10896	98	10917	83
10834	86	10855	3,115	10876	845	10897	845	10918	985
10835	695	10856	2,76	10877	785	10898	81	10919	83
10836	695	10857	88	10878	84	10899	77	10920	045
10837	66	10858	92	10879	70	10900	78	10921	90
10838	855	10859	88	10880	875	10901	91		
10839	76	10860	96	10881	935	10902	80		
10840	83	10861	3,00	10882	3,005	10903	83		
10841	805	10862	04	10883	2,86	10904	39		

L: 2a

10821	3,05	10837	2,985	10853	2,785	10869	2,79	10885	2,86
10822	2,44	10838	51	10854	875	10870	79	10886	805
10823	3,16	10839	3,05	10855	825	10871	77	10887	76
10824	2,90	10840	2,43	10856	89	10872	585	10888	745
10825	83	10841	795	10857	90	10873	765	10889	815
10826	83	10842	3,315	10858	90	10874	82	10890	665
10827	65	10843	2,53	10859	595	10875	745	10891	46
10828	82	10844	3,39	10860	3,335	10876	79	10892	3,075
10829	3,00	10845	2,53	10861	05	10877	835	10893	2,96
10830	185	10846	3,32	10862	2,88	10878	88	10894	90
10831	2,915	10847	2,565	10863	3,26	10879	3,02	10895	95
10832	88	10848	3,105	10864	07	10880	2,64	10896	67
10833	83	10849	2,96	10865	2,94	10881	3,28		
10834	885	10850	79	10866	3,12	10882	2,99		
10835	815	10851	745	10867	2,955	10883	975		
10836	655	10852	94	10868	915	10884	88		

L: 2b

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
10821	2,69	10837	2,80	10853	2,83	10869	2,80	10885	2,84
10822	76	10838	77	10854	81	10870	76	10886	80,5
10823	82	10839	81	10855	91	10871	75	10887	77,5
10824	84	10840	84	10856	91	10872	71	10888	69
10825	82,5	10841	83,5	10857	88	10873	75	10889	78
10826	85,5	10842	92,5	10858	94	10874	75	10890	86
10827	90	10843	92	10859	92,5	10875	69	10891	76
10828	93	10844	98	10860	94,5	10876	79	10992	71,5
10829	92	10845	94	10861	3,97	10877	82	10993	89
10830	88	10846	91	10862	11	10878	86,5	10894	96
10831	91	10847	94	10863	93	10879	3,08	10895	83,5
10832	91	10848	83	10864	10	10880	2,92	10896	3,00
10833	84	10849	83	10865	07	10881	3,005		
10834	82	10850	88	10866	2,99	10882	2,96		
10835	88	10851	73	10867	92,5	10983	94,5		
10836	75,5	10852	85	10868	95,5	10884	91,5		

L: 3

10821	2,62	10842	2,915	10863	3,03	10884	2,90	10905	2,71
10822	72	10843	88	10864	01	10885	82	10906	75
10823	71,5	10844	95	10865	01	10886	73	10907	84
10824	76	10845	93	10866	98,5	10887	75	10908	75
10825	79,5	10846	89	10867	94,5	10888	75	10909	83
10826	84	10847	85,5	10868	80	10889	72	10910	86
10827	89,5	10848	80,5	10869	77	10890	82	10911	82
10828	88,5	10849	81	10870	79	10891	72	10912	87,5
10829	3,005	10850	75	10871	76,5	10892	66	10913	85,5
10830	2,81	10851	62	10872	68,5	10893	61,5	10914	89
10831	92	10852	87	10873	70	10894	90	10915	85
10832	82	10853	76	10874	71,5	10985	82	10916	85
10833	76	11854	74	10875	79,5	10896	73	10917	83
10834	78,5	10855	80,5	10876	78	10897	75	10918	87,5
10835	78,5	10856	82	10877	82	10898	75	10919	88
10836	71,5	10857	80,5	10878	83	10899	72	10920	96
10837	3,08	10858	90	10879	95	10900	82	14921	89
10838	2,68	10859	90	10880	89	10901	72		
10839	80	10860	99,5	10881	96	10902	77		
10840	79	10861	3,03	10882	95	10903	77		
10841	75,5	10862	01	10883	91	10904	83		

M: 1a

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
10821	2,645	10842	905	10863	3,02	10884	2,86	10905	865
10822	655	10843	865	10864	15	10885	845	10906	73
10823	67	10844	915	10865	015	10886	825	10907	705
10824	735	10845	3,005	10866	2,94	10887	705	10908	785
10825	795	10846	2,815	17867	90	10888	725	10909	80
10826	85	10847	91	10868	79	10889	75	10910	89
10827	85	10848	80	10869	72	10890	78	10911	895
10828	785	10849	87	10870	83	10891	675	10912	905
10829	94	10850	715	10871	69	10892	805	10913	88
10830	93	10851	69	10872	67	10893	84	10914	25
10831	70	10852	785	10873	72	10894	87	10915	3,17
10832	905	10853	775	10874	775	10895	935	10916	2,92
10833	86	10854	80	10875	66	10896	895	10917	82
10834	78	10855	82	10876	705	10897	845	10918	93
10835	735	10856	835	10877	86	10898	78	10919	88
10836	78	10857	825	10878	915	10999	845	10920	865
10837	73	10858	91	10879	975	10900	80	10921	90
10838	68	10859	93	10880	625	10901	84		
10839	81	10860	875	10881	3,08	10902	745		
10840	855	10861	3,015	10882	2,83	10903	805		
10841	77	10862	03	10883	865	10904	785		

M: 3

10821	2,945	10842	2,905	10863	3,005	10884	2,885	10905	2,78
10822	415	10843	86	10864	06	10885	85	10906	75
10823	695	10844	95	10865	035	10886	765	10907	83
10824	765	10845	93	10866	2,98	10887	70	10908	685
10825	77	10846	905	10867	835	10888	745	10909	815
10826	82	10847	88	10868	885	10889	715	10910	965
10827	80	10848	835	10869	715	10890	76	10911	825
10828	88	10849	80	10870	76	10891	80	10912	94
10829	93	10850	77	10871	67	10892	70	10913	885
10830	89	10851	70	10872	69	10893	81	10914	87
10831	86	10852	80	10873	71	10894	91	10915	845
10832	85	10853	75	10074	71	10895	925	10916	845
10833	805	10854	83	10875	69	10896	975	10917	83
10834	775	10855	78	10876	81	10897	85	10918	83
10835	72	10856	84	10877	71	10898	695	10919	93
10836	72	10857	855	10878	88	10899	855	10920	855
10837	80	10858	85	10879	91	10900	85	10921	89
10838	74	10859	945	10880	915	10901	775		
10839	77	10860	925	10881	96	10902	80		
10840	815	10861	3,00	10882	865	10903	79		
10841	785	10862	115	10883	925	10904	735		

N: 1a

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
10821	2,65	10842	2,955	10863	2,865	10884	2,835	10905	2,80
10822	70	10843	70	10864	3,22	10885	955	10906	75
10823	485	10844	3,03	10865	2,99	10886	74	10907	575
10824	3,01	10845	2,915	10966	86	10887	615	10908	3,005
10825	2,54	10846	965	10867	3,01	10888	885	10909	2,34
10826	825	10847	92	10868	2,83	10889	58	10910	975
10827	755	10848	85	10869	75	10890	795	10911	61
10828	3,095	10849	825	10870	705	10891	66	10912	875
10829	2,89	10850	765	10871	745	10892	845	10913	3,075
10830	93	10851	60	10872	555	10893	795	10914	87
10831	845	10852	865	10873	87	10994	755	10915	64
10832	815	10853	775	10874	70	10895	3,03	10916	92
10833	685	10854	56	10875	635	10896	2,995	10917	3,00
10834	725	10855	3,005	10876	72	10897	995	10918	2,985
10835	895	10856	2,82	10877	675	10898	785	10919	795
10836	785	10857	925	10878	3,015	10899	855	10920	85
10837	515	10858	82	10879	2,69	10900	3,045	10921	72
10838	85	10859	96	10880	3,105	10901	2,775		
10839	665	10860	925	10881	84	10902	3,11		
10840	3,02	10861	975	10882	3,135	10903	2,54		
10841	2,685	10862	3,025	10883	2,785	10904	775		

N: 2a

10821	2,695	10837	2,90	10853	2,77	10869	2,805	10885	2,865
10822	795	10838	695	10854	87	10870	78	10886	785
10823	755	10839	85	10855	86	10871	78	10887	77
10824	895	10840	81	10856	84	14872	67	10888	79
10825	79	10841	81	10857	90	10873	76	10889	73
10826	84	10842	895	10858	93	10874	775	10890	765
10827	895	10843	955	10859	935	10975	67	10891	805
10828	91	10844	95	10860	96	10876	80	10892	75
10829	935	10845	97	10861	3,055	10877	845	10893	94
10830	95	10846	3,04	10862	09	10878	915	10894	88
10831	93	10847	2,865	10863	04	10879	3,015	10895	95
10832	845	10848	825	10864	07	10880	2,975	10896	95
10833	855	10849	78	10865	065	10881	985		
10834	80	10850	84	10866	035	10882	93		
10835	84	10851	785	10867	2,905	10883	96		
10836	765	14852	915	10868	92	10884	94		

N: 2b

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
10821	2,715	10837	2,785	10853	2,82	10869	2,76	10885	2,85
10822	73	10838	75	10854	835	10870	795	10886	82
10823	79	10839	85	10855	905	10871	77	10887	76
10824	86	10840	805	10856	905	10872	69	10888	79
10825	815	10841	835	10857	90	10873	765	10889	71
10826	865	10842	915	10858	905	10874	745	10890	80
10827	88	10843	935	10859	94	10875	75	10891	81
10828	93	10844	99	10860	955	10876	75	10892	75
10829	94	10845	97	10861	3,065	10877	855	10893	86
10830	95	10846	925	10862	07	10878	885	10894	90
10831	89	10847	92	10863	075	10879	3,02	10895	96
10832	85	10848	84	10864	065	10880	2,95	10896	97
10833	85	10849	825	10865	06	10881	3,01		
10834	815	10850	865	10866	02	10882	2,94		
10835	89	10851	76	10867	2,925	10883	91		
10836	77	10852	845	10868	93	10884	93		

N: 3

10821	2,64	10842	2,84	10863	3,015	10884	2,86	10905	2,81
10822	645	10843	94	10864	05	10885	80	10906	72
10823	755	10844	92	10865	03	10886	79	10907	83
10824	785	10845	91	10866	2,905	10887	72	10908	805
10825	705	10846	88	10867	91	10888	74	10909	785
10826	85	10847	87	10868	815	10889	64	10910	86
10827	805	10848	82	10869	76	10890	79	10911	815
10828	905	10849	82	10870	74	10891	75	10912	895
10829	89	10850	77	10871	73	11892	685	10913	88
10830	94	10851	68	10872	65	10893	855	10914	805
10831	82	10852	75	10873	71	10894	825	10915	855
10832	845	10853	76	10874	74	10895	94	10916	87
10833	80	10854	76	10975	68	10896	91	10917	85
10834	73	10855	795	10876	745	10897	89	10918	795
10835	78	10856	84	10877	805	10898	77	10919	89
10836	76	10857	89	10878	855	10899	85	10920	925
10837	77	10858	86	10879	935	10900	80	10921	865
10838	75	10859	93	10880	92	10901	785		
10839	74	10860	90	10881	94	10902	815		
10840	805	10861	3,03	10882	92	10903	77		
10841	785	10862	005	10883	87	10904	765		

P: 1a

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
10821	2,725	10841	2,715	10861	3,065	10881	2,915	10901	2,84
10822	79	10842	98	10862	12	10882	97	10902	745
10823	755	10843	895	10863	2,97	10883	92	10903	79
10824	745	10844	975	10864	3,04	10884	86	10904	72
10825	80	10845	3,03	10865	2,97	10885	76	10905	71
10826	865	10846	2,08	10866	3,025	10886	755	10906	85
10827	875	10847	86	10867	2,865	10887	725	10907	815
10828	87	10848	855	10868	90	10888	73	10908	74
10829	975	10849	805	10869	77	10889	69	10909	775
10830	895	10850	81	10870	665	10890	77	10910	82
10831	845	10851	69	10871	715	10891	765	10911	93
10832	815	10852	80	10872	69	10892	83	10912	67
10833	82	10853	74	10873	725	10893	94	10913	96
10834	90	10854	80	10874	75	10894	91	10914	905
10835	715	10855	75	10875	665	10895	945	10915	825
10836	81	10856	90	10876	81	10896	895	10916	76
10837	81	10857	92	10877	75	10897	79	10917	885
10838	735	10858	86	10878	92	10898	675	10918	905
10839	815	10859	96	10879	865	10899	995	10919	83
10840	85	10860	925	10880	3,01	10900	155	10920	85

P: 2b

10821	2,70	10837	2,76	10853	2,815	10869	2,82	10885	2,84
10822	725	10838	78	10854	835	10870	76	10886	81
10823	815	10839	82	10855	885	10871	755	10887	75
10824	845	10840	82	10856	95	10872	685	10888	77
10825	82	10841	81	10857	89	10873	785	10889	72
10826	865	10842	92	10858	93	10874	75	10890	81
10827	885	10843	935	10859	975	10875	695	10891	82
10828	945	10844	3,00	10860	90	10876	79	10892	68
10829	925	10845	98	10861	3,11	10877	83	10893	93
10830	94	10846	935	10862	06	10878	925	10894	86
10831	89	10847	91	10863	07	10879	99	10895	98
10832	865	10848	845	10864	10	10880	945	10896	95
10833	835	10849	865	10865	065	10881	3,025		
10834	83	10850	82	10866	01	10882	2,94		
10835	81	10851	765	10867	2,925	10883	90		
10836	86	10852	83	10868	92	10884	93		

B 3 Schwingungsreihe: 1321—1487

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
1321	2,77	1355	2,89	1389	2,73	1423	2,85	1457	2,66
1322	80	1356	89	1390	74	1424	81	1458	72
1323	83	1357	86	1391	75	1425	73	1459	65
1324	81	1358	70	1392	74	1426	80	1460	66
1325	77	1359	83	1393	69	1427	77	1461	69
1326	87	1360	72	1394	76	1428	81	1462	67
1327	80	1361	72	1395	68	1429	68	1463	70
1328	87	1362	68	1396	75	1430	76	1464	73
1329	78	1363	75	1397	76	1431	75	1465	71
1330	79	1364	72	1398	84	1432	74	1466	67
1331	82	1365	73	1399	82	1433	73	1467	73
1332	76	1366	72	1400	83	1434	77	1468	71
1333	80	1367	71	1401	80	1435	80	1469	74
1334	77	1368	79	1402	78	1436	82	1470	65
1335	75	1369	76	1403	84	1437	74	1471	71
1336	83	1370	76	1404	82	1438	87	1472	69
1337	78	1371	92	1405	81	1439	86	1473	64
1338	80	1372	83	1406	88	1440	86	1474	71
1339	86	1373	81	1407	81	1441	91	1475	69
1340	74	1374	83	1408	2,80	1442	82	1476	64
1341	81	1375	84	1409	80	1443	86	1477	81
1342	77	1376	80	1410	78	1444	80	1478	79
1343	90	1377	82	1411	75	1445	87	1479	81
1344	76	1378	78	1412	78	1446	85	1480	89
1345	76	1379	75	1413	79	1447	89	1481	93
1346	86	1380	3,22	1414	75	1448	75	1482	85
1347	80	1381	2,28	1415	75	1449	79	1483	82
1348	89	1482	77	1416	65	1450	76	1484	90
1349	80	1483	69	1417	74	1451	80	1485	76
1350	89	1384	72	1418	74	1452	77	1486	86
1351	90	1385	70	1419	74	1453	74	1487	72
1352	91	1386	71	1420	77	1454	71		
1353	91	1387	73	1421	75	1455	68		
1354	88	1388	75	1422	77	1456	72		

SCHWANKUNGSGRÖSSEN ZU DEN AUSWERTUNGEN

10820—10920 (vgl. S. 222—223)

(Die Auswertungen sind in 8 bzw. 10 Gruppen eingeteilt, denen das Maximum und Minimum zwecks Berechnung entnommen ist)

Gruppe	Schwan- kungsgröße	Gruppe	Schwan- kungsgröße	Gruppe	Schwan- kungsgröße	Gruppe	Schwan- kungsgröße			
E 2b	1) Mx 2,95 Mn 2,67 D 0,28	2)	Mx 2,845 Mn 2,695 D 0,15	2)	Mx 2,905 Mn 2,70 D 0,205	2)	Mx 2,92 Mn 2,745 D 0,275			
			2)		Mx 3,075 Mn 2,645 D 0,43		3)	Mx 2,935 Mn 2,765 D 0,17	3)	Mx 3,055 Mn 2,72 D 0,335
					3)			Mx 2,915 Mn 2,675 D 0,24		4)
	4)	Mx 3,035 Mn 2,72 D 0,315	5)	Mx 3,09 Mn 2,745 D 0,345		5)	Mx 3,15 Mn 2,70 D 0,45			
		5)		Mx 2,90 Mn 2,615 D 0,285	6)		Mx 3,115 Mn 2,615 D 0,50	6)	Mx 3,03 Mn 2,715 D 0,315	
	6)		Mx 2,995 Mn 5,25 D 0,47	7)		Mx 2,965 Mn 2,645 D 0,32	7)		Mx 3,015 Mn 2,72 D 0,295	
		7)	Mx 2,94 Mn 2,665 D 0,275		8)	Mx 3,03 Mn 2,745 D 0,285		8)	Mx 2,995 Mn 2,735 D 0,26	
	8)		Mx 2,955 Mn 2,395 D 0,65	9)		Mx 3,07 Mn 2,385 D 0,695	9)		Mx 2,95 Mn 2,72 D 0,23	
		10)	Mx 2,89 Mn 2,76 D 0,13		10)	Mx 2,90 Mn 2,685 D 0,225		10)	Mx 2,90 Mn 2,765 D 0,135	
	E 3		1) Mx 2,90 Mn 2,635 D 0,335	F 1a		1) Mx 2,965 Mn 2,625 D 0,34	F 2a		1) Mx 2,93 Mn 2,70 D 0,23	F 2b
3)		Mx 2,98 Mn 2,805 D 0,175								

Gruppe	Schwan- kungsgröße	Gruppe	Schwan- kungsgröße	Gruppe	Schwan- kungsgröße	Gruppe	Schwan- kungsgröße	
F 3	4) Mx 2,96 Mn 2,75 D 0,21	9)	Mx 2,88 Mn 2,74 D 0,14	H 3 1)	Mx 2,945 Mn 2,575 D 0,37	3)	Mx 3,13 Mn 2,605 D 0,535	
	5) Mx 3,11 Mn 2,79 D 0,32		10)		Mx 2,985 Mn 2,81 D 0,175		2)	Mx 2,885 Mn 2,73 D 0,155
	6) Mx 2,99 Mn 2,68 D 0,31		H 1a 1)	Mx 2,94 Mn 2,58 D 0,36	3)	Mx 2,96 Mn 2,77 D 0,19	5)	Mx 3,075 Mn 2,71 D 0,365
	7) Mx 3,02 Mn 2,725 D 0,295			2)	Mx 2,90 Mn 2,76 D 0,14	4)	Mx 2,92 Mn 2,76 Mn 0,22	6)
	8) Mx 2,965 Mn 2,695 D 0,27		3)	Mx 2,98 Mn 2,76 D 0,22	5)	Mx 3,185 Mn 2,745 D 0,44	7)	Mx 2,925 Mn 2,68 D 0,245
	1) Mx 2,905 Mn 2,615 D 0,29		4)	Mx 2,92 Mn 2,715 D 0,215	6)	Mx 2,96 Mn 2,605 D 0,365	8)	Mx 3,035 Mn 2,69 D 0,345
	2) Mx 2,85 Mn 2,745 D 0,105		5)	Mx 3,16 Mn 2,755 D 0,405	7)	Mx 2,93 Mn 2,69 D 0,21	9)	Mx 2,865 Mn 2,70 D 0,165
	3) Mx 2,94 Mn 2,775 D 0,165		6)	Mx 3,10 Mn 2,635 D 0,465	8)	Mx 2,955 Mn 2,77 D 0,185	10)	Mx 3,02 Mn 2,70 D 0,32
	4) Mx 2,92 Mn 2,725 D 0,195		7)	Mx 2,98 Mn 2,65 D 0,33	9)	Mx 2,815 Mn 2,72 D 0,095	J 3 1)	Mx 2,92 Mn 2,655 D 0,265
	5) Mx 3,075 Mn 2,755 D 0,32		8)	Mx 2,945 Mn 2,71 D 0,235	10)	Mx 2,915 Mn 2,76 D 0,155		2)
	6) Mx 2,92 Mn 2,675 D 0,145	9)	Mx 2,88 Mn 2,54 D 0,34	J 1a 1)	Mx 2,97 Mn 2,765 D 0,215	3)	Mx 2,92 Mn 2,73 D 0,19	
	7) Mx 2,935 Mn 2,69 D 0,245	10)	Mx 3,045 Mn 2,755 D 0,29		2)	Mx 2,92 Mn 2,70 D 0,22	4)	Mx 3,04 Mn 2,77 D 0,27
	8) Mx 2,955 Mn 2,70 D 0,255							

Gruppe	Schwankungsgröße	Gruppe	Schwankungsgröße	Gruppe	Schwankungsgröße	Gruppe	Schwankungsgröße			
L 1a	5) Mx 3,02 Mn 2,68 D 0,34	L 2a	7) Mx 3,005 Mn 2,65 D 0,355	L 2b	1) Mx 2,93 Mn 2,69 D 0,24	5)	Mx 3,03 Mn 2,70 D 0,33			
	6) Mx 3,01 Mn 2,76 D 0,25		8) Mx 2,98 Mn 2,65 D 0,33				2) Mx 2,91 Mn 2,755 D 0,155	6) Mx 2,95 Mn 2,685 D 0,265		
	7) Mx 2,95 Mn 2,44 D 0,51		9) Mx 3,20 Mn 2,39 D 0,81				3) Mx 2,98 Mn 2,83 D 0,15	7) Mx 2,96 Mn 2,72 D 0,24		
	8) Mx 2,92 Mn 2,67 D 0,25		10) Mx 3,035 Mn 2,725 D 0,31				4) Mx 2,945 Mn 2,73 D 0,215	8) Mx 2,95 Mn 2,615 D 0,335		
	9) Mx 2,86 Mn 2,37 D 0,49		1) Mx 3,185 Mn 2,44 D 0,745				5) Mx 3,11 Mn 2,76 D 0,35	9) Mx 2,86 Mn 2,71 D 0,15		
	10) Mx 2,89 Mn 2,78 D 0,11		2) Mx 3,05 Mn 2,43 D 0,62				6) Mx 3,08 Mn 2,69 D 0,39	10) Mx 2,96 Mn 2,82 D 0,14		
	1) Mx 2,94 Mn 2,66 D 0,18		3) Mx 3,39 Mn 2,53 D 0,86				7) Mx 3,005 Mn 2,69 D 0,315	M 1a	1) Mx 2,94 Mn 2,645 D 0,295	
	2) Mx 2,905 Mn 2,66 D 0,245		4) Mx 3,335 Mn 2,595 D 0,74				8) Mx 3,00 Mn 2,715 D 0,285		2) Mx 2,905 Mn 2,68 D 0,225	
	3) Mx 2,99 Mn 2,655 D 0,335		5) Mx 3,26 Mn 2,79 D 0,47				L 3		1) Mx 3,005 Mn 2,62 D 0,385	3) Mx 3,005 Mn 2,715 D 0,29
	4) Mx 3,115 Mn 2,505 D 0,61		6) Mx 3,02 Mn 2,585 D 0,435						2) Mx 3,08 Mn 2,68 D 0,40	4) Mx 2,93 Mn 2,69 D 0,24
5) Mx 3,07 Mn 2,475 D 0,595	7) Mx 3,28 Mn 2,665 D 0,615	3) Mx 2,95 Mn 2,75 D 0,20	5) Mx 3,15 Mn 2,72 D 0,43							
6) Mx 2,875 Mn 2,64 D 0,235	8) Mx 3,075 Mn 2,46 D 0,615	4) Mx 2,995 Mn 2,62 D 0,375	6) Mx 2,97 Mn 2,625 D 0,345							

Gruppe	Schwan- kungsgröße	Gruppe	Schwan- kungsgröße	Gruppe	Schwan- kungsgröße	Gruppe	Schwan- kungsgröße	
M 3	7) Mx 3,08 Mn 2,705 D 0,375	9)	Mx 2,965 Mn 2,685 D 0,28	N 2 a 1)	Mx 2,95 Mn 2,695 D 0,265	5)	Mx 3,075 Mn 2,76 D 0,315	
	8)		Mx 2,935 Mn 2,675 D 0,26		10)		Mx 2,93 Mn 2,825 D 0,105	2)
	8)	Mx 2,89 Mn 2,73 D 0,16	N 1 a 1)	Mx 3,095 Mn 2,485 D 0,61	3)	Mx 3,04 Mn 2,78 D 0,26	7)	Mx 3,01 Mn 2,71 D 0,30
	10)	Mx 3,17 Mn 2,25 D 0,92		2)	Mx 3,02 Mn 2,515 D 0,505	4)	Mx 2,96 Mn 2,77 D 0,19	8)
	1)	Mx 2,945 Mn 2,415 D 0,53	3)	Mx 3,03 Mn 2,685 D 0,345	5)	Mx 3,09 Mn 2,78 D 0,31	N 3 1)	Mx 2,94 Mn 2,64 D 0,30
	2)	Mx 2,86 Mn 2,72 D 0,14	4)	Mx 3,005 Mn 2,56 D 0,445	6)	Mx 3,015 Mn 2,67 D 0,345		2)
	3)	Mx 2,95 Mn 2,77 D 0,18	5)	Mx 3,22 Mn 2,705 D 0,515	7)	Mx 2,985 Mn 2,73 D 0,255	3)	Mx 2,94 Mn 2,77 D 0,17
	4)	Mx 2,945 Mn 2,70 D 0,245	6)	Mx 3,105 Mn 2,555 D 0,55	8)	Mx 2,95 Mn 2,75 D 0,20	4)	Mx 2,93 Mn 2,68 D 0,25
	5)	Mx 3,115 Mn 2,715 D 0,40	7)	Mx 3,135 Mn 2,58 D 0,555	N 2 b 1)	Mx 2,95 Mn 2,715 D 0,245	5)	Mx 3,05 Mn 2,74 D 0,31
	6)	Mx 2,915 Mn 2,67 D 0,245	8)	Mx 3,045 Mn 2,66 D 0,385		2)	Mx 2,89 Mn 2,75 D 0,14	6)
	7)	Mx 2,96 Mn 2,70 D 0,26	9)	Mx 3,11 Mn 2,34 D 0,77	3)	Mx 2,99 Mn 2,825 D 0,165	7)	Mx 2,94 Mn 2,64 D 0,30
	8)	Mx 2,975 Mn 2,695 D 0,28	10)	Mx 3,075 Mn 2,61 D 0,465	4)	Mx 2,955 Mn 2,76 D 0,195	8)	Mx 2,94 Mn 2,685 D 0,255

Gruppe	Schwankungsgröße	Gruppe	Schwankungsgröße	Gruppe	Schwankungsgröße	Gruppe	Schwankungsgröße
P I _a	9) Mx 2,86 Mn 2,72 D 0,14	P 2b	8) Mx 2,995 Mn 2,155 D 0,84	B 3	7) Mx 3,025 Mn 2,72 D 0,305		8) Mx 2,84 Mn 2,68 D 0,16
	10) Mx 2,925 Mn 2,795 D 0,13		9) Mx 2,85 Mn 2,71 D 0,14		8) Mx 2,98 Mn 2,68 D 0,30 zu 1321—1487		9) Mx 2,88 Mn 2,78 D 0,10
	1) Mx 2,975 Mn 2,725 D 0,25		10) Mx 2,96 Mn 2,67 D 0,29		1) Mx 2,87 Mn 2,77 D 0,10		10) Mx 2,79 Mn 2,65 D 0,14
	2) Mx 2,90 Mn 2,715 D 0,185		1) Mx 2,945 Mn 2,70 D 0,245		2) Mx 2,86 Mn 2,74 D 0,12		11) Mx 2,85 Mn 2,68 D 0,17
	3) Mx 3,03 Mn 2,715 D 0,315		2) Mx 2,89 Mn 2,76 D 0,13		3) Mx 2,90 Mn 2,76 D 0,14		12) Mx 2,87 Mn 2,73 D 0,14
	4) Mx 2,96 Mn 2,69 D 0,27		3) Mx 3,00 Mn 2,81 D 0,19		4) Mx 2,90 Mn 2,70 D 0,20		13) Mx 2,91 Mn 2,75 D 0,16
	5) Mx 3,12 Mn 2,665 D 0,455		4) Mx 2,975 Mn 2,765 D 0,21		5) Mx 2,76 Mn 2,68 D 0,08		14) Mx 2,80 Mn 2,65 D 0,15
	6) Mx 3,01 Mn 2,665 D 0,345		5) Mx 3,11 Mn 2,76 D 0,35		6) Mx 3,22 Mn 2,75 D 0,47		15) Mx 2,74 Mn 2,65 D 0,09
	7) Mx 2,97 Mn 2,69 D 0,28		6) Mx 2,99 Mn 2,685 D 0,305		7) Mx 2,77 Mn 2,28 D 0,49		16) Mx 2,89 Mn 2,64 D 0,25
							17) Mx 2,93 Mn 2,72 D 0,21

BERECHNUNG DER DURCHSCHNITTLICHEN
SCHWANKUNGSGRÖSSEN AUS DEN SCHWAN-
KUNGSWERTEN DER SCHWINGUNGSREIHE

10820—10920) (vgl. S. 234—238)

(Vp. A S. 191—195)

Meßapparat: 1a

Meßapparat: 2a

Gruppe	Vp. A Schw.- größe i. mm	Vp. F Schw.- größe i. mm	Vp. L Schw.- größe i. mm	Vp. N Schw.- größe i. mm	Gruppe	Vp. A Schw.- größe i. mm	Vp. F Schw.- größe i. mm	Vp. L Schw.- größe i. mm	Vp. N Schw.- größe i. mm
1	0,235	0,34	0,18	0,61	1	0,245	0,23	0,745	0,265
2	0,175	0,205	0,245	0,505	2	0,13	0,275	0,62	0,245
3	0,18	0,17	0,335	0,345	3	0,245	0,335	0,86	0,26
4	0,23	0,22	0,61	0,445	4	0,27	0,20	0,74	0,19
5	0,35	0,345	0,595	0,515	5	0,455	0,45	0,47	0,31
6	0,245	0,50	0,235	0,55	6	0,315	0,315	0,435	0,345
7	0,27	0,32	0,355	0,555	7	0,22	0,295	0,615	0,255
8	0,375	0,285	0,33	0,385	8	0,34	0,26	0,615	0,20
9	0,135	0,695	0,81	0,77	9	—	—	—	—
10	0,095	0,225	0,31	0,465	10	—	—	—	—
S	2,29	3,395	4,095	5,145	S	2,20	2,36	5,10	2,07
M	0,23	0,33	0,40	0,52	M	0,28	0,30	0,64	0,26

Meßapparat: 2b

Meßapparat: 3

Gruppe	Vp. A Schw.- größe i. mm	Vp. F Schw.- größe i. mm	Vp. L Schw.- größe i. mm	Vp. N Schw.- größe i. mm	Gruppe	Vp. A Schw.- größe i. mm	Vp. F Schw.- größe i. mm	Vp. L Schw.- größe i. mm	Vp. N Schw.- größe i. mm
1	0,255	0,23	0,24	0,245	1	0,305	0,29	0,385	0,30
2	0,12	0,135	0,155	0,14	2	0,10	0,105	0,40	0,115
3	0,165	0,175	0,15	0,165	3	0,155	0,165	0,20	0,17
4	0,21	0,21	0,215	0,195	4	0,19	0,195	0,375	0,25
5	0,33	0,32	0,35	0,315	5	0,355	0,32	0,33	0,31
6	0,30	0,31	0,39	0,33	6	0,26	0,145	0,265	0,285
7	0,25	0,295	0,315	0,30	7	0,235	0,245	0,24	0,30
8	0,26	0,27	0,285	0,22	8	0,27	0,255	0,335	0,255
9	—	—	—	—	9	0,16	0,14	0,15	0,14
10	—	—	—	—	10	0,70	0,175	0,14	0,13
S	1,89	1,945	2,10	1,91	S	2,10	2,035	0,282	2,255
M	0,24	0,24	0,26	0,24	M	0,21	0,20	0,28	0,23

UMWERTUNG DER MITTLEREN SCHWANKUNGS-GRÖSSEN AUS DEN BERECHNUNGEN AUF S. 239 ZU RADIIEN, ZUR DARSTELLUNG DER LEISTUNG VON DEN PERSONEN UND DEN APPARATEN IN KREISEN

$$\text{Berechnung: } x \text{ (Schwankungsgröße)} = r^2 \cdot \pi; r = \sqrt{\frac{x}{\pi}}$$

Meßapparat: 1a

Vp.	mittlere Schwankungsgrößen	Einheit	$\log \begin{Bmatrix} A \\ F \\ L \\ N \end{Bmatrix}$	$\log \pi$	$\log r^2$	$\log r$	r
A	0,23	23	1,36173	0,49715	0,86458	0,43229	2,706
F	0,33	33	1,51851	0,49715	1,02136	0,51068	3,241
L	0,40	40	1,60206	0,49715	0,10491	0,552455	3,568
N	0,52	52	1,71600	0,49715	0,21885	0,609425	4,068

Meßapparat: 2a

Vp.	mittlere Schwankungsgrößen	Einheit	$\log \begin{Bmatrix} A \\ F \\ L \\ N \end{Bmatrix}$	$\log \pi$	$\log r^2$	$\log r$	r
A	0,28	28	1,44716	0,49715	0,95001	0,475005	2,985
F	0,30	30	1,47712	0,49715	0,97997	0,489985	3,091
L	0,64	64	1,80618	0,49715	1,30903	0,654515	4,513
N	0,26	26	1,41497	0,49715	0,91782	0,45891	2,876

Meßapparat: 2b

Vp.	mittlere Schwankungsgrößen	Einheit	$\log \begin{Bmatrix} A \\ F \\ L \\ N \end{Bmatrix}$	$\log \pi$	$\log r^2$	$\log r$	r
A	0,24	24	1,38021	0,49715	0,88306	0,44153	2,764
F	0,24	24	1,38021	0,49715	0,88306	0,44153	2,764
L	0,26	26	1,41497	0,49715	0,91782	0,45891	2,876
N	0,24	24	1,38021	0,49715	0,88306	0,44153	2,764

Meßapparat: 3

Vp.	mittlere Schwankungsgrößen	Einheit	$\log \begin{cases} A \\ F \\ L \\ N \end{cases}$	$\log \pi$	$\log r^2$	$\log r$	r
A	0,21	21	1,32222	0,49715	0,82507	0,412535	2,585
F	0,20	20	1,30103	0,49715	0,80388	0,40194	2,533
L	0,28	28	1,44716	0,49715	0,95001	0,475005	2,985
N	0,23	23	1,36173	0,49715	0,86458	0,43229	2,706

DURCHSCHNITTLICHE LEISTUNG DER MESSVORRICHTUNGEN: 1 a; 2 a; 3 b; 3 BERECHNET NACH DEN DURCHSCHNITTLICHEN ERGEBNISSEN DER VIER PERSONEN: A; F; L; N AUF DIESEN EINZELNEN APPARATEN

Vp.	Meßapparat 1a Mittelwert in mm	Meßapparat 2a Mittelwert in mm	Meßapparat 2b Mittelwert in mm	Meßapparat 3 Mittelwert in mm
A	0,23	0,28	0,24	0,21
F	0,33	0,30	0,24	0,20
L	0,40	0,64	0,26	0,28
N	0,52	0,26	0,24	0,23
S	1,48	1,48	0,98	0,92
M	0,37	0,37	0,25	0,23

UMRECHNUNG OBIGER DURCHSCHNITTSERGEBNISSE IN RADIAN. ZWECKS DARSTELLUNG DER LEISTUNGEN DER APPARATE IN KREISEN

$$\text{Berechnung: } x = r^2 \cdot \pi; x; r = \sqrt{\frac{x}{\pi}}$$

Meßapparat	Durchschnittsleistung	Einheit	$\log \begin{cases} 1a \\ 2a \\ 2b \\ 3 \end{cases}$	$\log \pi$	$\log r^2$	$\log r$	r
1 a	0,37	37	1,56820	0,49715	1,07105	0,535525	3,432
2 a	0,37	37	1,56820	0,49715	1,07105	0,535525	3,432
2 b	0,25	25	1,39794	0,49715	0,90079	0,450395	2,821
3	0,23	23	1,36173	0,49715	0,86458	0,43229	2,706

DURCHSCHNITTliche LEISTUNG DER 4 PERSONEN
A; F; L; N BERECHNET NACH IHREN DURCH-
SCHNITTSLEISTUNGEN AUF DEN EINZELNEN
APPARATEN: 1 a; 2 a; 2 b; 3.

Meßapparat	Vp. A Mittelwert in mm	Vp. F Mittelwert in mm	Vp. L Mittelwert in mm	Vp. N Mittelwert in mm
1 a	0,23	0,33	0,40	0,52
2 a	0,28	0,30	0,64	0,26
2 b	0,24	0,24	0,26	0,24
3	0,21	0,20	0,28	0,23
S	0,96	1,07	1,58	1,25
M	0,24	0,27	0,40	0,31

UMRECHNUNG OBIGER DURCHSCHNITTSERGEB-
NISSE IN RADIIEN, ZWECKS DARSTELLUNG DER
LEISTUNGEN DER PERSONEN IN KREISEN.

$$\text{Berechnung: } x = r^2 \cdot \pi; r = \sqrt{\frac{x}{\pi}}$$

Vp.	Durch- schnitts- leistung	Einheit	$\log \left\{ \begin{matrix} A \\ F \\ L \\ N \end{matrix} \right.$	$\log \pi$	$\log r^2$	$\log r$	r
A	0,24	24	1,38021	0,49715	0,88306	0,44153	2,764
F	0,27	27	1,43136	0,49715	0,93421	0,467105	2,932
L	0,40	40	1,60206	0,49715	1,10491	0,552455	3,568
N	0,31	31	1,49136	0,49715	0,99421	0,497105	3,141

AUSWERTUNGEN ZU VERSCHIEDENEN ZEITEN.

I. Messung: 28 × dasselbe Stück, Schwingungsreihe: 15400 bis 15500 von Meßperson A auf Meßapparat I a ausgewertet

I. Auswertung

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
15400	2,595	15421	2,76	15442	2,775	15463	2,79	15484	2,72
15401	625	15422	70	15443	66	15464	83	15485	715
15402	70	15423	68	15444	72	15465	91	15486	725
15403	62	15424	75	15445	61	15466	91	15487	71
15404	695	15425	775	15446	79	15467	89	15488	66
15405	695	15426	76	15447	59	15468	84	15489	72
15406	71	15427	75	15448	815	15469	80	15490	68
15407	705	15428	70	15449	66	15470	95	15491	70
15408	785	15429	78	15450	755	15471	84	15492	78
15409	67	15430	69	15451	75	15472	865	15493	75
15410	72	15431	74	15452	80	15473	775	15494	72
15411	71	15432	745	15453	75	15474	82	15495	765
15412	74	15433	82	15454	725	15475	77	15496	775
15413	66	15434	715	15455	73	15476	84	15497	885
15414	67	15435	735	15456	825	15477	79	15498	835
15415	75	15436	75	15457	575	15478	82	15499	99
15416	66	15437	84	15458	805	15479	695	15500	55
15417	68	15438	80	15459	69	15480	765		
15418	72	15439	68	15460	78	15481	745		
15419	71	15440	755	15461	77	15482	795		
15420	70	15441	75	15462	82	15483	78		

2. Auswertung

15400	2,63	15421	2,715	15442	2,835	15463	2,775	15484	2,765
15401	59	15422	68	15443	715	15464	875	15485	685
15402	695	15423	705	15444	73	15465	89	15486	72
15403	70	15424	79	15445	65	15466	87	15487	92
15404	64	15425	70	15446	72	15467	86	15488	525
15405	695	15.26	78	15447	66	15468	90	15489	655
15406	78	15427	77	15448	665	15469	83	15490	75
15407	68	15428	76	15449	745	15470	935	15491	73
15408	725	15429	71	15450	71	15471	785	15492	73
15409	71	15430	68	15451	77	15472	835	15493	72
15410	745	15431	81	15652	80	15473	835	15494	73
15411	685	15432	74	15453	70	15474	83	15495	76
15412	71	15433	73	15454	75	15475	81	15496	80
15413	715	15434	76	15455	845	15476	805	15497	89
15414	69	15435	775	15456	76	15477	745	15498	905
15415	69	15436	745	15457	66	15478	765	15499	895
15416	67	15437	78	15458	71	15479	735	15500	86
15417	655	15438	865	15459	705	15480	80		
15418	705	15439	71	15460	685	15481	73		
15419	73	15440	77	15461	755	15482	75		
15420	77	15441	625	15462	945	15483	77		

3. Auswertung

Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm
15400	2,715	15421	2,735	15442	2,70	15463	2,735	15484	2,775
15401	63	15422	685	15443	61	15464	92	15485	615
15402	62	15423	70	15444	73	15465	78	15486	735
15403	68	15424	785	15445	83	15466	965	15487	77
15404	68	15425	875	15446	66	15467	865	15488	665
15405	68	15426	665	15447	63	15468	88	15489	71
15406	72	15427	825	15448	53	15469	83	15490	735
15407	66	15428	73	15449	80	15470	91	15491	73
15408	725	15429	74	15450	775	15471	825	15492	70
15409	755	15430	68	15451	765	15472	84	15493	71
15410	73	15431	79	15452	76	15473	765	15494	745
15411	75	15432	865	15453	70	15474	855	15495	735
15412	68	15433	835	15454	89	15475	825	15496	765
15413	70	15434	715	15455	77	15476	815	15497	90
15414	67	15435	735	15456	69	15477	735	15498	93
15415	73	15436	77	15457	72	15478	75	15499	90
15416	65	15437	82	15458	67	15479	755	15500	89
15417	66	15438	82	15459	74	15480	795		
15418	73	15439	75	15460	68	15481	70		
15419	68	15440	715	15461	83	15482	775		
15420	74	15441	645	15462	875	15483	785		

4. Auswertung

15400	2,62	15421	2,735	15442	2,765	15463	2,695	15484	2,715
15401	61	15422	655	15443	705	15464	895	15485	69
15402	635	15423	75	15444	735	15465	66	15486	735
15403	68	15424	75	15445	64	15466	3,105	15487	72
15404	65	15425	715	15446	65	15467	2,895	15488	67
15405	69	15426	735	15447	62	15468	915	15489	72
15406	75	15427	775	15448	77	15469	775	15490	70
15407	725	15428	72	15449	74	15470	80	15491	73
15408	715	15429	69	15450	765	15471	92	15492	67
15409	71	15430	72	15451	76	15472	845	15493	74
15410	71	15431	80	15452	665	15473	805	15494	785
15411	75	15432	775	15453	85	15474	87	15495	745
15412	70	15433	755	15454	78	15475	80	15496	795
15413	71	15434	73	15455	795	15476	805	15497	885
15414	70	15435	775	15456	685	15477	775	15498	91
15415	685	15436	71	15457	70	15478	75	15499	89
15416	665	15437	84	15458	70	15479	79	15500	93
15417	62	15438	765	15459	72	15480	79		
15418	77	15439	72	15460	755	15481	725		
15419	69	15440	73	15461	76	15482	765		
15420	765	15441	785	15462	915	15483	78		

5. Auswertung

Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm	Schwungung	Wert in mm
15400	2,595	15421	2,745	15442	2,65	15463	2,85	15484	2,77
15401	645	15422	67	15443	85	15464	825	15485	69
15402	64	15423	73	15444	65	15465	935	15486	73
15403	65	15424	74	15445	66	15466	89	15487	71
15404	71	15425	775	15446	725	15467	76	15488	71
15405	68	15426	735	15447	655	15468	97	15489	67
15406	67	15427	77	15448	725	15469	81	15490	695
15407	77	15428	685	15449	77	15470	94	15491	70
15408	74	15429	80	15450	705	15471	85	15492	76
15409	68	15430	665	15451	73	15472	82	15493	72
15410	735	15431	78	15452	78	15473	75	15494	745
15411	715	15432	78	15453	77	15474	86	15495	81
15412	69	15433	775	15454	71	15475	775	15496	78
15413	69	15434	725	15455	76	15476	845	15497	84
15414	72	15435	75	15456	68	15477	755	15498	91
15415	715	15436	74	15457	88	15478	785	15499	89
15416	635	15437	755	15458	65	15479	71	15500	915
15417	67	15438	935	15459	70	15480	84		
15418	76	15439	70	15460	70	15481	70		
15419	65	15440	69	15461	76	15482	73		
15420	72	15441	74	15462	81	15483	81		

6. Auswertung

15400	2,635	15421	2,635	15442	2,79	15463	2,86	15484	2,725
15401	61	15422	785	15443	70	15464	855	15485	66
15402	69	15423	715	15444	70	15465	865	15486	79
15403	685	15424	715	15445	71	15466	905	15487	675
15404	675	15425	70	15446	65	15467	865	15488	715
15405	67	15426	80	15447	64	15468	93	15489	665
15406	92	15427	715	15448	74	15469	79	15490	74
15407	545	15428	735	15449	74	15470	88	15491	69
15408	70	15429	715	15450	73	15471	825	15492	665
15409	75	15430	715	15451	78	15472	85	15493	805
15410	71	15431	76	15452	75	15473	835	15494	74
15411	74	15432	765	15453	73	15474	83	15495	74
15412	70	15433	72	15454	78	15475	78	15496	80
15413	70	15434	775	15455	715	15476	79	15497	885
15414	67	15435	77	15456	785	15477	76	15498	905
15415	69	15436	725	15457	68	15478	745	15499	90
15416	67	15437	76	15458	73	15479	79	15500	885
15417	67	15438	765	15459	675	15480	795		
15418	74	15439	84	15460	715	15481	69		
15419	55	15440	66	15461	855	15482	81		
15420	79	15441	76	15462	775	15483	77		

7. Auswertung.

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
15400	2,65	15421	2,76	15442	2,675	15463	2,82	15484	2,755
15401	66	15422	64	15443	80	15464	845	15485	66
15402	665	15423	725	15444	645	15465	90	15486	73
15403	685	15424	735	15445	675	15466	88	15487	72
15404	67	15425	76	15446	61	15467	885	15488	74
15405	67	15426	72	15447	76	15468	91	15489	70
15406	74	15427	77	15448	68	15469	805	15490	74
15407	74	15428	76	15449	76	15470	955	15491	60
15408	715	15429	70	15450	675	15471	86	15492	67
15409	73	15430	68	15451	865	15472	80	15493	75
15410	72	15431	815	15452	77	15473	79	15494	75
15411	705	15432	775	15453	75	15474	83	15495	825
15412	70	15433	78	15454	725	15475	795	15496	745
15413	70	15434	70	15455	745	15476	775	15497	89
15414	705	15435	775	15456	755	15477	805	15498	915
15415	685	15436	775	15457	705	15478	745	15499	86
15416	665	15437	755	15458	68	15479	75	15500	87
15417	67	15438	785	15459	75	15480	80		
15418	715	15439	75	15460	71	15481	72		
15419	705	15440	76	15461	785	15482	745		
15420	715	15441	775	15462	815	15483	78		

8. Auswertung.

15400	2,595	15421	2,735	15442	2,72	15463	2,855	15484	2,75
15401	635	15422	69	15443	71	15464	885	15485	685
15402	655	15423	71	15444	72	15465	865	15486	72
15403	69	15424	73	15445	71	15466	89	15487	685
15404	67	15425	78	15446	62	15467	845	15488	735
15405	685	15426	74	15447	69	15468	875	15489	71
15406	725	15427	73	15448	74	15469	815	15490	66
15407	70	15428	76	15449	70	15470	935	15491	73
15408	75	15429	73	15450	76	15471	855	15492	715
15409	71	15430	69	15451	77	15472	84	15493	695
15410	695	15431	76	15452	80	15473	795	15494	775
15411	665	15432	73	15453	735	15474	805	15495	795
15412	77	15433	82	15454	775	15475	805	15496	755
15413	62	15434	65	15455	745	15476	815	15497	935
15414	655	15435	795	15456	705	15477	81	15498	90
15415	745	15436	775	15457	73	15478	72	15499	86
15416	64	15437	785	15458	70	15479	725	15500	88
15417	61	15438	795	15459	715	15480	88		
15418	76	15439	725	15460	705	15481	75		
15419	67	15440	705	15461	78	15482	765		
15420	725	15441	71	15462	83	15483	775		

9. Auswertung.

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
15400	2,665	15421	2,73	15442	2,65	15463	2,81	15484	2,75
15401	58	15422	635	15443	86	15464	84	15485	66
15402	695	15423	725	15444	64	15465	865	15486	71
15403	66	15424	74	15445	55	15466	89	15487	74
15404	675	15425	76	15476	78	15467	86	15488	71
15405	695	15426	725	15447	70	15468	89	15489	675
15406	73	15427	725	15448	61	15469	74	15490	695
15407	70	15428	79	15449	83	15470	95	15491	73
15408	73	15429	78	15450	76	15471	875	15492	67
15409	73	15430	69	15451	77	15472	835	15493	74
15410	64	15431	76	15452	715	15473	79	15494	79
15411	685	15432	77	15453	795	15474	80	15495	82
15412	725	15433	78	15454	735	15475	81	15496	76
15413	66	15434	68	15455	705	15476	80	15497	87
15414	63	15435	76	15456	52	15477	78	15498	87
15415	70	15436	78	15457	685	15478	74	15499	86
15416	60	15437	76	15458	60	15479	77	15500	87
15417	68	15438	81	15459	86	15480	78		
15418	705	15439	69	15460	705	15481	73		
15419	665	15440	795	15461	78	15482	77		
15420	71	15441	785	15462	845	15483	77		

10. Auswertung.

15400	2,595	15321	2,72	15442	2,705	15463	2,84	15484	2,76
15401	655	15422	635	15443	675	15464	86	15485	635
15402	66	15423	725	15444	74	15465	885	15486	74
15403	66	15424	72	15445	65	15466	85	15487	73
15404	70	15425	81	15446	69	15467	91	15488	65
15405	735	15426	68	15447	81	15468	895	15489	715
15406	695	15427	785	15448	61	15469	815	15490	745
15407	70	15428	75	15449	605	15470	92	15491	72
15408	76	15429	725	15450	735	15471	81	15492	73
15409	68	15430	68	15451	79	15472	82	15493	72
15410	70	15431	775	15452	74	15473	78	15494	76
15411	68	15432	765	15453	72	15474	85	15495	76
15412	77	15433	765	15454	80	15475	83	15496	73
15413	67	15434	725	15455	78	15476	835	15497	90
15414	66	15435	77	15456	70	15477	755	15498	90
15415	73	15436	77	15457	645	15478	72	15499	90
15416	61	15437	84	15458	705	15479	76	15500	90
15417	61	15438	70	15459	74	15480	79		
15418	74	15439	75	15460	72	15481	69		
15419	65	15440	79	15461	82	15482	72		
15420	72	15441	75	15462	83	15483	845		

11. Auswertung

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
15400	2,60	15421	2,605	15442	2,785	15463	2,825	15484	2,755
15401	64	15422	68	15442	72	15464	885	15485	675
15402	66	15423	73	15444	72	15465	865	15486	725
15403	67	15424	74	15445	645	15466	83	15487	70
15404	71	15425	70	15446	685	15467	87	15488	70
15405	69	15426	79	15447	71	15468	91	15489	71
15406	70	15427	71	15448	69	15469	85	15490	67
15407	905	15428	76	15449	73	15470	925	15491	70
15408	785	15429	70	15450	72	15471	815	15492	73
15409	55	15430	72	15451	77	15472	85	15493	77
15410	74	15431	75	15452	77	15473	75	15494	73
15411	61	15432	75	15453	68	15474	815	15495	81
15412	78	15433	79	15454	805	15475	865	15496	76
15413	62	15434	71	15455	785	15476	82	15497	93
15415	68	15435	765	15456	68	15477	77	15498	855
15415	695	15436	765	15457	73	15478	77	15499	845
15416	74	15437	80	15458	68	15479	74	15500	93
15417	645	15438	81	15459	76	15480	81		
15418	79	15439	765	15460	69	15481	71		
15419	645	15440	725	15461	80	15482	74		
15420	770	15441	695	15462	835	15483	795		

12. Auswertung

15400	2,63	15421	2,735	15442	2,735	15463	2,82	15484	2,725
15401	625	15422	585	15443	78	15464	81	15485	65
15402	69	15423	74	15444	73	15465	85	15486	75
15403	655	15424	78	15445	61	15466	905	15487	74
15404	69	15425	735	15446	71	15467	865	15488	69
15405	705	15426	725	15447	67	15468	885	15489	71
15406	775	15427	755	15448	71	15469	845	15490	725
15407	62	15428	745	15449	65	15470	92	15491	695
15408	72	15429	72	15450	88	15471	805	15492	71
15409	74	15430	725	15451	75	15472	845	15493	74
15410	69	15431	775	15452	71	15473	79	15494	74
15411	73	15432	74	15453	72	15474	86	15495	815
15412	74	15433	78	15454	785	15475	78	15496	745
15413	63	15434	71	15455	785	15476	795	15497	88
15414	67	15435	77	15456	66	15477	795	15498	91
15415	66	15436	755	15457	715	15478	745	15499	88
15416	66	15437	805	15458	715	15479	75	15500	84
15417	66	15438	78	15459	76	15480	805		
15418	69	15439	71	15460	71	15481	71		
15419	70	15440	775	15461	78	15482	79		
15420	74	15441	69	15462	87	15483	765		

13. Auswertung

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
15400	2,64	15421	2,775	15442	2,75	15463	2,81	15484	2,75
15401	63	15422	665	15443	68	15464	89	15485	70
15402	67	15423	70	15444	715	15465	87	15486	73
15403	635	15424	705	15445	705	15466	875	15487	69
15404	685	15425	775	15446	65	15467	845	15488	70
15405	71	15426	72	15447	66	15468	945	15489	715
15406	72	15427	76	15448	75	15469	795	15490	685
15407	71	15428	695	15449	695	15470	89	15491	70
15408	73	15429	755	15450	81	15471	85	15492	72
15409	91	15430	71	15451	725	15472	84	15493	73
15410	65	15431	75	15452	78	15473	76	15494	755
15411	735	15432	76	15453	76	15474	84	15495	805
15412	705	15433	77	15454	745	15475	77	15496	76
15413	745	15434	76	15455	76	15476	82	15497	85
15414	675	15435	755	15456	735	15477	77	15498	94
15415	715	15436	755	15457	67	15478	79	15499	855
15416	695	15437	79	15458	79	15479	68	15500	855
15417	59	15438	775	15459	675	15480	80		
15418	77	15439	70	15460	735	15481	76		
15419	69	15440	765	15461	76	15482	77		
15420	67	15441	74	15462	78	15483	72		

14. Auswertung

15400	2,60	15421	2,76	15442	2,63	15463	2,875	15484	2,76
15401	67	15422	68	15443	84	15464	88	15485	67
15402	665	15423	675	15444	63	15465	84	15486	72
15403	645	15424	745	15445	67	15466	87	15487	72
15404	69	15425	745	15446	61	15467	88	15488	695
15405	65	15426	72	15447	75	15468	90	15489	70
15406	73	15427	755	15448	76	15469	79	15490	695
15407	68	15428	72	15449	70	15470	93	15491	71
15408	78	15429	77	15450	68	15471	84	15492	705
15409	68	15430	68	15451	76	15472	825	15493	775
15410	72	15431	80	15452	80	15473	795	15494	73
15411	73	15432	73	15453	68	15474	84	15495	79
15412	72	15433	78	15454	80	15475	76	15496	76
15413	69	15434	74	15455	79	15476	84	15497	90
15414	68	15435	72	15456	73	15477	80	15498	885
15415	72	15436	78	15457	66	15478	76	15499	855
15416	63	15437	84	15458	70	15479	665	15500	885
15417	65	15438	75	15459	73	15480	805		
15418	765	15439	725	15460	73	15481	74		
15419	625	15440	81	15461	79	15482	78		
15420	69	15441	735	15462	785	15483	75		

15. Auswertung.

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
15400	2,635	15421	2,685	15442	2,915	15463	2,85	15484	2,72
15401	515	15422	68	15443	635	15464	84	15485	69
15402	67	15423	69	15444	67	15465	835	15486	74
15403	67	15424	79	15445	67	15466	855	15487	70
15404	675	15425	73	15446	685	15467	92	15488	65
15405	675	15426	75	15447	71	15468	93	15489	735
15406	775	15427	75	15448	625	15469	835	15490	725
15407	72	15428	71	15449	83	15470	86	15491	675
15408	735	15429	77	15450	76	15471	84	15492	715
15409	67	15430	70	15451	73	15472	805	15493	77
15410	75	15431	76	15452	75	15473	80	15494	76
15411	715	15432	76	15453	76	15474	85	15495	77
15412	695	15433	75	15454	77	15475	79	15496	71
15413	655	15434	71	15455	75	15476	80	15497	895
15414	65	15435	77	15456	705	15477	80	15498	885
15415	695	15436	75	15457	725	15478	75	15499	925
15416	63	15437	815	15458	71	15479	76	15500	91
15417	65	15438	785	15459	69	15480	755		
15418	665	15439	69	15460	76	15481	695		
15419	685	15440	76	15461	81	15482	72		
15420	725	15441	67	15462	79	15483	79		

16. Auswertung.

15400	2,61	15421	2,705	15442	2,765	15463	2,855	15484	2,715
15401	62	15422	73	15443	68	15464	885	15485	67
15402	71	15423	68	15444	77	15465	88	15486	73
15403	65	15424	75	15445	61	15466	88	15487	68
15404	69	15425	74	15446	635	15467	89	15488	70
15405	71	15426	755	15447	675	15468	87	15489	76
15406	69	15427	725	15448	755	15469	795	15490	685
15407	71	15428	73	15449	705	15470	89	15491	675
15408	75	15429	73	15450	77	15471	835	15492	74
15409	73	15430	73	15451	755	15472	86	15493	77
15410	71	15431	76	15452	775	15473	865	15494	69
15411	81	15432	69	15453	71	15474	825	15495	80
15412	635	15433	79	15454	77	15475	79	15496	81
15413	68	15434	765	15455	73	15476	775	15497	875
15414	635	15435	745	15456	75	15477	715	15498	935
15415	705	15436	75	15457	65	15478	77	15499	905
15416	695	15437	79	15458	73	15479	675	15500	85
15417	63	15438	81	15459	75	15480	835		
15418	76	15439	71	15460	74	15481	72		
15419	72	15440	72	15461	78	15482	815		
15420	695	15441	785	15462	78	15483	75		

17. Auswertung

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
15400	2,60	15421	2,77	15442	2,74	15463	2,785	15484	2,815
15401	66	15422	69	15443	695	15464	92	15485	655
15402	67	15423	66	15444	70	15465	85	15486	70
15403	64	15424	72	15445	655	15466	90	15487	71
15404	685	15425	79	15446	70	15467	87	15488	795
15405	705	15426	74	15447	685	15468	90	15489	71
15406	69	15427	745	15448	705	15469	755	15490	695
15407	70	15428	745	15449	69	15470	925	15491	745
15408	74	15429	735	15450	775	15471	86	15492	68
15409	74	15430	715	15451	755	15472	82	15493	735
15410	67	15431	73	15452	82	15473	785	15494	76
15411	70	15432	68	15453	68	15474	835	15495	80
15412	75	15433	84	15454	76	15475	76	15496	74
15413	68	15434	72	15455	755	15476	89	15497	86
15414	63	15435	74	15456	705	15477	75	15498	95
15415	72	15436	76	15457	72	15478	745	15499	88
15416	62	15437	845	15458	705	15479	705	15500	85
15417	65	15438	775	15459	755	15480	78		
15418	755	15439	73	15460	69	15481	72		
15419	71	15440	74	15461	79	15482	81		
15420	665	15441	74	15462	825	15483	69		

18. Auswertung

15400	2,69	15421	2,715	15442	2,725	15463	2,83	15484	2,75
15401	655	15422	635	15443	72	15464	87	15485	64
15402	605	15423	72	15444	725	15465	85	15486	74
15403	70	15424	76	15445	605	15466	87	15487	735
15404	67	15425	735	15446	69	15467	90	15488	685
15405	655	15426	71	15447	71	15468	87	15489	72
15406	795	15427	78	15448	70	15469	84	15490	69
15407	745	15428	72	15449	735	15470	91	15491	685
15408	755	15429	67	15450	75	15471	82	15492	725
15409	70	15430	72	15451	735	15472	855	15493	78
15410	71	15431	77	15452	755	15473	795	15494	695
15411	71	15432	80	15453	71	15474	84	15495	795
15412	70	15433	77	15454	795	15475	815	15496	77
15413	685	15434	72	15455	72	15476	775	15497	92
15414	675	15435	75	15456	715	15477	77	15498	835
15415	705	15436	75	15457	735	15478	78	15499	895
15416	645	15437	785	15458	73	15479	78	15500	925
15417	71	15438	79	15459	75	15480	77		
15418	73	15439	715	15460	68	15481	67		
15419	66	15440	79	15461	785	15482	82		
15420	755	15441	755	15462	875	15483	75		

19. Auswertung

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
15400	2,63	15421	2,79	15442	2,76	15463	2,825	15484	2,775
15401	62	15422	64	15443	70	15464	865	15485	64
15402	69	15423	71	15444	71	15465	89	15486	73
15403	665	15424	73	15445	67	15466	87	15487	705
15404	645	15425	75	15446	66	15467	88	15488	735
15405	72	15426	73	15447	70	15468	88	15489	685
15406	705	15427	75	15448	72	15469	83	15490	725
15407	67	15428	75	15449	70	15470	885	15491	725
15408	645	15429	77	15450	76	15471	845	15492	705
15409	71	15430	67	15451	72	15472	83	15493	70
15410	70	15431	755	15452	82	15473	77	15494	74
15411	72	15432	74	15453	69	15474	87	15495	81
15412	69	15433	815	15454	79	15475	775	15496	77
15413	70	15434	73	15455	72	15476	835	15497	845
15414	585	15435	73	15456	74	15477	775	15498	895
15415	765	15436	74	15457	70	15478	735	15499	915
15416	61	15437	83	15458	71	15479	69	15500	875
15417	65	15438	775	15459	765	15480	815		
15418	75	15439	685	15460	705	15481	745		
15419	70	15440	775	15461	75	15482	775		
15420	66	15441	715	15462	84	15483	71		

20. Auswertung

15400	2,68	15421	2,68	15442	2,77	15463	2,85	15484	2,60
15401	57	15422	705	15443	70	15464	85	15485	71
15402	68	15423	715	15444	685	15465	86	15486	74
15403	675	15424	75	15445	705	15466	87	15487	68
15404	645	15425	73	15446	70	15467	89	15488	71
15405	74	15426	75	15447	65	15468	90	15489	73
15406	75	15427	775	15448	705	15469	77	15490	65
15407	71	15428	685	15449	735	15470	89	15491	675
15408	70	15429	74	15450	70	15471	86	15492	785
15409	715	15430	72	15451	765	15472	83	15493	745
15410	725	15431	74	15452	785	15473	80	15494	705
15411	675	15432	735	15453	77	15474	84	15495	79
15412	715	15433	785	15454	74	15475	805	15496	78
15413	735	15434	74	15455	745	15476	815	15497	90
15414	635	15435	73	15456	70	15477	775	15498	86
15415	72	15436	745	15457	71	15478	745	15499	90
15416	71	15437	795	15458	675	15479	72	15500	895
15417	62	15438	815	15459	74	15480	80		
15418	70	15439	71	15460	77	15481	75		
15419	72	15440	735	15461	78	15482	77		
15420	72	15441	75	15462	80	15483	78		

21. Auswertung

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
15400	2,64	15421	2,73	15442	2,725	15463	2,805	15484	2,77
15401	655	15422	59	15443	755	15464	875	15485	62
15402	65	15423	75	15444	715	15465	87	15486	76
15403	70	15424	745	15445	605	15466	88	15487	715
15404	67	15425	785	15446	685	15467	87	15488	655
15405	705	15426	71	15447	705	15468	93	15489	735
15406	74	15427	77	14448	70	15469	805	15490	71
15407	74	15428	70	15449	725	15470	88	15491	695
15408	71	15429	70	15450	735	15471	835	15492	72
15409	71	15430	73	15451	73	15472	86	15493	72
15410	73	15431	77	15452	75	15473	80	15494	78
15411	72	15432	74	15453	745	15474	815	15495	755
15412	68	15433	76	15454	805	15475	82	15496	77
15413	67	15434	74	15455	75	15476	805	15497	93
15414	705	15435	77	15456	70	15477	79	15498	895
15415	695	15436	74	15457	73	15478	77	15499	86
15416	67	15437	815	15458	705	15479	75	15500	89
15417	67	15438	77	15459	725	15480	78		
15418	765	15439	73	15460	725	15481	74		
15419	675	15440	735	15461	775	15482	74		
15420	74	15441	765	15462	83	15483	77		

22. Auswertung

15400	2,61	15421	2,715	15442	2,68	15463	2,835	15484	2,74
15401	65	15422	615	15443	78	15464	865	15485	64
15402	63	15423	74	15444	69	15465	865	15486	715
15403	69	15424	76	15445	645	15466	855	15487	75
15404	66	15425	765	15446	655	15467	89	15488	705
15405	695	15426	685	15447	73	15468	915	15489	61
15406	69	15427	80	15448	65	15469	835	15490	78
15407	755	15428	73	15449	77	15470	875	15491	70
15408	705	15429	695	15450	705	15471	815	15492	78
15409	705	15430	715	15451	775	15472	855	15493	67
15410	78	15431	73	15452	695	15473	76	15494	77
15411	705	15432	78	15453	77	15474	905	15495	75
15412	685	15433	755	15454	785	15475	80	15496	79
15413	65	15434	725	15455	775	15476	79	15497	91
15414	69	15435	775	15456	69	15477	785	15498	88
15415	75	15436	785	15457	695	15478	755	15499	875
15416	68	15437	74	15458	74	15479	76	15500	88
15417	63	15438	80	15459	72	15480	775		
15418	72	15439	75	15460	72	15481	735		
15419	70	15440	765	15461	78	15482	74		
15420	74	15441	755	15462	84	15483	80		

23. Auswertung

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
15400	2,635	15421	2,785	15442	2,72	15463	2,85	15484	2,75
15401	66	15422	545	15443	765	15464	83	15485	65
15402	595	15423	755	15444	655	15465	85	15486	765
15403	715	15424	75	15445	625	15466	875	15487	715
15404	67	15425	76	15446	725	15467	895	15488	67
15405	675	15426	71	15447	65	15468	88	15489	70
15406	735	15427	805	15448	73	15469	845	15490	73
15407	765	15428	715	15449	78	15470	90	15491	68
15408	69	15429	68	15450	76	15471	825	15492	72
15409	705	15430	71	15451	71	15472	855	15493	745
15410	76	15431	80	15452	765	15473	805	15494	76
15411	70	15432	755	15453	715	15474	84	15495	78
15412	695	15433	715	15454	795	15475	79	15496	78
15413	695	15434	82	15455	735	15476	79	15497	885
15414	705	15435	73	15456	71	15477	79	15498	89
15415	67	15436	74	15457	72	15478	765	15499	84
15416	69	15437	80	15458	71	15479	765	15500	935
15417	695	15438	76	15459	745	15480	78		
15418	73	15439	76	15460	95	15481	74		
15419	66	15440	745	15461	81	15482	72		
15420	745	15441	755	15462	83	15483	79		

24. Auswertung

15400	2,62	15421	2,695	15442	2,71	15463	2,95	15484	2,75
15401	64	15422	63	15443	765	15464	86	15485	645
15402	60	15423	775	15444	715	15465	80	15486	76
15403	74	15424	73	15445	63	15466	88	15487	705
15404	665	15425	745	15446	70	15467	91	15488	66
15405	67	15426	715	15447	695	15468	91	15489	73
15406	78	15427	81	15448	685	15469	83	15490	715
15407	745	15428	72	15449	75	15470	90	15491	685
15408	68	15429	71	15450	75	15471	835	15492	72
15409	70	15430	70	15451	74	15472	825	15493	76
15410	73	15431	765	15452	76	15473	76	15494	765
15411	725	15432	755	15453	72	15474	90	15495	745
15412	675	15433	76	15454	795	15475	77	15496	775
15413	73	15434	71	15455	755	15476	92	15497	835
15414	71	15435	78	15456	70	15477	69	15498	97
15415	68	15436	775	15457	72	15478	745	15499	86
15416	65	15437	78	15458	71	15479	76	15500	925
15417	68	15438	805	15459	715	15480	775		
15418	70	15439	725	15460	705	15481	72		
15419	70	15440	775	15461	83	15482	73		
15420	76	15441	70	15462	82	15483	82		

25. Auswertung

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
15400	2,63	15421	2,725	15442	2,735	15463	2,785	15484	2,725
15401	64	15422	685	15443	75	15464	865	15485	66
15402	63	15423	73	15444	68	15465	84	15486	75
15403	71	15424	67	15445	655	15466	915	15487	71
15404	69	15425	77	15446	69	15467	89	15488	655
15405	67	15426	745	15447	705	15468	895	15489	715
15406	74	15427	735	15448	69	15469	84	15490	73
15407	71	15428	71	15449	71	15470	90	15491	68
15408	68	15429	72	15450	75	15471	795	15492	745
15409	72	15430	74	15451	75	15472	825	15493	735
15410	77	15431	74	15452	79	15473	84	15494	78
15411	69	15432	735	15453	81	15474	845	15495	75
15412	69	15433	79	15454	795	15475	805	15496	78
15413	71	15434	705	15455	75	15476	77	15497	875
15414	66	15435	78	15456	685	15477	78	15498	875
15415	69	15436	76	15457	74	15478	755	15499	92
15416	675	15437	81	15458	685	15479	765	15500	90
15417	675	15438	755	15459	735	15480	795		
15418	75	15439	715	15460	78	15481	715		
15419	66	15440	78	15461	76	15482	76		
15420	73	15441	745	15462	84	15483	815		

26. Auswertung

15400	2,66	15421	2,715	15442	2,72	15463	2,84	15484	2,75
15401	635	15422	61	15443	77	15464	835	15485	63
15402	605	15423	755	15444	68	15465	86	15486	76
15403	71	15424	775	15445	70	15466	89	15487	71
15404	675	15425	74	15446	725	15467	895	15488	69
15405	685	15426	695	15447	705	15468	905	15489	69
15406	725	15427	77	15448	68	15469	82	15490	70
15407	73	15428	745	15449	76	15470	89	15491	66
15408	705	15429	685	15450	765	15471	845	15492	745
15409	755	15430	725	15451	705	15472	835	15493	755
15410	71	15431	77	15452	77	15473	775	15494	77
15411	725	15432	75	15453	71	15474	87	15495	785
15412	65	15433	765	15454	79	15475	805	15496	745
15413	725	15434	72	15455	735	15476	84	15497	925
15414	665	15435	765	15456	695	15477	76	15498	86
15415	71	15436	76	15457	76	15478	74	15499	89
15416	66	15437	80	15458	70	15479	80	15500	90
15417	67	15438	77	15459	70	15480	765		
15418	74	15439	74	15460	72	15481	735		
15419	705	15440	79	15461	80	15482	74		
15420	72	15441	72	15462	825	15483	80		

27. Auswertung

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
15400	2,65	15421	2,71	15442	2,725	15463	2,88	15484	2,73
15401	61	15422	70	15443	675	15464	86	15485	71
15402	67	15423	70	15444	73	15465	86	15486	75
15403	67	15424	75	15445	655	15466	88	15487	67
15404	65	15425	76	15446	67	15467	89	15488	725
15405	71	15426	74	15447	715	15468	825	15489	725
15406	715	15427	73	15448	71	15469	835	15490	64
15407	695	15428	725	15449	73	15470	925	15491	70
15408	77	15429	745	15450	73	15471	845	15492	74
15409	72	15430	69	15451	76	15472	86	15493	75
15410	67	15431	79	15452	79	15473	825	15494	74
15411	73	15432	72	15453	71	15474	825	15495	79
15412	73	15433	795	15454	71	15475	74	15496	79
15413	67	15434	715	15455	79	15476	825	15497	88
15414	67	15435	77	15456	76	15477	815	15498	92
15415	74	15436	75	15457	71	15478	75	15499	85
15416	695	15437	895	15458	69	15479	75	15500	88
15417	625	15438	795	15459	725	15480	78		
15418	75	15439	715	15460	755	15481	75		
15419	725	15440	755	15461	75	15482	79		
15420	675	15441	78	15462	82	15483	72		

28. Auswertung

15400	2,63	15421	2,71	15442	2,78	15463	2,84	15484	2,72
15401	60	15422	735	15443	67	15464	86	15485	69
15402	67	15423	68	15444	72	15465	87	15486	73
15403	70	15424	715	15445	67	15466	88	15487	69
15404	65	15425	75	15446	66	15467	89	15488	715
15405	75	15426	74	15447	70	15468	90	15489	715
15406	735	15427	73	15448	72	15469	81	15490	635
15407	675	15428	745	15449	715	15470	92	15491	715
15408	755	15429	74	15450	735	15471	80	15492	76
15409	715	15430	725	15451	74	15472	89	15493	775
15410	72	15431	75	15452	80	15473	78	15494	715
15411	67	15432	73	15453	72	15474	83	15495	745
15412	72	15433	81	15454	73	15475	78	15496	815
15413	71	15434	71	15455	81	15476	81	15497	885
15414	66	15435	75	15456	72	15477	815	15498	905
15415	70	15436	77	15457	68	15478	785	15499	88
15416	69	15437	815	15458	70	15479	70	15500	92
15417	63	15438	78	15459	76	15480	80		
15418	745	15439	725	15460	74	15481	735		
15419	715	15440	74	15461	77	15482	775		
15420	68	15441	75	15462	80	15483	77		

BERECHNUNG DER SCHWANKUNGSGRÖSSEN
 AUS DEN 28 AUSWERTUNGEN DER SCHWINGUNGS-
 REIHE: 15400—15500 (vgl. S. 243—256)

(Jede der 28 Auswertungsreihen ist in 10 Gruppen geteilt und jeder Gruppe das Maximum und Minimum zwecks Ermittlung der Schwankungsgrößen entnommen)

1. Auswertung		2. Auswertung		3. Auswertung		4. Auswertung	
Grup- pe	Wert in mm	Grup- pe	Wert in mm	Grup- pe	Wert in mm	Grup- pe	Wert in mm
1)	2,785	1)	2,78	1)	2,755	1)	2,75
	2,595		2,59		2,62		2,61
	0,190		0,19		0,135		0,14
2)	2,75	2)	2,745	2)	2,73	2)	2,77
	2,66		2,655		2,65		2,62
	0,09		0,090		0,08		0,15
3)	2,78	3)	2,79	3)	2,875	3)	2,775
	2,68		2,68		2,665		2,655
	0,10		0,11		0,210		0,120
4)	2,82	4)	2,81	4)	2,865	4)	2,84
	2,68		2,68		2,68		2,71
	0,14		0,13		0,185		0,13
5)	2,815	5)	2,835	5)	2,83	5)	2,785
	2,59		2,625		2,53		2,62
	0,225		0,210		0,30		0,165
6)	2,825	6)	2,845	6)	2,89	6)	2,85
	2,575		2,66		2,67		2,665
	0,250		0,185		0,22		0,185
7)	2,91	7)	2,945	7)	2,965	7)	3,105
	2,77		2,685		2,68		2,66
	0,14		0,260		2,85		0,445
8)	2,95	8)	2,935	8)	2,91	8)	2,92
	2,695		2,725		2,736		2,75
	0,255		0,200		0,175		0,17
9)	2,795	9)	2,92	9)	2,795	8)	2,79
	2,66		2,525		2,615		2,67
	0,135		0,395		0,180		0,12
10)	2,90	10)	2,905	10)	2,93	10)	2,93
	2,68		2,72		2,73		2,67
	0,31		0,185		0,20		0,26
S	1,835:10	S	1,955:10	S	1,97:10	S	1,985:10
M	= 0,18	M	= 0,20	M	= 0,20	M	= 0,20

5. Auswertung		6. Auswertung		7. Auswertung		8. Auswertung	
Gruppe	Wert in mm	Gruppe	Wert in mm	Gruppe	Wert in mm	Gruppe	Wert in mm
1)	2,71 2,595 0,115	1)	2,92 2,545 0,375	1)	2,74 2,65 0,09	1)	2,75 2,595 0,155
2)	2,76 2,635 0,125	2)	2,74 2,55 0,19	2)	2,72 2,66 0,06	2)	2,77 2,61 0,16
3)	2,80 2,67 0,13	3)	2,80 2,635 0,165	3)	2,77 2,64 0,13	3)	2,78 2,69 0,09
4)	2,935 2,665 0,270	4)	2,84 2,715 0,125	4)	2,815 2,68 0,135	4)	2,82 2,65 0,17
5)	2,85 2,65 0,20	5)	2,79 2,64 0,15	5)	2,80 2,61 0,19	5)	2,79 2,62 0,17
6)	2,88 2,65 0,23	6)	2,785 2,675 0,110	6)	2,865 2,675 0,190	6)	2,80 2,70 0,10
7)	2,97 2,70 0,27	7)	2,93 2,715 0,215	7)	2,91 2,71 0,20	7)	2,89 2,705 0,185
8)	2,94 2,71 0,23	8)	2,88 2,76 0,12	8)	2,955 2,745 0,210	8)	2,935 2,72 0,215
9)	2,84 2,67 0,17	9)	2,81 2,66 0,15	9)	2,80 2,66 0,14	9)	2,82 2,685 0,135
10)	2,91 2,695 0,215	10)	2,905 2,665 0,24	10)	2,915 2,67 0,245	10)	2,935 2,66 0,275
S	1,955:10	S	1,84:10	S	1,59:10	S	1,655:10
M	= 0,20	M	= 0,18	M	= 0,16	M	= 0,17

9. Auswertung		10. Auswertung		11. Auswertung		12. Auswertung	
Grup- pe	Wert in mm	Grup- pe	Wert in mm	Grup- pe	Wert in mm	Grup- pe	Wert in mm
1)	2,73	1)	2,76	1)	2,905	1)	2,775
	2,58		2,595		2,55		2,62
	0,15		0,165		0,355		0,155
2)	2,725	2)	2,77	2)	2,79	2)	2,74
	2,63		2,74		2,61		2,63
	0,095		0,03		0,18		0,11
3)	2,78	3)	2,81	3)	2,79	3)	2,78
	2,635		2,635		2,68		2,585
	0,145		0,175		0,11		0,205
4)	2,81	4)	2,84	4)	2,81	4)	2,805
	2,68		2,68		2,71		2,71
	0,13		0,16		0,10		0,095
5)	2,86	5)	2,81	5)	2,785	5)	2,78
	2,55		2,61		2,645		2,61
	0,31		0,20		0,140		0,17
6)	2,86	6)	2,80	6)	2,805	6)	2,88
	2,52		2,645		2,68		2,66
	0,34		0,155		0,125		0,22
7)	2,89	7)	2,91	7)	2,91	7)	2,905
	2,705		2,72		2,69		2,71
	0,185		0,19		0,22		0,195
8)	2,95	8)	2,93	8)	2,925	8)	2,92
	2,74		2,72		2,74		2,745
	0,21		0,21		0,185		0,175
9)	2,78	9)	2,845	9)	2,81	9)	2,805
	2,66		2,635		2,675		2,65
	0,12		0,210		0,135		0,155
10)	2,87	10)	2,90	10)	2,93	10)	2,91
	2,67		2,72		2,67		2,695
	0,20		0,18		0,26		0,215
S	1,885:10	S	1,675:10	S	1,81:10	S	1,695:10
M	= 0,19	M	= 0,17	M	= 0,18	M	= 0,17

13. Auswertung		14. Auswertung		15. Auswertung		16. Auswertung	
Gruppe	Wert in mm	Gruppe	Wert in mm	Gruppe	Wert in mm	Gruppe	Wert in mm
1)	2,91	1)	2,78	1)	2,775	1)	2,75
	2,63		2,60		2,595		2,61
	0,28		0,18		0,18		0,14
2)	2,77	2)	2,765	2)	2,75	2)	2,81
	2,59		2,63		2,63		2,63
	0,18		0,135		0,12		0,18
3)	2,76	3)	2,77	3)	2,79	3)	2,75
	2,665		2,675		2,68		2,68
	0,095		0,095		0,11		0,07
4)	2,79	4)	2,84	4)	2,815	4)	2,81
	2,70		2,68		2,69		2,69
	0,09		0,16		0,125		0,12
5)	2,765	5)	2,84	5)	2,915	5)	2,785
	2,65		2,61		2,625		2,61
	0,115		0,23		0,200		0,175
6)	2,81	6)	2,80	6)	2,77	6)	2,775
	2,66		2,66		2,69		2,65
	0,15		0,14		0,08		0,125
7)	2,945	7)	2,90	7)	2,93	7)	2,89
	2,735		2,73		2,76		2,74
	0,210		0,17		0,17		0,15
8)	2,80	8)	2,93	8)	2,86	8)	2,89
	2,68		2,665		2,75		2,675
	0,21		0,265		0,11		0,215
9)	2,80	9)	2,805	9)	2,82	9)	2,835
	2,69		2,67		2,65		2,67
	0,11		0,135		0,17		0,165
10)	2,94	10)	2,90	10)	2,925	10)	2,935
	2,685		2,695		2,675		2,675
	0,255		0,205		0,250		0,260
S	1,695:10	S	1,715:10	S	1,605:10	S	1,600:10
M	= 0,17	M	= 0,17	M	= 0,16	M	= 0,16

17. Auswertung		18. Auswertung		19. Auswertung		20. Auswertung	
Gruppe	Wert in mm	Gruppe	Wert in mm	Gruppe	Wert in mm	Gruppe	Wert in mm
1)	2,74	1)	2,755	1)	2,745	1)	2,75
	2,60		2,605		2,62		2,57
	0,14		0,150		0,125		0,18
2)	2,75	2)	2,73	2)	2,765	2)	2,735
	2,62		2,645		2,585		2,62
	0,13		0,085		0,180		0,115
3)	2,79	3)	2,78	3)	2,79	3)	2,775
	2,66		2,635		2,64		2,58
	0,13		0,145		0,15		0,095
4)	2,815	4)	2,80	4)	2,815	4)	2,815
	2,68		2,715		2,67		2,71
	0,165		0,085		0,145		0,105
5)	2,74	5)	2,79	5)	2,775	5)	2,77
	2,655		2,605		2,66		2,65
	0,085		0,185		0,115		0,12
6)	2,82	6)	2,795	6)	2,82	6)	2,785
	2,68		2,71		2,69		2,675
	0,14		0,085		0,13		0,110
7)	2,92	7)	2,90	7)	2,89	7)	2,90
	2,69		2,68		2,705		2,77
	0,23		0,22		0,185		0,13
8)	2,935	8)	2,91	8)	2,885	8)	2,89
	2,705		2,77		2,69		2,72
	0,230		0,14		0,195		0,17
9)	2,81	9)	2,82	9)	2,815	9)	2,80
	2,655		2,64		2,64		2,68
	0,155		0,18		0,175		0,12
10)	2,93	10)	2,925	10)	2,915	10)	2,90
	2,68		2,685		2,70		2,65
	0,25		0,240		0,215		0,25
S	1,655:10	S	1,515:10	S	1,615	S	1,395:10
M	= 0,17	M	= 0,15	M	= 0,16	M	= 0,14

21. Auswertung		22. Auswertung		23. Auswertung		24. Auswertung	
Gruppe	Wert in mm	Gruppe	Wert in mm	Gruppe	Wert in mm	Gruppe	Wert in mm
1)	2,74	1)	2,755	1)	2,765	1)	2,78
	2,64		2,61		2,595		2,62
	0,10		0,145		0,170		0,16
2)	2,73	2)	2,78	2)	2,76	2)	2,73
	2,67		2,63		2,66		2,65
	0,06		0,15		0,10		0,08
3)	2,785	3)	2,80	3)	2,805	3)	2,80
	2,59		2,615		2,545		2,63
	0,195		0,185		0,260		0,17
4)	2,815	4)	2,80	4)	2,82	4)	2,805
	2,73		2,715		2,71		2,70
	0,085		0,085		0,11		0,105
5)	2,765	5)	2,78	5)	2,78	5)	2,775
	2,605		2,645		2,625		2,63
	0,160		0,135		0,155		0,145
6)	2,805	6)	2,785	6)	2,795	6)	2,795
	2,70		2,69		2,71		2,70
	0,105		0,095		0,085		0,095
7)	2,93	7)	2,915	7)	2,95	7)	2,95
	2,725		2,72		2,81		2,705
	0,205		0,195		0,14		0,245
8)	2,88	8)	2,905	8)	2,90	8)	2,92
	2,75		2,755		2,765		2,69
	0,13		0,150		0,135		0,23
9)	2,78	9)	2,80	9)	2,79	9)	2,82
	2,62		2,61		2,65		2,645
	0,16		0,19		0,14		0,175
10)	2,93	10)	2,91	10)	2,935	10)	2,97
	2,695		2,67		2,68		2,685
	0,235		0,24		0,255		0,285
S	1,435:10	S	1,57:10	S	1,55:10	S	1,69:10
M	= 0,14	M	= 0,16	M	= 0,16	M	= 0,17

25. Auswertung		26. Auswertung		27. Auswertung		28. Auswertung	
Gruppe	Wert in mm	Gruppe	Wert in mm	Gruppe	Wert in mm	Gruppe	Wert in mm
1)	2,74	1)	2,755	1)	2,77	1)	2,755
	2,63		2,605		2,61		2,60
	0,11		0,150		0,16		0,155
2)	2,77	2)	2,74	2)	2,75	2)	2,745
	2,66		2,65		2,625		2,63
	0,11		0,09		0,125		0,115
3)	2,77	3)	2,775	3)	2,76	3)	2,75
	2,67		2,61		2,675		2,68
	0,10		0,165		0,085		0,07
4)	2,81	4)	2,80	4)	2,805	4)	2,815
	2,705		2,72		2,69		2,71
	0,115		0,08		0,115		0,105
5)	2,78	5)	2,79	5)	2,78	5)	2,78
	2,655		2,62		2,655		2,66
	0,135		0,17		0,125		0,12
6)	2,795	6)	2,79	6)	2,79	6)	2,81
	2,685		2,695		2,69		2,68
	0,11		0,095		0,10		0,13
7)	2,915	7)	2,905	7)	2,89	7)	2,90
	2,76		2,72		2,75		2,74
	0,155		0,185		0,14		0,16
8)	2,90	8)	2,89	8)	2,925	8)	2,92
	2,755		2,74		2,74		2,70
	0,145		0,15		0,185		0,22
9)	2,815	9)	2,80	9)	2,79	9)	2,80
	2,655		2,63		2,67		2,69
	0,16		0,17		0,12		0,11
10)	2,92	10)	2,92	10)	2,92	10)	2,92
	2,68		2,66		2,64		2,635
	0,24		0,26		0,28		0,285
S	1,38:10	S	1,515:10	S	1,435:10	S	1,47:10
M	= 0,14	M	= 0,15	M	= 0,14	M	= 0,15

2. MESSUNG: AUSWERTUNGEN AN 4 TAGEN,
JEWEILIG ZU ANDERER TAGESSTUNDE

1. Tag: 10 Uhr morgens

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
11100	2,83	11122	2,925	11142	3,025	11163	2,90	11184	2,95
11101	895	11122	77	11143	2,91	11164	94	11185	3,00
11102	96	11123	3,92	11144	945	11165	3,01	11186	2,97
11103	90	11124	2,74	11145	86	11166	2,99	11187	92
11104	975	11125	88	11146	855	11167	97	11188	90
11105	95	11126	83	11147	72	11168	3,045	11189	3,00
11106	3,01	11127	80	11148	85	11169	065	11190	88
11107	2,945	11128	3,00	11149	90	11170	2,99	11191	99
11108	975	11129	2,85	11150	83	11171	3,01	11192	88
11109	875	11130	91	11151	82	11172	2,96	11193	945
11110	925	11131	88	11152	89	11173	87	11194	925
11111	915	11132	87	11153	99	11174	855	11195	91
11112	82	11133	925	11154	975	11175	95	11196	85
11113	805	11134	925	11155	925	11176	91	11197	84
11114	82	11135	98	11156	90	11177	855	11198	88
11115	86	11136	3,01	11157	875	11178	865	11199	84
11116	86	11137	93	11158	905	11179	935	11200	86
11117	875	11138	97	11159	93	11180	93		
11118	925	11139	935	11160	94	11181	875		
11119	86	11140	99	11161	89	11182	905		
11120	865	11141	2,98	11162	88	11183	87		

2. Tag: 12 Uhr mittags

11100	3,105	11121	2,905	11142	3,075	11163	2,91	11184	2,955
11101	2,85	11122	895	11143	2,92	11164	92	11185	99
11102	96	11123	885	11144	895	11165	3,015	11186	96
11103	99	11124	875	11145	865	11166	005	11187	94
11104	97	11125	84	11146	835	11167	015	11188	935
11105	96	11126	74	11147	80	11168	005	11189	975
11106	3,005	11127	98	11148	835	11169	05	11190	945
11107	2,965	11128	775	11149	875	11170	04	11191	925
11108	96	11129	93	11150	765	11171	2,995	11192	90
11109	84	11130	84	11151	92	11172	92	11193	92
11110	94	11131	865	11152	89	11173	915	11194	925
11111	925	11132	925	11153	92	11174	90	11195	85
11112	815	11133	95	11154	935	11175	95	11196	945
11113	88	11134	94	11155	955	11176	895	11197	86
11114	84	11135	86	11156	925	11177	905	11198	86
11115	81	11136	3,105	11157	865	11178	81	11199	835
11116	86	11137	2,97	11158	93	11179	855	11200	765
11117	83	11138	3,195	11159	95	11180	935		
11118	94	11139	03	11160	90	11181	91		
11119	86	11140	10	11161	88	11182	93		
11120	845	11141	2,915	11162	86	11183	885		

3. Tag: 4 Uhr nachmittags

Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm	Schwingung	Wert in mm
III00	2,85	III21	2,92	III42	2,90	III63	2,95	III84	2,925
III01	85	III22	915	III43	3,015	III64	90	III85	3,005
III02	96	III23	88	III44	2,965	III65	3,02	III86	2,945
III03	98	III24	78	III45	87	III66	2,97	III87	94
III04	955	III25	90	III46	87	III67	99	III88	97
III05	99	III26	785	III47	77	III68	3,04	III89	955
III06	985	III27	855	III48	82	III69	93	III90	93
III07	915	III28	90	III49	87	III70	94	III91	90
III08	955	III29	86	III50	77	III71	905	III92	91
III09	875	III30	87	III51	91	III72	2,94	III93	91
III10	915	III31	3,02	III52	92	III73	92	III94	92
III11	94	III32	2,87	III53	92	III74	90	III95	87
III12	79	III33	83	III54	965	III75	925	III96	91
III13	945	III34	895	III55	93	III76	89	III97	87
III14	865	III35	3,135	III56	975	III77	87	III98	855
III15	775	III36	2,855	III57	845	III78	81	III99	855
III16	845	III37	3,105	III58	925	III79	90	II200	84
III17	865	III38	98	III59	92	III80	955		
III18	89	III39	98	III60	90	III81	86		
III19	88	III40	93	III61	83	III82	965		
III20	84	III41	2,98	III62	89	III83	90		

4. Tag: 7 Uhr abends

III00	2,865	III21	2,905	III42	3,00	III63	2,915	III84	2,94
III01	885	III22	93	III43	2,98	III64	925	III85	3,005
III02	94	III23	85	III44	92	III65	3,01	III86	2,96
III03	98	III24	82	III45	82	III66	90	III87	94
III04	98	III25	83	III46	875	III67	2,96	III88	865
III05	89	III26	86	III47	81	III68	3,04	III89	3,02
III06	3,05	III27	87	III48	825	III69	965	III90	2,90
III07	2,94	III28	84	III49	86	III70	915	III91	87
III08	97	III29	92	III50	76	III71	91	III92	93
III09	86	III30	86	III51	95	III72	2,93	III93	945
III10	985	III31	895	III52	92	III73	885	III94	905
III11	875	III32	925	III53	90	III74	895	III95	91
III12	825	III33	91	III54	965	III75	91	III96	89
III13	87	III34	92	III55	935	III76	91	III97	88
III14	845	III35	3,00	III56	94	III77	87	III98	83
III15	79	III36	905	III57	80	III78	82	III99	78
III16	87	III37	2,995	III58	925	III79	925	II200	89
III17	84	III38	995	III59	945	III80	905		
III18	90	III39	3,18	III60	90	III81	94		
III19	895	III40	2,955	III61	87	III82	93		
III20	81	III41	3,04	III62	3,02	III83	88		

BERECHNUNG DER SCHWANKUNGSGRÖSSEN
AUS DER 2. MESSUNG (vgl. S. 264—265)

1. Tag: 10 Uhr morgens		2. Tag: 12 Uhr mittags		3. Tag: 4 Uhr nachmittg.		4. Tag: 7 Uhr abends	
Grup- pe	Wert in mm	Grup- pe	Wert in mm	Grup- pe	Wert in mm	Grup- pe	Wert in mm
1)	3,01	1)	3,105	1)	3,05	1)	2,99
	2,875		2,84		2,86		2,85
	0,135		0,265		0,19		0,14
2)	2,925	2)	2,94	2)	2,985	2)	2,945
	2,805		2,81		2,79		2,775
	0,120		0,13		0,195		0,170
3)	3,02	3)	2,98	3)	2,92	3)	2,92
	2,74		2,74		2,82		2,78
	0,28		0,24		0,10		0,14
4)	3,09	4)	3,195	4)	3,18	4)	3,135
	2,87		2,86		2,895		2,83
	0,22		0,335		0,285		0,305
5)	3,025	5)	3,075	5)	3,04	5)	3,015
	2,72		2,80		2,76		2,77
	0,305		0,275		0,18		0,245
6)	2,99	6)	2,955	6)	2,965	6)	2,975
	2,82		2,865		2,80		2,845
	0,17		0,090		0,165		0,130
7)	3,065	7)	3,015	7)	3,065	7)	3,04
	2,88		2,86		2,87		2,83
	0,185		0,155		0,195		0,21
8)	3,01	8)	2,995	8)	3,015	8)	3,005
	2,855		2,81		2,82		2,81
	0,155		0,185		0,195		0,195
9)	3,00	9)	2,99	9)	3,02	9)	3,005
	2,87		2,885		2,865		2,86
	0,13		0,105		0,155		0,145
10)	2,99	10)	2,945	10)	2,945	10)	2,93
	2,84		2,765		2,78		2,84
	0,15		0,180		0,165		0,09

3. MESSUNG: AUSWERTUNGEN AN 2 TAGEN ZU SECHS VERSCHIEDENEN TAGESSTUNDEN

29. I. 10 Uhr morgens

Schwung	Wert in mm	Schwung	Wert in mm	Schwung	Wert in mm	Schwung	Wert in mm	Schwung	Wert in mm
III00	2,875	III21	2,91	III42	3,02	III63	2,91	III84	2,92
III01	845	III22	86	III43	2,91	III64	91	III85	985
III02	925	III23	85	III44	945	III65	3,05	III86	94
III03	96	III24	775	III45	865	III66	00	III87	945
III04	98	III25	865	III46	90	III67	00	III88	98
III05	97	III26	83	III47	75	III68	2,99	III89	92
III06	985	III27	86	III48	77	III69	3,085	III90	91
III07	965	III28	88	III49	91	III70	02	III91	93
III08	97	III29	84	III50	82	III71	005	III92	93
III09	85	III30	92	III51	84	III72	2,935	III93	92
III10	93	III31	87	III52	3,01	III73	855	III94	895
III11	905	III32	895	III53	88	III74	88	III95	895
III12	805	III33	915	III54	94	III75	94	III96	91
III13	92	III34	96	III55	92	III76	86	III97	88
III14	86	III35	99	III56	89	III77	88	III98	85
III15	76	III36	3,01	III57	88	III78	81	III99	80
III16	855	III37	03	III58	93	III79	915	II200	82
III17	865	III38	05	III59	895	III80	95		
III18	89	III39	09	III60	93	III81	895		
III19	86	III40	015	III61	895	III82	92		
III20	87	III41	2,955	III62	87	III83	91		

29. I. 12 Uhr mittags

III00	2,88	III21	2,90	III42	2,995	III63	2,91	III84	2,915
III01	89	III22	87	III43	95	III64	925	III85	3,015
III02	94	III23	895	III44	895	III65	3,035	III86	2,95
III03	96	III24	78	III45	89	III66	2,95	III87	91
III04	97	III25	85	III46	86	III67	3,03	III88	97
III05	95	III26	84	III47	75	III68	02	III89	95
III06	3,015	III27	83	III48	82	III69	02	III90	915
III07	2,94	III28	88	III49	85	III70	04	III91	90
III08	95	III29	865	III50	835	III71	00	III92	94
III09	86	III30	865	III51	895	III72	2,955	III93	935
III10	915	III31	94	III52	915	III73	865	III94	90
III11	90	III32	87	III53	92	III74	875	III95	91
III12	805	III33	95	III54	945	III75	925	III96	85
III13	915	III34	915	III55	91	III76	86	III97	92
III14	85	III35	3,015	III56	905	III77	88	III98	845
III15	79	III36	2,97	III57	835	III78	835	III99	755
III16	86	III37	3,03	III58	94	III79	905	II20	88
III17	87	III38	08	III59	94	III80	91		
III18	895	III39	055	III60	945	III81	90		
III19	845	III40	02	III61	89	III82	92		
III20	855	III41	005	III62	875	III83	91		

29. I. 3 Uhr nachmittags

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
11100	2,86	11121	2,895	11142	2,98	11163	2,91	11184	2,94
11101	90	11122	90	11143	98	11164	915	11185	3,03
11102	94	11123	8,45	11144	93	11165	3,095	11186	2,93
11103	96	11124	8,4	11145	87	11166	02	11187	91
11104	99	11125	8,75	11146	8,45	11167	2,98	11188	99
11105	92	11126	8,35	11147	705	11168	3,02	11189	94
11106	3,10	11127	865	11148	875	11169	075	11190	975
11107	2,95	11128	83	11149	805	11170	02	11191	865
11108	98	11129	91	11150	855	11171	015	11192	915
11109	81	11130	855	11151	885	11172	2,94	11193	935
11110	95	11131	855	11152	94	11173	89	11194	915
11117	895	11132	725	11153	91	11174	87	11195	905
11112	835	11133	98	11154	93	11175	92	11196	88
11113	88	11134	915	11155	95	11176	87	11197	93
11114	865	11135	98	11156	91	11177	89	11198	82
11115	785	11136	3,01	11157	85	11178	82	11199	83
11116	83	11137	04	11158	91	11179	89	11200	84
11117	89	11138	00	11159	92	11180	94		
11118	885	11139	08	11160	92	11181	885		
11119	875	11140	02	11161	80	11182	895		
11120	835	11141	02	11162	88	11183	90		

29. I. 5 Uhr nachmittags

11100	2,88	11121	2,90	11142	3,015	11163	2,905	11184	2,90
11101	86	11122	86	11143	2,975	11164	955	11185	3,06
11102	975	11123	85	11144	88	11165	3,03	11186	2,90
11103	955	11124	81	11145	85	11166	2,975	11187	95
11104	975	11125	83	11146	87	11167	3,005	11188	98
11105	975	11126	86	11147	77	11168	02	11189	95
11106	975	11127	8,45	11148	82	11169	04	11190	885
11107	945	11128	905	11149	83	11170	06	11191	875
11108	935	11129	86	11150	8,45	11171	01	11192	96
11109	855	11130	84	11151	865	11172	2,93	11193	93
11110	94	11131	93	11152	96	11173	91	11194	90
11111	995	11132	855	11153	89	11174	85	11195	91
11112	80	11133	955	11154	955	11175	93	11196	865
11113	925	11134	93	11155	925	11176	855	11197	875
11114	85	11135	97	11156	91	11177	855	11198	835
11115	79	11136	3,01	11157	87	11178	85	11199	82
11116	84	11137	02	11158	915	11179	91	11200	815
11117	85	11138	07	11159	895	11180	935		
11118	89	11139	00	11160	945	11181	895		
11119	88	11140	07	11161	875	11182	90		
11120	89	11141	00	11162	88	11183	92		

29. I. 8 Uhr abends

Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm	Schwin- gung	Wert in mm
III00	2,80	III21	2,90	III42	3,035	III63	2,865	III84	2,85
III01	88	III22	90	III43	2,975	III64	93	III85	985
III02	95	III23	89	III44	91	III65	3,07	III86	975
III03	97	III24	805	III45	925	III66	025	III87	91
III04	97	III25	845	III46	705	III67	2,965	III88	3,005
III05	96	III26	78	III47	865	III68	3,03	III89	2,985
III06	3,91	III27	85	III48	77	III69	075	III90	3,005
III07	2,95	III28	91	III49	795	III70	93	III91	2,83
III08	98	III29	87	III50	81	III71	01	III92	91
III09	84	III30	89	III51	88	III72	2,93	III93	91
III10	935	III31	95	III52	85	III73	875	III94	995
III11	915	III32	87	III53	3,01	III74	835	III95	885
III12	825	III33	925	III54	2,915	III75	955	III96	97
III13	83	III34	3,04	III55	855	III76	88	III97	90
III14	955	III35	2,97	III56	99	III77	85	III98	86
III15	76	III36	3,02	III57	85	III78	895	III99	81
III16	83	III37	2,99	III58	86	III79	875	II200	83
III17	80	III38	3,08	III59	97	III80	92		
III18	99	III39	08	III60	905	III81	905		
III19	79	III40	00	III61	915	III82	885		
III20	87	III41	2,985	III62	835	III83	985		

30. I. 10 Uhr morgens

III00	2,89	III21	2,905	III42	3,02	III63	2,875	III84	2,895
III01	86	III22	88	III43	2,97	III64	935	III85	3,02
III02	915	III23	83	III44	95	III65	3,06	III86	2,96
III03	985	III24	83	III45	85	III66	2,97	III87	90
III04	96	III25	89	III46	815	III67	3,02	III88	3,00
III05	96	III26	81	III47	755	III68	01	III89	2,96
III06	3,09	III27	86	III48	81	III69	04	III90	88
III07	2,95	III28	88	III49	885	III70	93	III91	935
III08	96	III29	86	III50	835	III71	03	III92	925
III09	83	III30	79	III51	88	III72	2,935	III93	915
III10	97	III31	3,015	III52	94	III73	895	III94	92
III11	91	III32	2,87	III53	89	III74	875	III95	90
III12	85	III33	925	III54	95	III75	915	III96	865
III13	92	III34	91	III55	905	III76	87	III97	96
III14	82	III35	99	III56	995	III77	87	III98	90
III15	75	III36	3,02	III57	845	III78	84	III99	79
III16	885	III37	00	III58	985	III79	895	II200	86
III17	835	III38	065	III59	92	III80	96		
III18	89	III39	07	III60	91	III81	895		
III19	99	III40	01	III61	895	III82	91		
III20	845	III41	2,995	III62	875	III83	895		

BERECHNUNG DER SCHWANKUNGSGRÖSSEN
AUS DER 3. MESSUNG (vgl. S. 267—269)

29. I. 10 Uhr morgens		29. I. 12 Uhr mittags		29. I. 3 Uhr nachmittags		29. I. 5 Uhr nachmittags		29. I. 8 Uhr abends		30. I. 10 Uhr morgens	
Gruppe	Wert in mm	Gruppe	Wert in mm	Gruppe	Wert in mm	Gruppe	Wert in mm	Gruppe	Wert in mm	Gruppe	Wert in mm
1)	3,00	1)	3,01	1)	2,995	1)	3,00	1)	3,015	1)	2,985
	2,83		2,84		2,855		2,81		2,86		2,845
	0,17		0,17		0,140		0,19		0,155		0,140
2)	2,97	2)	2,99	2)	2,94	2)	2,95	2)	2,915	2)	2,93
	2,75		2,76		2,79		2,785		2,79		2,76
	0,22		0,23		0,15		0,165		0,125		0,17
3)	2,905	3)	2,91	3)	2,905	3)	2,91	3)	2,90	3)	2,91
	2,81		2,78		2,81		2,83		2,78		2,775
	0,095		0,13		0,095		0,08		0,12		0,135
4)	3,065	4)	3,04	4)	3,07	4)	3,08	4)	3,08	4)	3,09
	2,79		2,87		2,84		2,855		2,865		2,87
	0,275		0,17		0,23		0,235		0,215		0,22
5)	3,02	5)	3,035	5)	3,06	5)	3,02	5)	3,02	5)	3,02
	2,755		2,705		2,77		2,705		2,75		2,75
	0,265		0,330		0,30		0,315		0,27		0,27
6)	2,985	6)	3,01	6)	2,96	6)	2,95	6)	2,945	6)	3,01
	2,905		2,815		2,845		2,85		2,835		2,82
	0,080		0,195		0,115		0,10		0,110		0,19
7)	3,06	7)	3,075	7)	3,04	7)	3,075	7)	3,05	7)	3,085
	2,875		2,835		2,875		2,88		2,875		2,87
	0,185		0,240		0,165		0,195		0,175		0,215
8)	3,03	8)	3,03	8)	3,06	8)	3,02	8)	3,04	8)	3,02
	2,84		2,835		2,85		2,82		2,86		2,81
	0,19		0,195		0,21		0,20		0,18		0,21
9)	3,02	9)	3,005	9)	3,06	9)	3,03	9)	3,015	9)	2,985
	2,895		2,85		2,895		2,895		2,90		2,895
	0,125		0,155		0,165		0,135		0,115		0,090
10)	2,935	10)	3,005	10)	2,96	10)	2,975	10)	2,94	10)	2,93
	2,70		2,81		2,815		2,82		2,755		2,80
	0,235		0,195		0,145		0,155		0,185		0,13

*Aus dem Phonetischen Laboratorium in Berlin,
Abteilung des Universitäts-Ambulatoriums für
Stimm- und Sprachstörungen
(Leiter: Prof. Dr. Gutzmann)*

ZUR TECHNIK DER STROBOSKOPIE¹

VON
FRANZ WETHLO (BERLIN)

Das Phänomen, welches der Laryngo-Stroboskopie zugrunde liegt, wird durch eine rein physikalische Deutung durchaus nicht in seinem ganzen Umfange erfaßt. Es sind zur restlosen Erklärung dieses Vorganges auch die physiologischen und psychologischen Verhältnisse heranzuziehen, wie sie in ganz ähnlicher Weise bei der Kinematographie wiederkehren. Deren psychologische

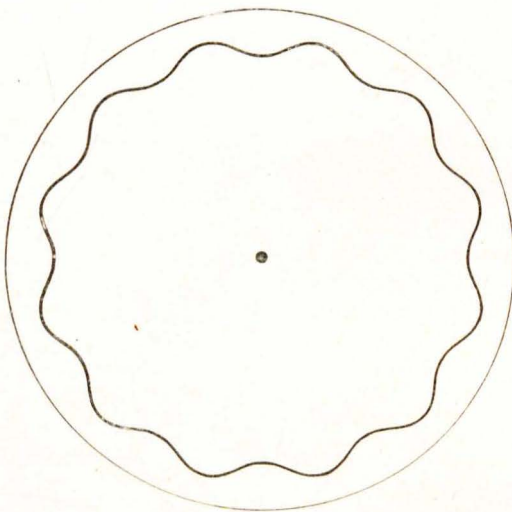


Fig. 1

Probleme wurden vornehmlich durch P. LINKE untersucht. Ich verdanke Mitteilungen über dieses Gebiet Herrn Prof. SCHÄFFER in Berlin (ZEISSWERK).

Zur Darstellung und Analyse der stroboskopischen Erscheinung habe ich eine graphisch-mechanische Vorrichtung hergestellt,

¹ Vortrag gehalten auf dem ersten internationalen Kongreß für experimentelle Phonetik, Hamburg, April 1914.

welche gleichzeitig Lehrzwecken dienen kann. Auf eine runde Pappscheibe wurde der Weg eines schwingenden Punktes als Kurve gezeichnet (Fig. 1.) Es wurde die ungefähre Form der Sinuskurve angenommen, wobei die Frage ganz unberührt bleiben soll, ob und wann die Oszillationen der Stimmlippen als Sinusschwingungen aufzufassen sind. Setzen wir die Scheibe in Umdrehung, so läßt der physiologische Vorgang der Nachbilder die Kurven erklärlicherweise verschwinden. Es entsteht ein Wischbild, bei welchem nur die äußeren Begrenzungen der Kurven, also die Endstellungen der Schwingungen (entsprechend der Abnahme der Sinuswerte) als deutlich begrenzte Linien hervortreten.

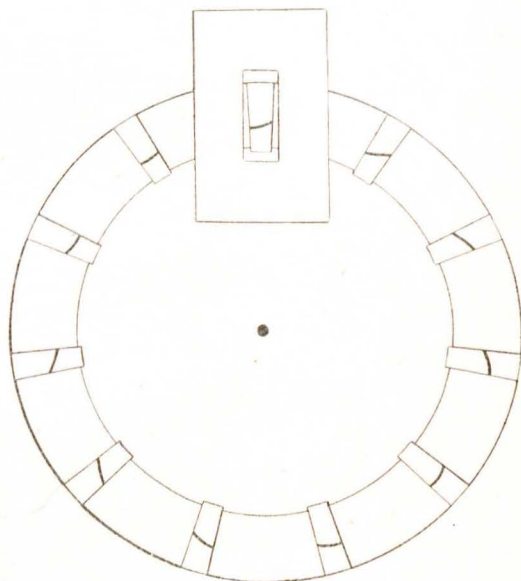


Fig. 2

Ganz analog repräsentiert sich ja bekanntlich oft das Bild schwingender Körper, etwa einer Saite. Die Stroboskopie führt nun aneinandergereihte Bruchteile der Schwingungen vor das Auge. Solche kann man bei unserem Modell erhalten, wenn man die Kurvenzeichnung durch eine zweite Scheibe mit regelmäßig angeordneten Schlitten überdeckt. (Fig. 2.) Sie wird zweckmäßig aus schwarzer Pappe hergestellt. Da die Kurve 12 Perioden hat, welchen nur 11 Schlitten der Deckscheibe gegenüberstehen, so zeigt unsere Vorrichtung, wie fortschreitend stets ein anderes Teilstück der Kurve in dem Schlitz erscheint. Läßt man nun beide Scheiben miteinander, also die zerstückelte Kurve sich drehen und sieht dabei durch ein Blendenfenster, das man fest-

stehend vor der Scheibe anbringt, (in Fig. 2 oben gezeichnet) so erblickt das Auge die verschiedenen Kurventeile nacheinander an der gleichen Stelle. Die Teilbilder verschmelzen miteinander und geben dann, da sie ja ihren Ort wechseln, ein sich bewegendes Bild. Dieses vollführt Oszillationen ganz im Sinne der ursprünglichen Kurve Fig. 1. Während aber die ungedeckte Kurve bei Betrachtung durch das feststehende Blendenfenster bei langsamer Rotation pro Scheibendrehung 12 Schwingungen erkennen läßt, erscheint bei der gedeckten Scheibe, also bei stroboskopisch umgeformter Kurve, pro Umdrehung nur eine Schwingung. Unser Apparat kann also zunächst einmal den bekannten Vorgang verdeutlichen, wie bei stroboskopischer Betrachtung die scheinbare

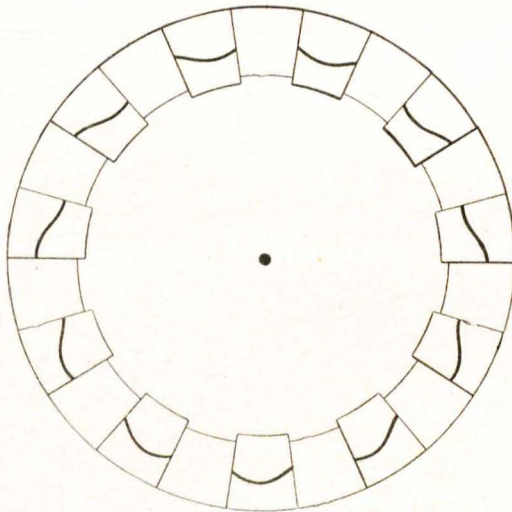


Fig. 3

Verlangsamung (in unserem Falle 1—12) der Schwingungen zustande kommt. Die Vorrichtung gestattet aber auch ein Studium der Frage, wie bei der stroboskopischen Scheibe das Verhältnis von Schlitzbreite und Dunkelfeld zu wählen ist. Man könnte meinen, daß diese Frage, welche für die Technik der Stroboskopie von größter Wichtigkeit ist, am einfachsten und richtigsten am Stroboskop selbst gelöst werden könne, indem man Scheiben verschiedener Schlitzbreite einfach ausprobiert. Es kann dabei aber das Urteil unter Umständen durch stroboskopische Trugbilder irregeleitet werden. Deren Zustandekommen kann nun auch durch unsere Vorrichtung demonstriert und erklärt werden. Überdeckt man die Kurvenscheibe mit einer Deckscheibe nach Art der Fig. 3, so wird der Fall bei der Stroboskopie dargestellt,

bei dem das Verhältnis von Belichtung zu Dunkelfeld gleich 1 : 1 ist. Ich habe dieses Verhältnis in der Tat bei käuflichen Stroboskopen vorgefunden. Rein physikalisch genommen, könnte unter dieser Bedingung überhaupt kein stroboskopisches Bild entstehen, da bei jedem Schlitz ungefähr eine halbe Schwingungsphase sichtbar werden muß. Trotzdem zeigt der Versuch am Stroboskop, daß sogar beim Verhältnis 1 : 1 verlangsamte Schwingungen erkennbar werden, wenn auch die erhaltenen Bilder nicht recht scharf sind. — Drehen wir unsere für den analogen Fall hergestellte Scheibe Fig. 3 und betrachten direkt, also ohne Blendenfenster, so zeigt sich eine Kreislinie, welche sprungweise ihren Platz ändert. Sie kommt dadurch zustande, daß wieder nur die Umkehrstellen der Kurven, also die Endstellungen der Schwingungen, sich deutlich markieren. Betrachtet man in Fig. 3, in der Mitte oben beginnend und nach rechts fortschreitend, die ersten drei Felder, so erkennt man, daß sie vorwiegend die äußere Endstellung erkennen lassen. Drei Felder überspringend kommt man an Kurventeile, in denen vorwiegend die inneren Umkehrstellen der Sinuskurven deutlicher enthalten sind. Die übrigen Felder, bei denen die Kurve weder nach der einen, noch nach der anderen Seite ausgesprochen neigt, verschwinden bei der Rotation im Wischbild und ergeben die kleine Zwischenpause bei den Sprüngen der Kreislinie. — Setzen wir jetzt vor die rotierenden Scheiben ein Blendenfenster, welches aus der Kreislinie ein kurzes Stück herauschneidet, so sehen wir an diesem auch wieder das sprunghafte Pendeln. Wir glauben aber deutlich zu bemerken, wie der Linienabschnitt von einer Stellung zur anderen ohne Unterbrechung wandert. Wir können ihn auf seinem Hin- und Herwege verfolgen und erkennen also schnell vorübergehend auch Zwischenstellungen, die doch in Wirklichkeit nicht vorhanden sein können. Im Prinzip ist diese Erscheinung ja schon längst bekannt. Sie tritt in einfacher Form bei dem Pedemaskop zutage. Bei diesem verbreiteten Spielzeug ist nur der Anfangs- und Endzustand eines periodischen Bewegungsvorganges abgebildet (z. B. ein Schmied mit erst erhobenem und dann zuschlagendem Hammer). Dennoch glaubt man bei schnellem Wechsel beider Bilder den ganzen Bewegungsvorgang (des Hämmerns) mit allen seinen Zwischenstellungen zu sehen.

Ich habe ein Pedemaskop zur Darstellung der Stimmlippen-schwingungen in folgender Weise hergestellt: In ein Stereoskop bekannter Form wird ein Doppelbild gelegt, das auf seinen beiden Hälften an homologen Stellen die nebenstehenden Figuren trägt, die den Stimmlippenrand bei Öffnung und Schluß der Glottis veranschaulichen sollen. Abwechselndes Zudecken der einen und der anderen Figur ruft dann die stroboskopische Täuschung einer schwingenden Bewegung hervor. Auf die

Theorie dieses psychologischen Phänomens (einer tautoskopischen Erscheinung bzw. Identifikationstäuschung) kann hier nicht weiter eingegangen werden. Es sei nur noch hervorgehoben, daß sie mit dem physiologischen Vorgang des Nachbildes nicht im Zusammenhang steht.

Zur Laryngo-Stroboskopie zurückkehrend, können wir also sagen, daß ein Stroboskop mit ungünstigem Verhältnis von Belichtungsdauer und Dunkelfeld nur ein ungefähres Bild der Öffnungs- und Schlußstellung ergeben kann. Wenn auch Zwischenbewegungen gesehen werden, kann ihr Ablauf dem wirklichen Vorgang nicht gleichen, sondern wird den Gesetzen der „stroboskopischen Täuschung“ entsprechend wahrgenommen werden. Einfache Stroboskope dieser Art mögen der Praxis des Laryngologen genügen, wenn es nur auf ein ungefähres Erkennen der Form des Stimmlippenschlusses ankommt. Für feinere physiologische und phonetische Untersuchungen, vor allem aber für die Stobo-Kinematographie (HEGENER-CALZIA) dürfte man unter das Verhältnis 1 : 8 kaum heruntergehen können. Sicherer ist jedenfalls, nach Möglichkeit noch weiterzugehen und etwa das



Fig. 4

VON HEGENER vorgeschlagene Verhältnis 1 : 20 zu wählen. Praktisch wird sich das für hohe Töne nicht immer erreichen lassen, da Stroboskope dieser Art starke Lichtquellen und eine extrem hohe Tourenzahl erfordern würden. Sucht man noch HEGENERS¹ Forderung nahe zu kommen, daß die Schlitzbreite ein Vielfaches der Breite des durchschnittlichen Lichtbüschels sein soll, so lassen sich nur Motoren sehr hoher Tourenzahl für das Stroboskop verwenden. Man kommt dabei bald an die Grenze dessen, was technisch möglich ist, selbst wenn man sich des vorbildlich durchgearbeiteten Beleuchtungssystems nach HEGENER bedient.

Besondere Schwierigkeiten ließen sich erwarten, als ich mir die Aufgabe stellte, ein Stroboskop zu konstruieren, welches klein, leicht und erschütterungsfrei genug sei, um am Stirnband getragen werden zu können, oder das geeignet wäre, sich an das FLATAU'sche Laryngoskop anbauen zu lassen. Sollte bei einem derartigen Instrument außer den oben auseinandergesetzten Forderungen noch die erfüllt werden, daß es für den ganzen

¹ Vox, 1914, 1—10, 3 Fig.

Bereich der menschlichen Stimme gebraucht werden könne, also bis hoch in die zweigestrichene Oktave hinauf, so ergab sich ohne weiteres, daß ein Elektromotor als Antrieb nicht in Frage kommen könne. Die Lösung der Aufgabe gelang bei Anwendung einer Preßluftturbine, und ich bin in der Lage, ein zuverlässig

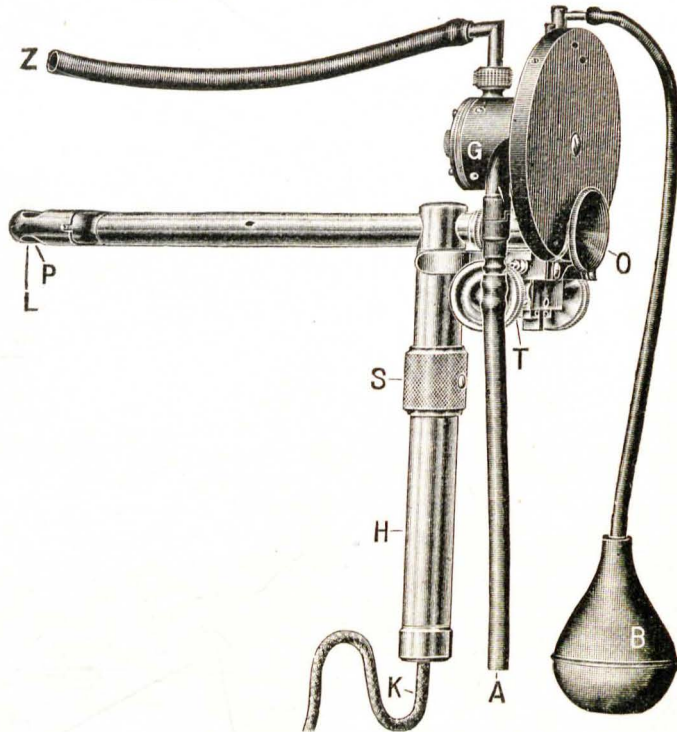


Fig. 5

Turbo-Stroboskop nach WETHLO

H Handgriff; *O—P* Schrohr mit optischem System; *O* Okular; *P* Prisma; *L* Glühlampen; *K* Lichtkabel; *S* Einschalter für Licht; *G* Turbinengehäuse; *Z* Schlauch für zuströmende Preßluft; *A* Schlauch für abströmende Luft; *B* Gummiball zum Anblasen der stroboskopischen Scheibe als Sirene; *T* Triebbewegung zum Einstellen der Oktaven.

arbeitendes Turbo-Stroboskop (Fig. 5) jetzt veröffentlichen und demonstrieren zu können.¹ Dasselbe ist an ein Laryngoskop nach FLATAU angebaut. Die Lichtstärke wurde durch Anwendung besonders heller Glühlämpchen und Beleuchtungslinsen nach Möglichkeit gesteigert. Es wird zurzeit eine Spezialoptik vom

¹ Das Instrument wurde von Herrn GEORG WOLF, Berlin, Karlstr. 18, ausgeführt. Ich danke dieser Firma für die technische Mitarbeit, die gewissenhafte Herstellung und die eingehenden Versuche, welche mit nicht unerheblichen Opfern verbunden waren.

ZEISSwerk errechnet, mit Hilfe deren dann ein etwas größeres Bild der Stimmlippen erhalten wird.

Das Hauptteil des Apparats, die kleine Preßluftturbine, konnte auf die Größe einer Walnuß reduziert werden. Sie dreht eine stroboskopische Scheibe mit einer Geschwindigkeit bis zu 15 000 Touren pro Minute oder 250 pro Sekunde, sodaß bei vier Schlitzen der Scheibe der Ton $c\ 3$ noch erreicht werden kann. Die bei der Drehung auftretenden Geräusche und Vibrationen sind gering und stören die Untersuchungen nicht. Der Antrieb des Apparates erfolgt durch Preßluft oder Kohlensäure. Komprimierter Sauerstoff ist nicht anwendbar, da er die Metallteile durch Oxydation schnell zerstören würde. Bei Anwendung von Kohlensäure kann man dieselbe den bekannten Stahlflaschen entnehmen, welche zum Betrieb von Bierdruckleitungen verwandt werden und allerorten leicht zu beschaffen sind. Eine Eisbildung tritt an den Apparaten nicht ein, da nur geringe Kohlensäuremengen der Stahlflasche entströmen. Es reicht eine solche zu mehrstündigem Betriebe aus. Eine Beeinträchtigung der Atmung ist für die beteiligten Personen nicht zu befürchten, da die Kohlensäure durch einen Schlauch aus dem Bereich von Untersucher und Versuchsperson geführt wird. Die Regulierung der Tourenzahl erfolgt bei Heranziehung einer Preßluftanlage von ca. $1\frac{1}{2}$ Atm. durch einen Feinstellhahn. Bei Gebrauch von flüssiger Kohlensäure bedient man sich eines besonders hergerichteten Reduzierventils. (Nebenher sei bemerkt, daß dieses, wie jedes andere Kohlensäureventil niemals für Sauerstoff mitbenutzt werden darf, da Schmierfett und Sauerstoff ein explosives Gemisch ergeben.) — Durch Abstufung des Drucks kann man das Stroboskop zunächst schon weit über eine Oktave hinaus auf einen bestimmten Ton genau und gleichmäßig laufend einstellen. Weitere Töne der Skala werden dadurch erhalten, daß die stroboskopische Scheibe 3 Schlitzreihen aufweist, welche 1, 2 und 4 Löcher enthalten, von denen also jede folgende die Oktave der vorhergehenden ergibt. Durch einen Trieb kann die gerade benötigte Lochreihe in den optischen Strahlengang eingestellt werden. Die jeweilige Tonhöhe des Instruments kann festgestellt werden, indem durch die entsprechende Schlitzreihe der Luftstoß eines kleinen Handballes geführt wird. Es entsteht dann ein genügend starker Sirenenton, an welchem die Einstellung des Instrumentes kontrolliert wird. — An der stroboskopischen Scheibe ist das Verhältnis von Schlitzbreite zu Dunkelfeld ca. 1 : 8. Das durchschnittene Lichtbüschel hat bei der höchsten Oktave, also im ungünstigsten Falle, doch nur etwa die halbe Breite des Schlitzes, womit den HEGENERSchen Bedingungen entsprochen sein dürfte. — Ich gebe mich der Hoffnung hin, mit dem neuen Turbo-Stroboskop ein handliches, leicht transportables und zuverlässiges Instrument geschaffen zu haben.

(Bei der Redaktion am 22. Mai 1915 eingegangen)

ERKLÄRUNG

Im Jahresbericht des Seminars für romanische Sprachen und Kultur zu Hamburg, für das Jahr 1913—1914 hat der Direktor des Seminars, Herr Professor Dr. SCHÄDEL, folgendes veröffentlicht:

„Ein empfindlicher Mangel der Forschungsarbeiten des Seminars auf linguistischem Gebiet bestand darin, daß ihre Unterstützung durch experimentalphonetische Untersuchungen unmöglich war, sodaß ein Teil dieser Arbeiten bereits ohne die Ergebnisse solcher Untersuchungen an die Öffentlichkeit gebracht werden mußte.“

Die Unterzeichneten sehen sich genötigt, demgegenüber zu erklären:

Das Laboratorium für experimentelle Phonetik zu Hamburg ist im Anfang des Jahres 1910 von dem unterzeichneten Direktor des Seminars für Kolonialsprachen gegründet. Die Apparate fanden zunächst ihre Aufstellung in dem damaligen Gebäude der Oberschulbehörde, Dammtorstraße 25, später in dem Physikalischen Staatslaboratorium in der Jungiusstraße. Im Oktober 1910 trat der unterzeichnete Assistent als wissenschaftlicher Hilfsarbeiter am Seminar für Kolonialsprachen ein und übernahm die Leitung des Laboratoriums. Herr Professor Dr. SCHÄDEL wurde als Professor der romanischen Sprachen und Kultur und Direktor seines Seminars am 1. März 1911 nach Hamburg berufen. Er hat im Wintersemester 1911/12 auch einige Stunden an dem Praktikum des unterzeichneten Assistenten teilgenommen. Da von mehreren Mitgliedern des Professorenrats des Hamburgischen Kolonialinstituts der Wunsch ausgesprochen wurde, im Phonetischen Laboratorium zu arbeiten, erwies sich der Raum als zu klein und es wurde 1912 ein Zimmer für solche Arbeiten im Vorlesungsgebäude eingerichtet, in unmittelbarer Nachbarschaft des Romanischen Seminars. Dieses Zimmer wurde mit den notwendigen Apparaten ausgestattet, auch war eine technische Hilfskraft dort regelmäßig anwesend. Herr Prof. Dr. SCHÄDEL hat dies Zimmer niemals betreten. Ferner wurde im Jahre 1913 ein besonderes Haus für die Zwecke der experimentellen Phonetik eingerichtet und möglichst vollständig mit Apparaten ausgestattet. Es wurden z. B. 7 neue Kymographien und mehrere kostspielige Meßapparate, Mikroskope, Schreib-, Übertragungs- und Demonstrationsapparate in zahlreichen Exemplaren aufgestellt, um allen Herren, die dort arbeiten wollen, jede phonetische Arbeit zu ermöglichen. Ferner wurden neue technische Hilfskräfte beschäf-

tigt und ein zweiter wissenschaftlicher Hilfsarbeiter zur Unterstützung der im Laboratorium arbeitenden Philologen gesucht. Er war in der Person des Herrn Dr. WAIBLINGER gefunden, dessen Eintritt nur durch den Krieg gehindert wurde. Die Einrichtungen dieses Hauses haben auf dem ersten internationalen Kongreß für experimentelle Phonetik, der im April 1914 in Hamburg abgehalten wurde, Anerkennung gefunden. Herr Professor Dr. SCHÄDEL hat auch dieses Haus niemals betreten. Während des Kongresses war er verreist und hat nicht daran teilgenommen. Die Vorlesungen und Übungen des Laboratoriums sind von einer großen Anzahl Romanisten besucht worden, unter denen die folgenden Herren wissenschaftliche Hilfsarbeiter am Seminar für romanische Sprachen und Kultur gewesen sind, oder noch sind: Dr. WAGNER, Dr. KRÜGER, Dr. LORENS, Dr. RENARD und außerdem Herr SALZER. Herr Dr. WAGNER nahm zu seiner Forschungsreise nach Sardinien im Jahre 1912 einen Phonographen mit, der im Laboratorium ausprobiert war und für den die Walzen im Laboratorium ausgesucht und verpackt wurden. Herr Dr. LORENS hat eine Reihe von Untersuchungen über spanische Sprache und Herr Dr. RENARD über französische Sprache im Laboratorium vorgenommen, wie die dort vorliegenden Originalaufnahmen beweisen. Auch Herr Dr. ŠLATAPER, der Hilfsarbeiter am romanistischen Seminar war, hat sich an phonetischen Untersuchungen beteiligt. Mehrere phonographische Platten und Walzen für die romanische Sprachwissenschaft wurden im Laboratorium aufgenommen. Die Bibliothek des Laboratoriums wurde von Herrn Dr. LORENZ reichlich benutzt. Mehrere auswärtige Romanisten haben die Einrichtung des Laboratoriums besichtigt und ihre Freude an seiner Vollständigkeit und zweckmäßigen Einrichtung kundgegeben. U. a. Geheimrat Professor Dr. MORF in Berlin, Professor Dr. GAUCHAT in Zürich, Professor Dr. SCHULTZ-GORA in Straßburg, Professor Dr. BRUNOT in Paris. Das Laboratorium wurde auch von Doktoranden besucht, die darin die experimental-phonetischen Unterlagen für ihre Doktorarbeit gewannen; auf dem Gebiet der Romanistik waren es Dr. WAIBLINGER mit seiner Dissertation *Beiträge zur Feststellung des Tonfalls in den romanischen Sprachen* (Halle) und Fräulein Dr. CLARA METZ mit ihrer Arbeit *Ein experimentell-phonetischer Beitrag zur Untersuchung der italienischen Konsonantengeminatio* (Bonn). Beide haben in der Dissertation dem Laboratorium ihren Dank ausgesprochen. Das Laboratorium ist außerdem auch von Vertretern anderer Wissenschaften reichlich benutzt worden, und die hamburgische Unterrichtsverwaltung hat sich durch die Einrichtung und Förderung des Laboratoriums und die Erfüllung aller geäußerten Wünsche ein dauerndes Verdienst um die Wissenschaft der Phonetik erworben. Dazu kommt die Unterstützung der Zeitschrift *Vox* durch die Hamburgische Wissen-

schaffliche Stiftung. Die Unterzeichneten nehmen gern die Gelegenheit wahr, ihren Dank hierfür an dieser Stelle öffentlich zum Ausdruck zu bringen.

Der Direktor des Seminars für Kolonialsprachen

D. C. MEINHOF,

Professor der afrikanischen Sprachen.

Der Leiter des Phonetischen Laboratoriums

Dr. G. PANCONCELLI-CALZIA,

Assistent am Seminar für Kolonialsprachen.

Verlag von L. Friederichsen & Co., Hamburg.

In den „Abhandlungen des Hamburgischen Kolonialinstituts“ sind erschienen:

Prof. K. Endemann: **Wörterbuch der Sotho-Sprache (Süd-Afrika)**. Gr. 8^o. VIII und 727 Seiten. 1911. Preis: broschiert M. 30.—.

Prof. D. C. Meinhof: **Die Sprachen der Hamiten**. Mit einer Beigabe: **Hamitische Typen** von Prof. Dr. Felix von Luschan. Gr. 8^o. XVI und 256 Seiten mit 33 Abbildungen auf 11 Tafeln und 1 Karte. 1912. Preis: broschiert M. 12.—, gebunden M. 14.—.

Missionar-Pastor Karl Roehl: **Versuch einer systematischen Grammatik der Schambalaspache (Deutsch-Usambara)**. Gr. 8^o. XVI und 215 Seiten. 1911. Preis: broschiert M. 12.—.

Missionar Georg Schürle: **Die Sprache der Basa in Kamerun. Grammatik und Wörterbuch**. Gr. 8^o. VIII und 292 Seiten. 1912. Preis: broschiert M. 15.—.

Professor Diedrich Westermann: **Die Sudansprachen. Eine sprachvergleichende Studie**. Gr. 8^o. VIII und 222 Seiten, sowie 1 Karte. 1911. Preis: broschiert M. 14.—.

Aeltere Jahrgänge

der

Monatsschrift für Sprachheilkunde

aus den Jahren 1891, 1892, 1893, 1894, 1895 und 1896 werden, soweit noch vorhanden, zum Preise von je 8 Mk. abgegeben, auch werden die Einbanddecken zu je 1 Mk. noch nachgeliefert.

Die Jahrgänge 1897 und Folge kosten je 10 Mk.

Fischer's medicin. Buchhandlung H. Kornfeld
Berlin W. 62, Keithstraße 5.

Verlag von Fischer's medicin. Buchhandlung
H. Kornfeld, Herzogl. Bayer. Hof- und K. u. K. Kammer-Buchhändler
in Berlin W. 62, Keithstraße 5.

Sprachheilkunde

Vorlesungen über die Störungen der Sprache
mit besonderer Berücksichtigung der Therapie

von

Prof. Dr. Hermann Gutzmann

Leiter des Universitäts-Ambulatoriums für Stimm- und Sprachstörungen
zu Berlin.

Zweite, völlig umgearbeitete Auflage.

Mit 131 Abbildungen im Text.

Preis: Geheftet 15 Mark — gebunden 16,50 Mark.

Inhaltsverzeichnis:

I. Allgemeiner Teil.

1. Physiologie der Lautsprache	1
2. Psychologie der Lautsprache	45
3. Entwicklung der Lautsprache	88
4. Untersuchung sprachgestörter Patienten	112
5. Die allgemeinen Grundlagen der Sprachheilkunde	147

II. Spezieller Teil.

1. Die peripher-impulsiven Sprachstörungen	195
2. Die Aphasien	257
3. Die Sprachstörungen bei angeborenen und in der Jugend erworbenen Defektpsychosen von Dr. M. Nadoleczny	305
4. Die Stummheit	348
5. Das Poltern	362
6. Das Stottern	373
7. Aphthongie und Aphonia spastica	451
8. Die funktionellen Störungen der Stimme	463
9. Das Stammeln	490
10. Die mechanischen Dyslalien	520
11. Die symptomatischen Sprachstörungen von Dr. Hugo Stern	580
Alphabetisches Sachregister	644

INTERNATIONALES
ZENTRALBLATT FÜR
EXPERIMENTELLE
PHONETIK

VOX



NEUGEGRÜNDET MIT UNTERSTÜTZUNG DER
HAMBURGISCHEN
WISSENSCHAFTLICHEN
STIFTUNG
VON H. GUTZMANN UND
G. PANCONCELLI-CALZIA



FISCHERS MEDIZINISCHE BUCHHANDLUNG BERLIN, W. 62
L. FRIEDERICHSEN & CO. HAMBURG.

26. Jahrgang

1916

Internationales Zentralblatt
für experimentelle Phonetik **VOX**
1916

26. Jahrgang

(Fortsetzung der 1891 von A. und H. GUTZMANN gegründeten
*Medizinisch-pädagogischen Monatsschrift für die gesamte
Sprachheilkunde*)

INHALT

Originalarbeiten:

	Seite
* ENDEMANN. — <i>Der Tonfall in den Südostafrikanischen Bantusprachen</i>	161
HEINITZ. — <i>Experimentelle Untersuchungen über Kehlkopf- und Zungenbeinlage beim Singen und beim Pfeifen</i>	36
* HEINITZ. — <i>Ein Beitrag zur Reproduktion des musikalischen Elements im Ewe</i>	83
* HEINITZ. — <i>Besprechungen von Grammophon-Instrumental-Aufnahmen in Berliner Schrift I.</i>	209
* MEINHOF. — <i>Theoretische und empirische Tonhöhen im Ewe</i>	91
* MEYER. — <i>Beiträge zur schwedischen Phonetik</i>	4
* PETERS. — <i>Tonhöhenkurven einer grammophonischen Aufnahme der Ewe-Sprache</i>	57
* PETERS. — <i>Verbesserungen in der Methode der direkten Luftübertragung von glyphischen Aufnahmen auf berufltes Papier</i>	121
* PETERS. — <i>Ein Reduktionsapparat für Tonhöhenkurven</i>	176
* SCHNEIDER. — <i>Beschreibung eines neuen Kehlktonschreibers nach CALZIA-SCHNEIDER</i>	1
ZUMSTEG. — <i>Über larvierte Formen von Mutationsstörungen</i>	216

Besprechungen:

HEINITZ. — <i>Einführung in die Musikwissenschaft</i> von KARL L. SCHÄFER	44
— <i>Untersuchungsmethodik der akustischen Funktionen des Ohres</i> von KARL L. SCHÄFER	95
— <i>Beiträge zur Feststellung des Tonfalls in den romanischen Sprachen</i> von E. WAIBLINGER	95
— <i>Fernschrift und Fernspruch</i> von FELIX AUERBACH	178
ZUMSTEG. — <i>Sonderklassen für sprachkranke Kinder</i> von W. CARRIE	178

Berichte:

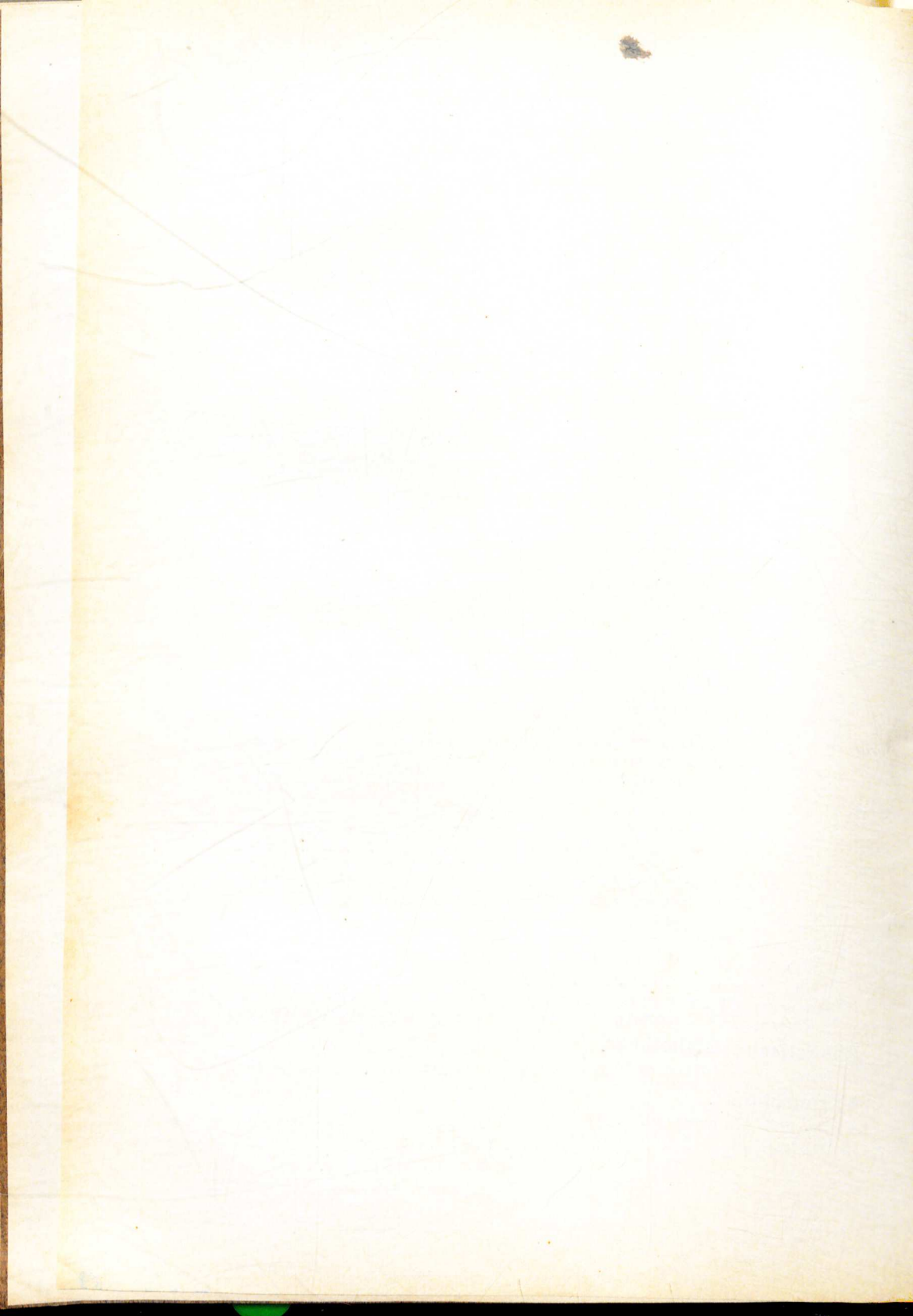
BISCHOFF. — 2. Hamburger phonetischer Vortrag, <i>Über die phonetische Systematik des Sanskrit</i>	98
HOFFMANN. — 4. Hamburger phonetischer Vortrag, <i>Die Klangfarbe der Stimmen und der Laute</i>	140
MEINHOF. — 3. Hamburger phonetischer Vortrag, <i>Ursprüngliche und abgeleitete musikalische Töne in afrikanischen Sprachen</i>	125
PANCONCELLI-CALZIA. — 1. Hamburger phonetischer Vortrag, <i>Experimentelle Untersuchungen des ε im Arabischen von Yemen und Aleppo</i>	45
THILENIUS, MEINHOF und HEINITZ. — 5. Hamburger phonetischer Vortrag, <i>Die Trommelsprache in Afrika und in der Südsee</i>	179

Phonetische Bibliothek:

Neudruck von HELMONT besorgt von Prof. W. VIETOR	1—64
--	------

Vermischtes:

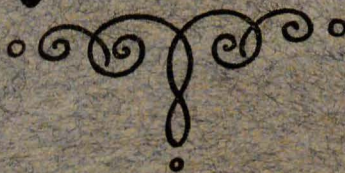
Dr. phil. WAIBLINGER	55
<i>Berichtigung</i>	56



PZ 1915. 1344

INTERNATIONALES
ZENTRALBLATT FÜR
EXPERIMENTELLE
PHONETIK

VOX



NEUGEGRÜNDET MIT UNTERSTÜTZUNG DER
HAMBURGISCHEN
WISSENSCHAFTLICHEN
STIFTUNG
VON H. GUTZMANN UND
G. PANCONCELLI-CALZIA



FISCHERS MEDIZINISCHE BUCHHANDLUNG BERLIN, W. 62.
L. FRIEDERICHSEN & CO. HAMBURG.

Heft 1, 1916

Verlag von Fischer's medicin. Buchhandlung H. Kornfeld,
Herzogl. Bayer. Hof- und K. u. K. Kammer-Buchhändler
in Berlin W. 62, Keithstraße 5.

Einführung in die Angewandte Phonetik

Ein pädagogischer Versuch

von

Dr. G. Panconcelli-Calzia.

Mit 119 Abbildungen im Text und 3 Lichtdrucktafeln.

Preis: Geh. 5 Mark, geb. 5,50 Mark.

Das Werk bezweckt, dem angehenden Linguisten nach den Methoden der experimentellen Phonetik einen elementaren Einblick in den für seine Zwecke in Betracht kommenden Teil der angewandten Phonetik zu gewähren.

Dieses Büchlein, dessen Lektüre vielleicht auch dem Gesangs-, Sprech- und Taubstummenlehrer nützlich sein kann, will also die vorhandenen Werke weder verdrängen noch ersetzen, sondern eine bescheidene Existenz neben ihnen führen.

Internationales Zentralblatt **VOX** für experimentelle Phonetik 1916: 26. Jahrgang

(Fortsetzung der 1891 von A. und H. GUTZMANN gegründeten
*Medizinisch-pädagogischen Monatsschrift für die gesamte
Sprachheilkunde*)

Inhalt von Heft 1:

	Seite
Originalarbeiten:	
SCHNEIDER, <i>Beschreibung eines neuen Kehlton-Schreibers nach Calzia-Schneider</i>	1
MEYER, <i>Beiträge zur schwedischen Phonetik</i>	4
HEINITZ, <i>Experimentelle Untersuchungen über Kehlkopf- und Zungenbeinlage beim Singen und beim Pfeifen</i>	36
Besprechungen:	
HEINITZ, <i>Besprechung von SCHÄFER's Einführung in die Musikwissenschaft</i>	44
Berichte:	
G. PANCONCELLI-CALZIA, <i>1. Hamburger phonetischer Vortrag</i>	45
Vermischtes:	
Dr. phil. E. WAIBLINGER †	55
<i>Berichtigung</i>	56

INTERNATIONALES ZENTRALBLATT FÜR EXPERIMENTELLE PHONETIK

VOX

Heft 1

26. Jahrgang

1916

*Aus dem Phonetischen Laboratorium
des Seminars für Kolonialsprachen zu Hamburg
(Leiter: Dr. G. Panconcelli-Calzia)*

BESCHREIBUNG EINES NEUEN KEHLTON- SCHREIBERS NACH CALZIA-SCHNEIDER¹

VON
CONST. SCHNEIDER

Nebenstehend abgebildeter Kehltonschreiber ist seit zwei Jahren im hiesigen phonetischen Laboratorium praktisch ausprobiert und im Gebrauch. Derselbe zeichnet sich allen ähnlichen Apparaten gegenüber dadurch aus, daß er Schwingungen bis zu

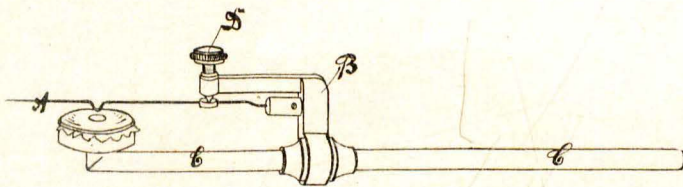


Fig. 1

Apparat in $\frac{1}{3}$ natürlicher Größe

900 pro Sekunde einwandfrei aufzeichnet; also ist er besonders zur Aufzeichnung sehr hoher Damenstimmen geeignet.

Neu an diesem kleinen Apparat ist ausschließlich die Übertragung der Schwingungen der Membran auf den Schreibhebel.

¹ Vgl. auch PANCONCELLI-CALZIA, *Der Kehltonschreiber CALZIA-SCHNEIDER*, Zs. f. Laryngol., Rhinol. u. ihre Grenzgeb., 1914, VII, 339—343, 5 Fig.

In Anbetracht der großen Schwingungszahl der sehr stramm gespannten Gummimembran ist der Durchmesser der Kapsel nur klein gehalten und beträgt 20 mm. Ein dünner Stahlschreibhebelansatz *A* ist fest verlötet in einem Klemmstück *B*, welches auf dem Rohr- und Schlauchansatzstück *C* hin und her bewegt und mittels einer Klemmschraube fixiert werden kann. Das Klemmstück *B* hat einen Ausleger, welcher die Mikrometerschraube *D* trägt. Mittels dieser Schraube drückt man den Stahlschreibhebel *A* soweit gegen die Gummimembran, daß der winklig ausgebogene Teil desselben eben die Membran fest genug berührt. Ein dünnes Aluminiumplättchen von 7 mm Durchmesser liegt lose, also nicht wie sonst üblich auf der Membran aufgekittet, sondern es wird lediglich nur durch den niedergedrückten Stahlschreibhebel festgehalten. Das Aufkleben des Aluminiumplättchens verhindert die kleinen und feinsten Schwingungen der Membran, was störend wirken würde. Vorn auf dem zugespitzten Stahlhebel ist ein dünner und sehr leichter Strohhalm, mit einer feinen Hornschreibspritze, fest übergeschoben.

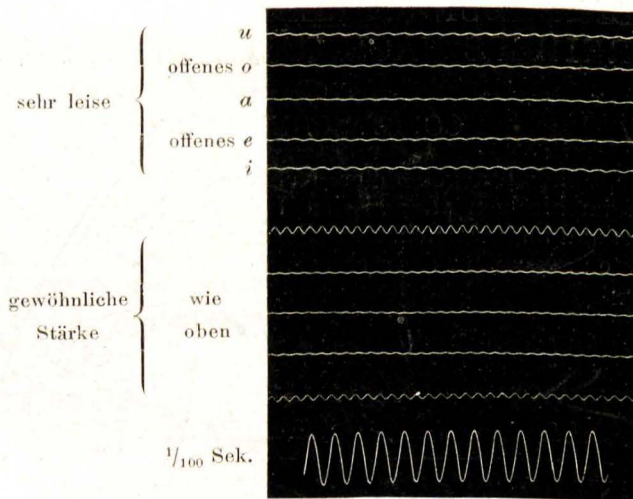


Fig. 2 (Mann)¹

Die Tonhöhe der leise gesprochenen Vokale ist im Durchschnitt: *dis*, die der stärker gesprochenen Vokale: *gis*

Um wirklich gute Resultate — wie Fig. 2—4 aufweisen — zu erreichen, ist es notwendig, daß die Gummimembran so straff

¹ Die Kurven sind nicht retuschiert und in Originalgröße mit Ausnahme von Figur 4, die zweimal vergrößert wurde, weil sonst die Schwingungen der höchsten Töne nicht sichtbar gewesen wären.

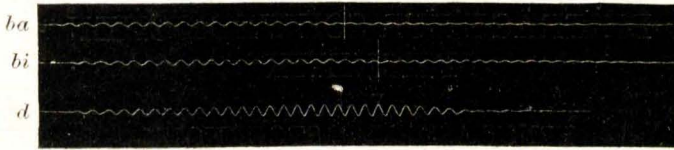


Fig. 3 (Mann)

Bei *ba* und *bi* stellt der senkrechte Strich das Ende des *b* dar. Tonhöhe des *b*: *dis*, des *a* und *i* sowie des *d*: *e*. Chronographischer Maßstab wie bei Figur 2

gespannt wird, daß sie durchsichtig erscheint. Das überall leicht zu beschaffende Condom-Gummi eignet sich am besten dafür.

Wenn der Apparat ausgebraucht ist, entspannt man die Membran und den Stahlhebel durch Zurückschrauben der Mikrometerschraube.

Um die StimmSchwingungen dem Kehltonschreiber zu übertragen, bedient man sich am besten der Larynxkapsel von KRÜGER-WIRTH, die bei Männern einen größeren Durchmesser haben muß als bei Frauen.

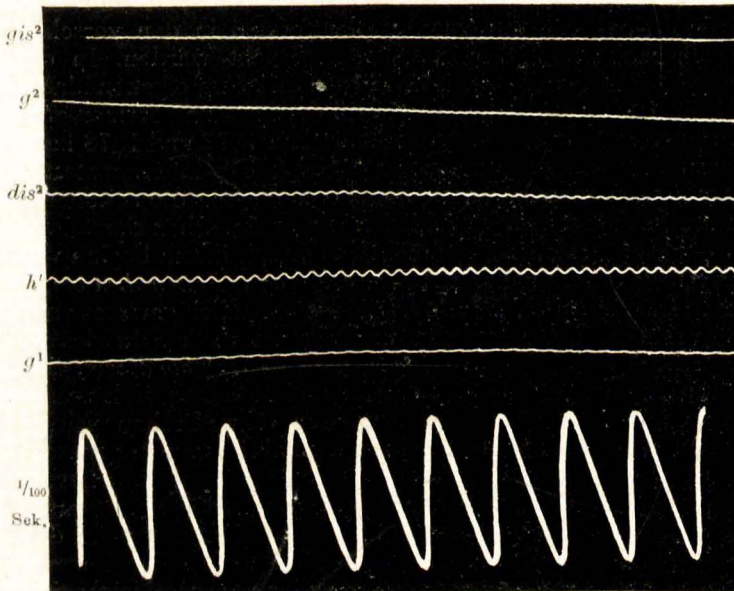


Fig. 4 (Frau)

Verschiedene Töne gesungen auf Vokal *i*

(Bei der Redaktion am 17. Juni 1914 eingegangen)

BEITRÄGE ZUR SCHWEDISCHEN PHONETIK

VON

ERNST A. MEYER, STOCKHOLM

Das goldene zeitalter der phonetik, das in den 70er und 80er jahren des vergangenen jahrhunderts in Deutschland, England, Frankreich lautforscher erstehen ließ, in deren gesamtwerk das phonetische wissen der gegenwart fest wurzelt, führte auch in den skandinavischen ländern und insbesondere in Schweden zu einem raschen aufblühen der phonetischen forschung. Ende der 70er jahre erschienen zwei grundlegende arbeiten zur schwedischen phonetik: 1878 *Det svenska landsmålsalfabetet* und 1879 *Sounds and forms of spoken Swedish*. In jener arbeit bietet LUNDELL ein im anschluß an SUNDEVALL's *Phonetiska bokstäfver* (1856) geistvoll ausgearbeitetes umschriftsystem, das in überaus klarer und einfacher weise — freilich ohne rücksicht auf den typenbestand der gewöhnlichen druckereien — feinste lautabstufungen wiederzugeben erlaubt, wozu aus erstaunlich reichen sammlungen belege für die einzelnen lautformen in den verschiedensten mundarten des landes beigebracht werden. In der zweitangeführten arbeit gibt SWEET mit dem ihm eigenen klaren blick für das wesentliche einen abriß der laut- und formenlehre der schwedischen umgangssprache. Schon 1877 und 1878 hatte NOREEN seine monographien über einige der interessantesten schwedischen mundarten veröffentlicht, die für die seitdem in ununterbrochener folge erschienenen mundartlichen darstellungen — fast ausnahmslos gedruckt in der seit ihrem beginn von LUNDELL geleiteten zeitschrift *Nyare bidrag till kännedom om de svenska landsmålen och svenskt folklif* — vorbildlich gewesen sind. 1885 veröffentlichten LYTKENS und WULFF ihre *Scenska språkets ljudlära och beteckningslära jämte en afhandling om aksent*, eine ausführliche und liebevoll in feinste einzelheiten sich vertiefende darstellung des lautsystems der schwedischen reichsprache. Während aber SWEET in seinem abriß von der sprechweise der gebildeten in den landesteilen um Stockholm herum (Södermanland, Uppland) ausgegangen war, treten bei LYTKENS und WULFF, teilweise wenigstens, mehr die lautformen in den vordergrund, wie sie in süd- und westschweden für die aussprache der gebildeten kreise kennzeichnend sind. Gleichzeitig mit dem hauptwerke boten LYTKENS und WULFF auch einen auszug aus demselben unter dem titel *Scenska språkets ljudlära*. Einen vortrefflichen einblick in ihr eigenartiges phonetisches system, erleichtert durch steten vergleich mit den lauten der bekannteren kultursprachen, gewährt die 1910 in zweiter auflage

erschienene schrift derselben verfassers *Metodiska ljudövningar*. Die jüngste darstellung des schwedischen lautsystems ist uns in dem groß angelegten werke NOREEN's *Vårt språk* besichert worden, dessen zweiter teil (1902—10) außer einer allgemeinen phonetischen einleitung eine ausführliche beschreibende lautlehre des schwedischen enthält.

Vergessen dürfen schließlich bei dieser übersicht über die schwedische phonetische litteratur nicht die verschiedentlichen, zum teil sehr eingehenden erörterungen über schwedische lautverhältnisse werden, die sich in STORM's *Englischer Philologie* (2. aufl. 1892) finden, dieser unerschöpflichen schatzkammer tiefgründigen phonetischen wissens, in deren labyrinth man sich immer wieder von neuem mit genuß und der sicheren aussicht auf anregung und belehrung verirrt. Vortreffliche auskünfte über schwedische sprachlaute bietet auch JESPERSEN unter vergleich mit den lauten der übrigen skandinavischen sprachen, vor allem seiner dänischen muttersprache, sowie mit anderen sprachen in seinen *Articulations of speech sounds*, 1889 und in dem *Lehrbuch der Phonetik* (2. aufl. 1913).

Bei der eigenart des schwedischen lautsystems, die vor allem einer einreihung der schwedischen vokale in das zurzeit gebräuchlichste vokalschema, das BELL-SWEET'sche, hartnäckige schwierigkeiten in den weg stellt, ist es nicht verwunderlich, daß die ansichten der lautforscher in vielen punkten noch immer auseinandergehen. Die nachfolgenden berichte über untersuchungen, bei denen die methoden der experimentalphonetik für eine feststellung der bildung der vokale im schwedischen zur anwendung gekommen sind, dürften daher auf ein gewisses interesse rechnen können. Das material stammt ausschließlich von sprechern her, die den gebildeten kreisen angehören. Es handelt sich also bei ihnen allen um die ausspracheform, die in Schweden als reichsaussprache (*riksspråk*, *riksuttal*) bezeichnet wird, wengleich bei der jugend der versuchspersonen — sie befanden sich sämtlich im alter um 20 jahre herum — als wahrscheinlich anzunehmen ist, daß ihre aussprache noch unter stärkerem einfluß der heimatlichen mundart gestanden hat, als es bei älteren sprechern der gebildeten kreise gewöhnlich der fall sein wird.

Die im folgenden benutzte phonetische umschrift ist — abgesehen von einigen unbedeutenden, durch den typenbestand der druckerei bedingten abweichungen — die der einstigen *Association phonétique internationale*.

I. UNTERSUCHUNGEN MITTELST DER RÖNTGENOGRAPHISCHEN METHODE

Das aufnahmeverfahren, das bei diesen — im jahre 1905 ausgeführten — versuchen angewandt wurde, war dasselbe, wie es

bei meinen röntgenographischen untersuchungen über die vokalbildung im deutschen zur verwendung kam.¹ Über die mittellinie der zunge wurde zur verstärkung der konturen eine ganz leichte kette aus bleiplättchen, die durch seidenfäden miteinander verbunden waren, gelegt. Ebenso wurde die mittellinie des harten und weichen gaumens bis zum zäpfchenansatz durch bleiplättchen verstärkt, die auf schmalen streifen englischen heftpflasters befestigt waren. Der damalige stand der röntgentechnik machte eine belichtung von $\frac{1}{2}$ —1 minute nötig, um platten zu erhalten, auf denen die umrisse von zunge und gaumen

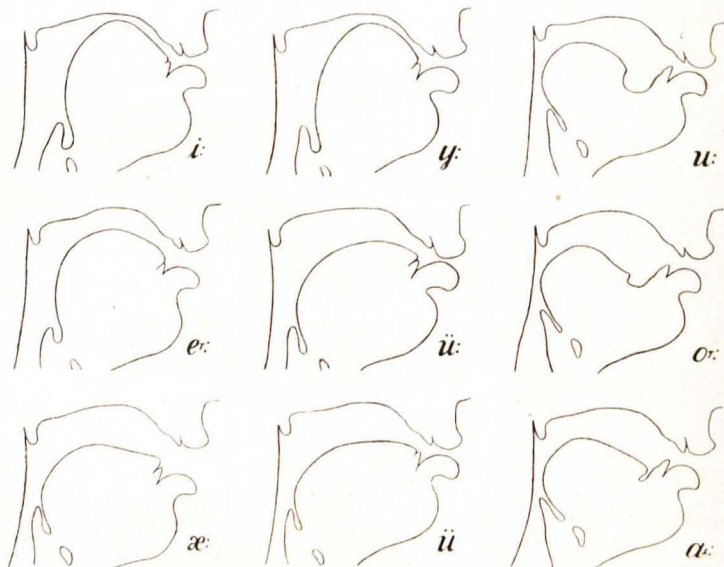


Fig. 1. Die langen vokale *i*, *e*, *æ*, *a*, *o*, *u*, *y*, *ü* und der kurze vokal *ü* im schwedischen (norden von Södermanland) nach röntgenogrammen.

mit für phonetische zwecke genügender deutlichkeit zu erkennen waren. Der zu untersuchende vokal mußte daher lang ausgehalten und zwar bei einer und derselben photographischen aufnahme 6—8 mal nacheinander wiederholt werden. Es ist natürlich ausgeschlossen, daß die zungenartikulation während einer solchen serienaufnahme bei den acht einzelaussprachen mathematisch genau die gleiche sein kann, die tatsache aber, daß die platten in den meisten fällen doch hinreichend deutliche zungen- und gaumenkonturen aufweisen, um danach risse anfertigen zu können, zeigt, daß die variationsbreite der artikulationen selbst

¹ Siehe E. A. MEYER, *Röntgenographische lautbilder*, Medizinisch-pädagogische monatsschrift für die gesamte sprachheilkunde, 1907, und *Untersuchungen über lautbildung*, Festschrift W. VIÉTOR, 1911.

unter solchen bedingungen wie hier durchaus nicht so groß zu sein braucht, wie man es sich wohl vorzustellen geneigt sein möchte.

Fig. 1 gibt die von den röntgenplatten abgepausten artikulationsrisse für die langen vokale *i*; *er*; *a*; *ar*; *or*; *u*; *y*; *ü*: wieder; ferner auch für das kurze *ä*. Der letztere riß ist natürlich im Hinblick auf die schwierigkeit, die auch für geübte phonetiker besteht, die für einen „kurzen“ vokal charakteristische zungenstellung längere zeit beizubehalten, in gewissem grade problematisch; der röntgenaufnahme gingen indes längere übungen im festhalten der *ä*-qualität voraus, mit für das kontrollierende ohr befriedigendem erfolge.

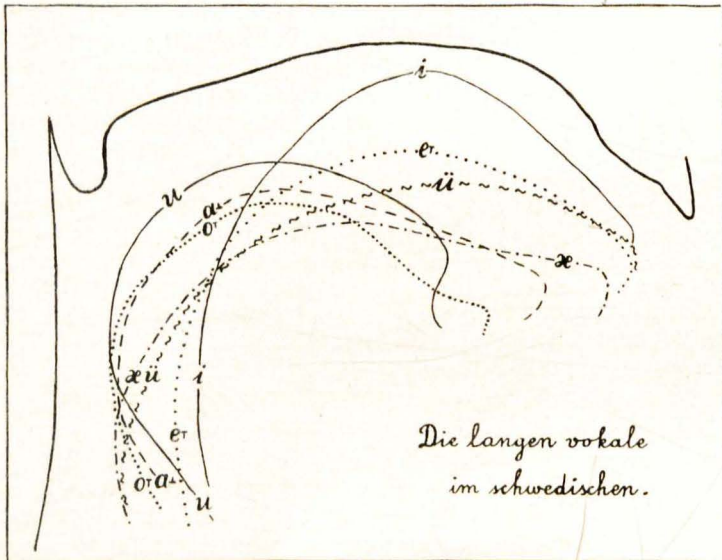


Fig. 2. Die langen vokale im schwedischen (norden von Södermanland) nach röntgenogrammen. $\frac{9}{10}$ nat. größe.

In fig. 2 endlich sind der übersichtlichkeit halber die zungenrisse für die *i*; *er*; *a*; *ar*; *or*; *u*; *y*; *ü*: unter weglassung der variationen der weichgaumenartikulation zusammengestellt.

Die versuchsperson, G. L., stud. phil., ist 1883 im kirchspiel Kärnbo nahe bei dem städtchen Mariefred im nördlichen teil der provinz Södermanland geboren; 1893 siedelte er nach dem nicht weit davon entfernten Strengnäs am Mälarsee über, wo er bis 1902 verblieb, 1902—03 in Örebro und Stockholm; seit 1904 universität Uppsala. Beide eltern stammen aus der Mälargegend.

Betrachten wir zunächst die reihe der ungerundeten vorderen vokale *i*; wie in *thid* = *tid* „zeit“; *er*; wie in *ser* : *d* = *sed* „sitte“ und = *säd* „getreide“; *a*; wie in *læra* = *lära* „lehren.“ Das *er* liegt dem klinge nach zwischen dem geschlossenen *e*-laut in norddtsch. *beet*, frz. *été* und dem offeneren *ε*: der bühnenaussprache von

dtsh. *ähre* oder dem ähnlichen laut in frz. *chaise*. Dieser zwischenlaut vertritt unter anderem in der aussprache der städte Stockholm und Uppsala nebst ihren umgebungen (mälartal; und so auch bei unserem sprecher) die beiden sonst deutlich geschiedenen *e*-laute, wie sie in *veta* „wissen“ und *väta* „nässe“, *sed* „sitte“ und *säd* „getreide“ gesprochen werden. Der zungenriß für ein reines *e*: würde wohl etwa in der mitte zwischen dem hier gegebenen *er*:-riß und dem *i*:-riß liegen. Es zeigt sich hier dasselbe, worauf ich schon in meinen *Untersuchungen über lautbildung* hingewiesen habe, daß nämlich der „geschlossene“ *e*:-laut nicht, wie SWEET es meinte, artikulatorisch in der mitte — nach SWEET sogar genau in der mitte — zwischen dem *i*:- und dem *a*:-laut liegt, sondern daß das *e*: sehr viel näher dem *i*: als dem *a*: sich befindet. Bei einem *a*:, wie in berlinisch *da:mə*, das sich in der reichsaussprache des schwedischen nicht findet, würde sehr wahrscheinlich der vordere teil der zunge ein wenig tiefer, der hintere ein wenig höher stehn als beim *e*: hier. Es will mir daher scheinen, als wenn die aufstellung von 4 vokalstufen in der weise, wie PASSY (*Petite phonétique comparée*) und JONES (*The pronunciation of English*) es tun, und wie sie sich übrigens schon bei HELLOWAG, ČILADNI, im grunde auch bei BRÜCKE, dann auch bei TECHMER und TRAUTMANN findet: *i—e—ε—a*; *u—o—o—a* den wahren artikulationsverhältnissen näher kommt als die aufstellung von nur drei stufen: *i—e—a*; *u—o—a*, die im allgemeinen wohl bisher die üblichste gewesen ist.

Im übrigen bilden unsere risse hier für schwed. *æ*:, *er*:, *i*: eine wohlzusammenhängende reihe.

Bei *æ*: ist die zungenmasse bei sehr großem kieferwinkel in ihrer gesamtheit etwas nach vorn geschoben, was in der erhebung der vorderzunge über der unteren zahreihe und dem relativ flachen abfall der hinterzunge zum ausdruck kommt. Die höchste erhebung, die vom mittleren zungenrücken gebildet wird, befindet sich (bei aufrechter haltung des kopfes) etwa unter der grenze zwischen hart- und weichgaumen. Ein wenig geringer als der abstand zwischen zungenrücken und gaumendach ist freilich der abstand zwischen zungenspitze und vorderalveolenzähnen.

er: wird mit kleinerem kieferwinkel als *æ*: gebildet. Die zungenmasse ist in ihrem vorderen teil beträchtlich stärker als bei *æ*: gehoben und zwar so, daß die höchste erhebung des zungenrückens gegenüber *æ*: etwas nach vorn gerückt ist: sie liegt unter der hinteren hälfte des hochgaumens.¹ Auch hier liegt aber die absolut engste stelle zwischen zungenblatt und zahndamm.

¹ Ich nenne im anschluß an JESPERSEN hochgaumen den ungefähr wagerecht verlaufenden teil des hartgaumens, vordergaumen den nach vorn zum zahndamm (alveolen) hinabfallenden teil desselben; hochgaumen und vordergaumen gehen durch das gaumenknie ineinander über.

Beim *i* ist die artikulation in der durch *æ:* und *eɪ:* bezeichneten richtung weiter bis zum extrem gegangen. Der kieferwinkel ist ganz gering. Der vordere teil des zungenrückens ist hoch gegen den mittleren teil des hochgaumens emporgehoben, sodaß hier die engste artikulationsstelle vorhanden ist. Der kanal zwischen vordergaumen + zahndamm und vorderzunge ist seinem ganzen verlaufe nach in der hauptsache ziemlich gleichschmal.

Der *i*-vokal wie auch die anderen langen „engen“ vokale *y:*, *u:*, *ü:* sind in der schwedischen reichsaussprache stark diphthongiert, indem die zungenhebung bei *i:*, *y:*, die lippenenge bei *u:*, *ü:* nach dem ende des vokals hin bedeutend stärker ist als am

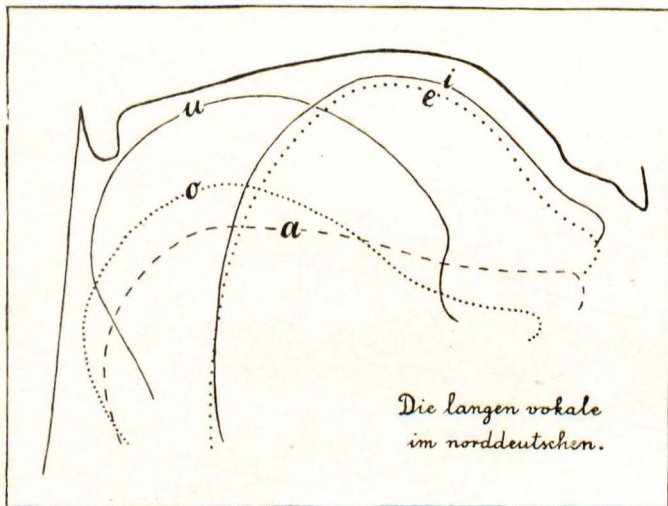


Fig. 3. Die langen vokale im norddeutschen nach röntgenogrammen.
 $\frac{9}{10}$ nat. größe.

anfang. Bei langgezogener aussprache dieser vokale wird im wesentlichen die für den endteil des gesamt vokals charakteristische artikulationsstellung von zunge und lippen festgehalten, sodaß die hier gegebenen artikulationsrisse bei den angeführten vokalen also für den engeren endteil gelten. Die diphthongierungserscheinung werde ich weiter unten noch eingehender behandeln.

Hinterer vokalreihe: *a:* wie in *ba:d* = *bad* „bad“; *o:*, wie in *bo:t* = *bät* „boot“; *u:*, wie in *bu:d* = *bod* „laden“. Das schwed. *a:* zeigt auch in der aussprache der gebildeten beträchtliche schwankungen. In Stockholm nähert es sich im klange mehr dem *a:*, wie es z. b. in frz. *ta:f* gesprochen wird,¹ in gewissen landes-

¹ Eine „aufhellung“ des *a*-lautes (vorrücken der gesamtartikulation: nachlassen der hinterzungen-, verstärkung der vorderzungenhebung) scheint der haupt-

teilen hat es dagegen einen sehr viel „dunkleren“, nach σ : hinneigenden klang. Letzteres trifft auch bei unserer versuchsperson zu. Das schwed. σ : in *båt* usw. klingt deutlich „offener“ als beispielsweise das norddeutsche σ : in *boot*, dem es aber immerhin im klange näher steht als den vokalen in norddtsch. *gott* oder engl. *saw*.

Ein vergleich der risse für a : und σ : zeigt, daß der kieferwinkel für die beiden laute der gleiche ist. Der lippenabstand (in der mittellinie) ist beim σ : nur ein wenig geringer als beim a :. Die zunge steht absolut genommen beim a : sogar etwas höher als beim σ :, die zunge ist aber bei letzterem vokal in ihrer gesamtheit mehr zurückgezogen als beim a :, der abstand der zungenspitze von den vorderzähnen ist größer, die vorderzunge ist beträchtlich gegenüber a : gesenkt, sodaß der mundhöhlenraum nicht unbedeutend größer beim σ : als beim a : ist. Auf diese weise erklärt sich zur genüge die akustische qualität der beiden laute trotz der scheinbar paradoxen zungenhöhenverhältnisse. Die befunde vertragen sich vorzüglich mit SWEET'S bestimmung dieser laute in *Sounds and forms of spoken Swedish*, insofern sie dort beide als „low-back“ bezeichnet werden; mit der weiteren bestimmung der laute als „wide“ dürfte dagegen SWEET schwerlich das richtige getroffen haben. Auch LUNDELL (*Grundlinjer till fonetik*³, Stockholm 1910, s. 12) rechnet die beiden laute zu den niedrigen (genauer erhöht-niedrigen) vokalen; LYTTKENS und WULF (zuletzt *Metodiska ljudövingar*², Lund 1912) und NOREEN (*Vårt språk*, bd. 1, s. 529—531) dagegen setzen für σ : eine höhere zungenstellung an als für a :

Beim u : ist die zunge in ihrer gesamtheit noch mehr zusammengezogen als beim σ :, die zunge steht zugleich beträchtlich höher, der abstand vom gaumensegel ist aber, verglichen mit dem abstande des zungenrückens vom hochgaumen beim \acute{e} :, doch so bedeutend, daß die zungenhebung nicht gut als „hoch“ im SWEET'schen sinne zu bezeichnen ist. Man vergleiche die verhältnisse hier mit denen bei dem wirklich zungenhohen norddeutschen u : in fig. 3. Diese mittelhohe stellung der zunge beim u : scheint für das schwedische charakteristisch zu sein, und SWEET

städtischen aussprache in vielen sprachen eigen zu sein. So ist bekanntlich für die berliner aussprache das „helle“ lange a : charakteristisch, gegenüber dem a : der durchschnittlichen norddeutschen aussprache, im kopenhagenschen ist das a : zu einem \acute{a} : vorgerückt, in Rom klingt das a : „oft beinahe wie \acute{a} “ (JESPERSEN, *Lehrbuch der phonetik*², s. 164), in Paris findet sich bei der jüngeren generation die neigung, in gewissen fällen wenigstens, „ a fermé“, d. h. a , durch „ a ouvert“, \acute{a} , zu ersetzen (ROUSSELOT et LACLOTTE, *Précis de prononciation française*, s. 121, 132). Es dürfte diese erscheinung wohl mit der gewöhnung an einen erhöhten spannungszustand der sprachorgane zusammenhängen, die der lebhaftere geistige und sprachliche verkehr der großstadt mit sich bringt, und die zur folge hat, daß der beweglichere teil der zunge, die vorderzunge, schon bei der „relativen indifferenzlage“ eine etwas vorgerückte und erhöhte stellung innehat.

und LUNDELL haben folglich mit recht den vokal als „mid“ angesetzt. Daß der vokal trotz der verhältnismäßig niedrigen zungenstellung doch klanglich dem europäischen *u* näher steht als dem *o*, erklärt sich aus der außerordentlich starken annäherung der lippen, die gleichfalls schon von SWEET beobachtet worden ist. Der ausdruck „rundung“ eignet sich hier nicht gut, da die verengung der lippenöffnung hauptsächlich durch eine vertikale annäherung der lippen bewirkt wird,¹ sodaß das lippenlumen, trotzdem auch die lippenwinkel etwas nach der mitte zusammengezogen werden, doch keine runde, sondern eine längliche gestalt aufweist.

Der schwed. *y*:laut, wie in *ny*: = *ny* „neu“, unterscheidet sich dem klinge nach deutlich von dem deutschen *y*:. Er klingt wie ein zwischenlaut zwischen *i*: und dtsh. *y*:. Während letzteres normalerweise mit niedrigerer zungenstellung als das *i*:, etwa mit *e*:-zungenhebung, gesprochen wird, hat das *y*: bei unserem schwedischen sprecher hier im ganzen dieselbe hohe zungenstellung wie das *i*:. Die größte enge liegt hier beim *y*: zwischen vorderzunge und zahndamm, während sie beim *i*: zwischen mittellunge und hochgaumen lag. Der kieferwinkel ist beim *y*: ein wenig größer als beim *i*:, was immerhin auf eine gewisse neigung, die zunge gegenüber *i*: zu senken, deuten dürfte. Die lippen sind im vergleich mit der *i*:-lippenstellung deutlich vorgestülpt, was besonders für die oberlippe gilt, der lippenabstand in der mittellinie ist aber bei beiden lauten etwa der gleiche, d. h. es findet trotz der vorstülpung der lippen keine lippenverengung statt.

ü:, wie in *hü:d* = *hud* „haut“. Schon bei der erörterung einiger schwedischen vokale in meinen *Untersuchungen über lautbildung* habe ich, gestützt auf die ausspracheverhältnisse bei einem aus Norrköping (Östergötland) gebürtigen sprecher, darauf hingewiesen, daß das schwedische *ü*:, entgegen der landläufigen, auch von schwedischen phonetikern vertretenen ansicht, nicht als „mixed“, d. h. mit hauptsächlichlicher mittellungenhebung gegen hart-weichgaumengrenze gebildet, und auch nicht als hoch, sondern daß es als der vorderen vokalreihe angehörig (mit zungenhebung gegen zahndamm) und als mittelhoch zu betrachten ist. Das röntgenbild für unseren sprecher hier bestätigt diese ansicht durchaus. Auch hier ist von einer charakteristischen erhebung der mittellunge nichts zu sehen, die hauptartikulation wird offenbar von der vorderzunge und zwar nach dem zahndamm hin ausgeführt — man vergleiche z. b. die *ü*:- und die *æ*:-linie in fig. 2! Und auch hier kann die gesamterhebung der zunge klärlich nicht als hoch bezeichnet werden, sie ist vielmehr deutlich eine mittelhohe. Die weite des kanals zwischen

¹ Im gegensatz zu dem unten zu besprechenden *ü*: findet hier beim *u*: gewöhnlich wohl auch eine mäßig starke vorstülpung der lippen statt.

vorderzunge und zahndamm ist ungefähr die gleiche wie beim *er*. Wie wir unten sehen werden, gilt ähnliches bezüglich höhe und orientierung der zungenartikulation beim *ü*: auch für die aussprache 7 anderer auf diesen laut hin untersuchter sprecher aus verschiedenen teilen des landes. Die vordere, mittelhohe zungenstellung dürfte mithin wohl als typisch für den so vielumstrittenen *ü*-laut im schwedischen sein. Übrigens verträgt sich diese charakteristik sehr gut mit der beschreibung, die der älteste der modernen schwedischen phonetiker, SUNDEVALL, in seiner schrift *Om fonetiska bokstäfver* (H. Vet. Akad. Handl., I, 1856), s. 66 von unserem laute gibt: "Die lippen werden — — — mit dem kleinstmöglichen zwischenraum und nicht notwendigerweise vorgestülpt gehalten, die zunge ist aber nicht der länge nach zusammengezogen, sondern im gegenteil vorgeschoben, sodaß sie mit der spitze sich fest gegen die unteren schneidezähne stemmt." Und ebenso paßt sie gut zu dem eindruck, den der laut auf JESPERSEN's ohr gemacht hat (*Lehrbuch der phonetik*, s. 151), wonach er ebenso oft nahe bei *o* wie bei *y* liegt. — Von wesentlicher bedeutung für den klanglichen charakter des *ü*-lautes ist die außerordentlich starke verengung der lippenöffnung, hauptsächlich bedingt durch ein kräftiges abwärtsschieben der oberlippe, meist ohne vorstülpen der lippen und mit nur unbedeutender annäherung der mundwinkel. Die lippenartikulation, die NOREEN (*Vårt språk*, I, s. 393) als die für schwed. *ü*: in *hus* und *ur*: in *bo* gewöhnliche beschreibt, daß nämlich die mitte der oberlippe gehoben, die mitte der unterlippe gesenkt wird, habe ich nicht beobachtet. — Der kieferwinkel ist beim *ü*: größer als beim *er*., aber geringer als beim *i*.

ü, wie in *ül*: = *ull* „wolle.“ Wegen des interesses, das dieser gleich dem vorhergehenden für das schwedische so charakteristische laut aus phonetischen gesichtspunkten bietet, gebe ich oben den für die gelängte aussprache des *ü* erhaltenen röntgenriß wieder, obwohl ich mir nicht verhehle, daß es sein heikles hat, die artikulation eines normalerweise nur kurz vorkommenden vokals unter längung seiner aussprache zu bestimmen. Jedenfalls aber besteht ja eben diese mißlichkeit auch für denjenigen, der ohne „künstliche“ hilfsmittel die artikulation eines kurzen vokals zu bestimmen unternimmt. Auch er wird versuchen, die ihm für den vokal charakteristisch erscheinende organstellung festzuhalten, um so in muße seine bestimmung vornehmen zu können. Der röntgenaufnahme gingen, wie erwähnt, längere übungen vorher, bis die versuchsperson in befriedigender weise die qualität des *ü*-lautes festzuhalten vermochte.

Die ansichten der phonetiker über die bildung dieses lautes gehen nicht unbeträchtlich auseinander. SWEET bestimmte den laut in *Handbook of phonetics* (1877), s. 16, als „high-mixed-wide“, 1879 zieht er diese definition in *Sounds and forms of*

spoken Swedish zurück und setzt an ihre stelle die andere: „partially rounded high-back-narrow“¹; 1901 endlich (*Maître Phonétique*, s. 146) bietet er eine dritte, von den früheren sehr beträchtlich abweichende bestimmung: „low-mixed-narrow-round“, damit ihn als niedrige form zu dem *ü*: in *hus* (= „high-mixed-narrow-round“) ansetzend. — STORM (*Engl. Phil.* II², s. 228) erscheint der laut am ehesten als „mid-mixed.“ — LUNDELL betont in seinen *Grundlinjer till praktisk fonetik*³ (1910), s. 49, daß der *ü*-laut in *hund* jedenfalls ein ganz anderer vokal ist als der in *hus*. Während dieser mit einer zungenstellung, die der *e*-stellung nahe kommt (nach der vokaltabelle auf s. 12 ist aber doch *ü*: hoch im gegensatz zu dem mittelhohen *e*:), aber extrastarker lippenrundung gesprochen werde, komme beim *ü* in *hund* die zungenstellung der des „offenen“ *a* in *kall* (etwa wie in norddtsch. *kalt*) nahe, *ü* sei also ein niederer-hinterer (oder „mittelhoch-hinterer“) vokal, mit mittelstarker lippenrundung. — Nach LYTTKENS-WULFF (*Metodiska ljudövingar*², s. 29) ist die zungenhebung bei *ü* in *ull* ungefähr die gleiche wie für *e* in *örn*, die spitze jedoch etwas höher (da nach s. 11 *e* in *örn* mit derselben zungenstellung wie für *e* in *ärt*, dieses *e* nach s. 4 aber mit erhebung des mittleren teils des zungenrückens gesprochen wird, wäre *ü* also wohl = „low mixed“?); von dem *ü*: unterscheide sich der *ü*-laut teils durch geringere rundung, teils durch bedeutend niedrigere vorderzunge. — NOREEN endlich (*Vårt språk*, I, s. 517) bestimmt die zungenstellung des *ü* in *ull* als gleich der des stockholmschen *e*: in *lära*, vielleicht etwas weiter nach hinten gelegen, also der hauptsache nach übereinstimmend mit LYTTKENS-WULFF.

Stellt man diese bestimmungen unter absehen von dem spannungszustand der zunge und dem lippenrundungsgrade übersichtlich zusammen: SWEET hoch-gemischt > hoch-hinten > niedrig-gemischt, STORM mittelhoch-gemischt, JESPERSEN hoch-hinten, LUNDELL niedrig-hinten („mittelhoch-hinten“), LYTTKENS-WULFF niedrig-gemischt, NOREEN niedrig-gemischt — so sieht man, daß sich das urteil im durchschnitt der bestimmung niedrig-gemischt zuneigt.

Unser röntgenriß für das *ü* zeigt eine zungenlage, die mit der für das *ü*: festgestellten nahe übereinstimmt. Die zunge ist aber hier beim *ü* beträchtlich abgeflacht, die beim *ü*: deutliche erhebung der vorderzunge fehlt hier. Da aber der kieferwinkel hier etwas kleiner ist als beim *ü*: — der größere kieferwinkel bei letzterem laut ist sehr wahrscheinlich durch die energischere

¹ Ähnlich JESPERSEN in *Articulations of speech sounds* (1889), s. 77: „high-back-thin (broad?)“. Ob JESPERSEN nicht zu dieser bestimmung durch die beobachtung der in Schweden üblichen aussprache des fraglichen lautes als wesentlich gleich europ. *u* geführt worden ist? (Vgl. LYTTKENS und WULFF, *Metodiska ljudövingar*², s. 24 anm.).

(vertikale) lippenaktion bedingt — so ist doch der abstand zwischen vorderstem teil der zunge und zahndamm, bezw. hinterseite der oberen schneidezähne, bei beiden lauten etwa der gleiche. Die lippen sind wohl ein wenig durch herunterstülpen der oberlippe verengt, doch ist der vertikale lippenabstand (in der mittellinie) trotz des kleinen kieferwinkels beim *ü* bedeutend größer, fast doppelt so groß, als beim *u*. Von einer erhebung des hinteren oder auch nur des mittleren teils des zungenrückens kann bei der hier fixierten aussprache des *ü* nicht die rede sein, vielmehr macht der zungenriß den eindruck, als wenn die aktive artikulation hauptsächlich in einer abflachung der im übrigen in ruhelage befindlichen zunge bestünde. Hierzu stimmt auch wieder trefflich die beschreibung, die SUNDEVALL, a. a. o., s. 66 von dem *ü*-laut gibt: „Die zunge liegt schlaff zwischen den zähnen“ (d. i. den zähnen des unterkiefers). Wollte man sich nun an SWEET's bestimmung des begriffes *mixed* in seinen späteren arbeiten (*Primer of phonetics, Sounds of English*) halten, wonach für diese vokale eben die flachheit der zunge kennzeichnend sein soll, so wäre unser laut hier als *mixed* zu bezeichnen, wie das auch SWEET bei seiner letzten definition des *ü*-lautes getan hat.¹ Geht man aber von dem grundsatz aus, daß die lage der spezifischen artikulationsstelle, d. h. die stelle geringsten abstandes zwischen zunge und gaumen, für die zuweisung zu einer der „horizontalen“ vokalreihen (hintere-gemischte-vordere) entscheidend ist, so muß man wohl oder übel auch das *ü* gleich dem *u*: den vorderen vokalen zurechnen, denn unzweifelhaft besteht die größte verengung des mundkanals hier zwischen zungenblatt und zahndamm (bezw. hinterseite der oberen schneidezähne). — Mit rücksicht auf eben diesen abstand zungenblatt-zahndamm, der ungefähr gleich dem bei *er*., bedeutend geringer als bei *æ*: ist, dürfte auch unser *ü* eher als mittelhoch denn als niedrig zu bezeichnen sein.

Ich gebe zum schluß eine zusammenstellung der kieferwinkel für die hier besprochenen langen vokale nach ausweis der röntgenrisse, wobei ich als maß für den kieferwinkel in übereinstimmung mit EIJKMAN (*The tongue-positions in the pronunciation of some vowels as set forth by Röntgen-photographs*, Vox, 1914 S. 129—143) den kürzesten abstand der schneide der unteren mittleren schneidezähne von der hinterfläche der oberen schneidezähne benutze:

<i>u</i> : 6.5 mm	<i>au</i> : 9.2 mm
<i>i</i> : 6.9 „	<i>ü</i> : 10.2 „
<i>y</i> : 8.4 „	<i>er</i> : 13.3 „
<i>or</i> : 9.2 „	<i>æ</i> : 17.3 „

¹ Freilich scheint mir diese SWEET'sche definition des begriffes „gemischter vokal“ durchaus unhaltbar. Mit recht bemerkt STORM, *E. Ph.* I, 1², s. 157, daß „sie mehr für die niedrigeren als für die höheren stufen paßt“. Ein hoher gemischter vokal, wie das *ü*: in norweg. *hus* (s. *Untersuchungen über lautbildung*, s. 56), kann unmöglich als flach bezeichnet werden.

II. UNTERSUCHUNGEN MITTELST DER PLASTO-
GRAPHISCHEN METHODE

Mittelst röntgenphotographie ließen sich vor 10 jahren und lassen sich noch heutzutage nur laute untersuchen, bei der während einer gewissen zeit die sprachorgane absichtlich in der für den laut charakteristischen artikulationsstellung festgehalten werden. Die untersuchung geschieht also unter bedingungen ganz ähnlich denen, wie sie für den phonetiker bestehen, der nur mit hilfe des gesichts, ev. getasts und vor allem des eigenen muskelgefühls die einzelheiten der lautbildung festzustellen versucht, nur daß eben hier die in relativ kurzer zeit geschehende objektive aufzeichnung der organkonturen auf der röntgenplatte eine genauere, sichrere und bequemere untersuchung erlaubt. Das unumgängliche festhalten einer bestimmten organstellung bringt es aber mit sich, daß eine reihe phonetisch interessanter fragen auf diesem wege entweder gar nicht oder doch jedenfalls nicht mit aussicht auf völlig einwandfreie resultate in angriff genommen werden können, fragen wie die nach dem einfluß der lautzahl und silbenzahl des sprechtaktes und nach dem einfluß angrenzender konsonanten auf die bildung des vokals, vor allem aber auch die frage, inwieweit die bildung der kurzen von der der langen vokale bei zeitlich natürlicher aussprache derselben sich unterscheidet. Diese fragen lassen sich dagegen mittelst der sog. plastographischen methode untersuchen, wie ich sie in *Untersuchungen über lautbildung*¹ beschrieben habe. Die methode besteht darin, daß längs der mittellinie eines dünnen künstlichen gaumens äußerst dünne bleifäden in form einer franse befestigt werden. Die bleifäden, die vor dem versuch gestreckt in die mundhöhle hinabhängen, werden von der artikulierenden zunge umgebogen und zeigen nun, nachdem der künstliche gaumen herausgenommen worden, mit ihren umgebogenen enden die höchste höhe an, bis zu welcher die einzelnen teile der zunge während der artikulation des betreffenden vokals sich erhoben haben. Ein einfacher apparat dient dazu, den verlauf der durch die umgebogenen bleifäden angegebenen zungenmittellinie in ihrem verhältnis zur mittellinie des gaumens rasch und bequem auf papier zu fixieren. Wegen der einzelheiten des verfahrens verweise ich auf die letztgenannte arbeit. Der große vorzug dieser methode gegenüber allen übrigen ist der, daß sie die untersuchung eines lautes in seiner beim sprechen gewöhnlichen form, vor allem aber unter wahrung der natürlichen sprechgeschwindigkeit, unter verschiedenen akzentverhältnissen und in verschiedener lautlicher umgebung ermöglicht. Man hat die versuchswörter nur so zu wählen, daß die zunge bei den übrigen

¹ *Festschrift* WILHELM VIETOR, Marburg, 1911 (auch als sonderdruck ebenda erschienen).

lauten keine bewegung ausführt, die die zungenbewegung bei dem zu untersuchenden laute ganz oder teilweise überdeckt. Im wesen der methode liegt es, daß sie nur die untersuchung von lauten erlaubt, bei denen die charakteristische zungenartikulation innerhalb des vorderen teiles der mundhöhle stattfindet (der künstliche gaumen darf im allgemeinen nur wenig über die grenze zwischen hartem und weichem gaumen reichen).

Die ergebnisse einer kleineren untersuchung, die mittelst dieser methode über die aussprache eines aus Norrköping (Östergötland) gebürtigen sprechers angestellt wurde, habe ich bereits in *Untersuchungen über lautbildung* mitgeteilt. Eingehender wurden auf dieselbe weise im frühling 1909 die vorderen (und mittleren) vokale eines anderen schwedischen sprechers, E. W., damals cand. phil., jetzt privatdozent an der universität Uppsala, untersucht. Da die ergebnisse in gewissen hinsichten interessante abweichungen von der oben geschilderten aussprache des nord-södermanländischen sprechers aufweisen, in anderen hinsichten dank der eigenart der methode ergänzungen dazu bieten, teile ich hier im einverständnis mit dr. W., der den größten teil der messungen selbständig ausgeführt hat, die wichtigsten der lautrisse mit.

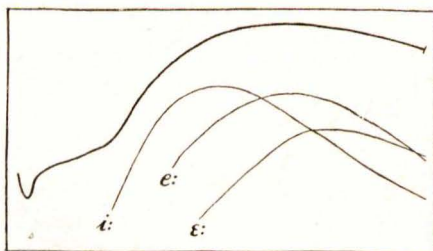


Fig. 4. E. W. (Högby-Östergötland): *bi* — *be* — *fe*. — Nat. gröÙe.

E. W., geb. 1889 in Linderås, im nördlichsten teil von Småland, ganz nahe der grenze von Östergötland, seit 1893 in Högby, unweit Skåninge im westen von Östergötland; 1900—1906 schule in Långköpings. die langen ferien aber zum allergrößten teil in Högby; seit 1906 universität Uppsala. Vater aus der Långköpings gegend gebürtig; typische reichsaussprache auf östgötischer grundlage. Mutter bis zum 7. lebensjahre in Süddeutschland, dann in Uppland und Södermanland und schließlich auch in Östergötland; reichsaussprache ohne jede mundartliche färbung. Dr. E. W. glaubt seine eigene aussprache folgendermaßen charakterisieren zu können: gewöhnliche schwedische reichsaussprache auf (west)östgötischer grundlage, aber ohne hervortretende mundartliche eigentümlichkeiten in der lautbildung und frei von den uppändischen und stockholmschen einschlägen, die sich so oft in der aussprache gebildeter schweden finden. — Die beiden *e*-laute: *e*, wie in *sed* „sitte“, und *ε*, wie in *säd* „getreide“, hält E. W., im gegensatz zu der stockholmer und uppsalaer sprechweise, scharf auseinander.

Der gaumen des sprechers ist regelmäßig gebildet und schön gewölbt, die zahnreihen wohlerhalten. Der kleine querstrich am ende der gaumenlinie in den folgenden rissen bezeichnet die

grenze zwischen hart- und weichgaumen. Der künstliche gaumen war aus zinnblech von etwa 0.15 mm dicke ausgestanzt. Die lautrisse sind im nachstehenden in natürlicher größe wiedergegeben.

Untersucht wurden folgende wörter (die zahl hinter jedem wort gibt die anzahl der einzelversuche an, auf grund deren für jeden vokal der durchschnittsriß gezeichnet wurde): *bi*: 3, *be*: (*sed* „sitte“) 4, *fē*: (*fä* „vieh“) 3, *hy*: 4, *ho*: 5, *hū*: (*hus* „haus“) 3; *p^hi:p* 6, *p^he:p* 4, *p^hy:p* 3, *hō:p* 3, *p^hū:p* 3; *p^hip*: (wie in *sitta*) 4, *p^hep*: (wie in *peppar*) 3, *fēm*: (*fem* „fünf“) 3.

bi:—*be*:—*fē*:, fig. 4. Die artikulation des *i*: weicht in charakteristischer weise von der oben für die nordsödermanländische aussprache festgestellten ab: während bei dieser die vorderzunge und der vordere teil der mittellzunge einen schmalen kanal von den schneidezähnen an bis zur mitte des hochgaumens bildete, nimmt hier die mittellzunge gar nicht aktiv an der artikulation teil, die vorderzunge wird vielmehr in ziemlich scharfer wölbung gegen den unteren teil des vordergaumens (gleich hinter dem zahndamm) gehoben, sodaß nur an dieser stelle eine eigentliche engenbildung stattfindet.

Beim *e*: erhebt sich die zunge, absolut genommen, zu gleicher höhe wie beim *i*:, die vorderzunge wird aber dem vordergaumen bei weitem nicht so stark genähert wie bei letzterem vokal, sodaß ein relativ weiter kanal zwischen vorderzunge und gaumen vom oberen ende des zahndamms bis zum vorderen teil des hochgaumens hin gebildet wird. Während in den meisten sprachen das verhältnis zwischen der *i*:- und der *e*:artikulation (s. *Untersuchungen über lautbildung*) wohl das ist, daß man vom *i*: zum *e*: durch gleichzeitige senkung und zurückziehung der zunge gelangt, findet hier beim übergang vom *i*: zum *e*: offenbar keine senkung (im absoluten sinne), sondern nur eine zurückziehung des zungenkörpers statt. In der hauptsache bestimmte auch LUNDELL so früher (*Landsmålsalfabetet*, s. 84, tabelle) das verhältnis zwischen schwed. *i*: und *e*:, indem er *i*: als vorderen-hohen, *e*: als gemischten-hohen vokal bezeichnete; später (*Grundlinjer t prakt. fonetik*, s. 12, tab.) ist er zu der gewöhnlichen auffassung (*i*: vorderer-hoher, *e*: vorderer-mittelhoher vokal) übergangen, die ja wohl auch, wie die befunde bei unserer ersten versuchsperson und unten bei P. E. P.-Stockholm zu zeigen scheinen, für die aussprache der mälärprovinzen zutrifft.

Beim *ε*: in *fē*: = *fä* ist die zunge noch weiter zurückgerückt als beim *e*:, nun aber auch beträchtlich gesenkt. Die zunge bildet mit dem hartgaumen einen weiten kanal, der sich nach dem hinteren teil des hochgaumens zu etwas verengt. Als „spezifische“ artikulationsstelle ist hier also der hintere hochgaumen zu bezeichnen, d. h. während die artikulation des *i*: eine extrem vordere ist, nähert sich die artikulation des *ε*: stark der der gemischten reihe.

bi:—hy:, be:—ho:, hü:, fig. 5. Der satz, daß die gerundeten vorderen vokale eine niedrigere zungenstellung haben als die entsprechenden ungerundeten vorderen vokale, und daß diese

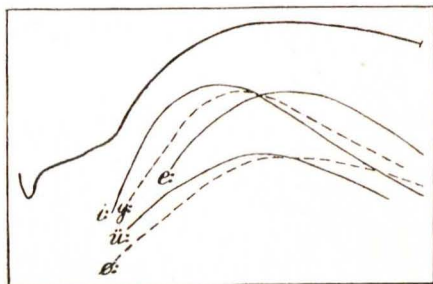


Fig. 5. E. W. (Högby-Östergötland): *bi:—hy:—be:—ho:—hü:.*
Nat. größe.

zungensenkung besonders beim *ø:* gegenüber *e:* sehr ausgeprägt ist, findet auch hier wieder seine bestätigung. Beim *y:* artikuliert die vorderzunge in ganz ähnlicher weise wie beim *i:*, der abstand zwischen zunge und vordergaumen ist aber beim *y:* etwa doppelt so groß wie beim *i:*. Beim *ø:* ist die zunge im verhältnis zum *e:* der hauptsache nach nur stark gesenkt, nicht zurückgezogen.

Der *ü:*-zungenriß zeigt auch hier wieder mit voller deutlichkeit, daß der laut der vorderen vokalreihe angehört. Was die

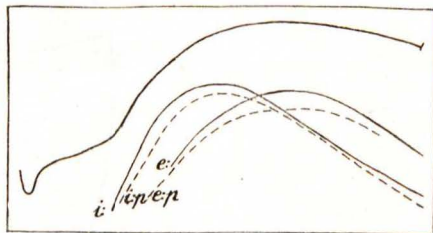


Fig. 6. E. W. (Högby-Östergötland): *bi:—pʰi:p—be:—pʰe:p.*
Nat. größe.

zunge anbelangt, so kann hier das *ü:* als ein vorn gehobenes *ø:* bezeichnet werden. Dasselbe verhältnis *ü:—ø:* bestand auch in der Norrköpinger aussprache (*Unters. üb. lautbildung*, s. 54).

bi:—pʰi:p, be:—pʰe:p, fig. 6. Vokal vor fortiskonsonant wird mit geringerer zungenhebung gebildet als „derselbe“ vokal in freiem auslaut.

$p^hi:p - p^hy:p$, $p^he:p - p^ho:p$, $p^hü:p$, fig. 7. Bemerkenswert ist die erstaunlich genaue übereinstimmung, die die risse für die vokale i , e , y , o , $ü$: im verhältnis zueinander hier vor auslautendem p und in fig. 5 im freien auslaut aufweisen. Sämtliche einzelrisse hier in fig. 7 haben gegenüber den entsprechenden in fig. 5 der hauptsache nach nur eine senkung (und rückwärtsverschiebung) um einen in allen fällen ziemlich gleichen betrag erfahren.

Man pflegt gegen exakte artikulationsbestimmungen wie die hier gebotenen gern den einwand zu erheben, daß sie doch immer nur die artikulation eines einzelnen individuums und zwar zu einer bestimmten zeit angeben, daß zu einer anderen zeit dasselbe individuum unter dem einfluß anderer faktoren (stimmung, körperliche spannkraft usw.) denselben laut in abweichender weise artikulieren kann und muß, und daß deshalb eine unmenge von einzelnen versuchen nötig sei, um das typische der artikulation für einen bestimmten laut festzustellen. Die versuche,

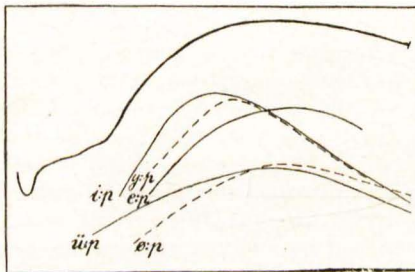


Fig. 7. E. W. (Högby-Östergötland): $p^hi:p - p^hy:p - p^he:p - p^ho:p$
— $p^hü:p$. — Nat. größe.

deren durchschnittsergebnisse die obigen laurisse darstellen, wurden an verschiedenen tagen angestellt, bei denen der sprecher also sicherlich unter dem einfluß verschiedenartiger faktoren gestanden hat. In der übereinstimmung, die die laurisse hier in fig. 7 und in fig. 5 in ihrer einzelform und in ihrem gegenseitigen verhältnis zeigen, darf man daher wohl einen unzweideutigen beweis dafür erblicken, daß es in wirklichkeit mit der „unmenge“ erforderlicher einzelversuche nicht so schlimm bestellt ist. 3—4 einzelversuche genügen — sachkunde und geschick bei anstellung der versuche vorausgesetzt — um durch konstruktion des mittleren risses die typische artikulationsform eines lautes festzustellen. Gleichzeitig liefert natürlich auch die übereinstimmung in der anordnung der einzelrisse in den beiden figuren ein inneres zeugnis für die leistungsfähigkeit und zuverlässigkeit der plastographischen methode.

$p^hi:p - p^hi:p$, $p^he:p - p^he:p$, fem ; fig. 8. Von den schwedischen phonetikern wird im allgemeinen die ansicht vertreten, daß die

kurzen und die langen *i*, wie in *vila* und *villa*, *büter* und *bitter*, und ebenso die langen und die kurzen *e*, wie in *het* und *hett*, *pep* und *peppar*, in der reichsaussprache qualitativ (für das ohr) nicht voneinander verschieden sind. Nun ist es freilich wahr, daß man beim beobachten einer größeren reihe sprecher aus verschiedenen landschaften den eindruck erhält, daß wenigstens das kurze *i* häufig mit einer nuance ausgesprochen wird, die der des kurzen *i* im munde süddeutscher sprecher nahe kommt, also beiweitem nicht so offen wie die des *i* im norddeutschen oder gar südenglischen. Nicht selten sind aber auch recht offene *i* zu hören, die sich kaum im klange von dem norddeutschen *i* unterscheiden.

Der zungenriß, der für das *p^hi:p*: unseres sprechers erhalten wurde, zeigt einen verlauf, der mit dem des *p^he:p*-risses sehr nahe übereinstimmt. Also auch hier wird das kurze *i* mit bedeutend geringerer zungenhebung gegen vordergaumen ausgesprochen als das lange *i*: unter sonst gleichen verhältnissen, wenngleich

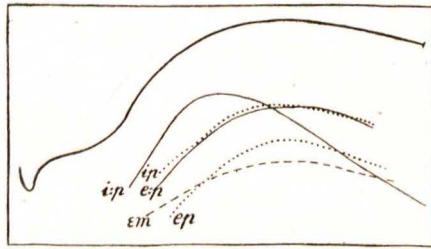


Fig. 8. E. W. (Högby-Östergötland): *p^hi:p* — *p^hi:p*: — *p^he:p* — *p^he:p*: — *fε:m*: — Nat. größe.

die reduktion der zungenartikulation hier nicht so weit geht wie bei den ausgeprägt „offenen“ *i* im norddeutschen, englischen, holländischen, wo die zunge (s. *Untersuch. üb. lautbild.*) beträchtlich niedriger steht als bei den langen *e*:; im norddeutschen fast dieselbe stellung wie das lange *ε*: aufweist.

Wie das kurze gegenüber dem langen *i*, so ist auch das kurze *e* in *pepp(ar)* gegenüber dem langen vokal in *pep* nicht unbedeutend gesenkt.

Der phonetischen transskription nach zu urteilen, die unsere versuchsperson für den vokal in *fem* „fünf“ wählte, glaubte er selber hier qualitativ denselben vokal zu sprechen wie in *fä* „vieh“, *äta* „essen“, usw. Der zungenriß für *fε:m*: zeigt jedoch eine sehr beträchtliche senkung der zungenhebung gegenüber dem *fē*: (s. fig. 4). Von der starken zurückziehung der zunge vom vordergaumen, wie sie beim *ε*: bestand, ist hier nichts zu sehen, die zunge liegt vielmehr ziemlich flach im munde, womit gegeben ist, daß die vorderzunge bedeutend höher steht als

beim ϵ . Die zungenstellung hier beim vokal in $j\epsilon m$: deckt sich fast vollständig mit der für $p^h\ddot{u}p$ (fig. 7) erhaltenen.

III. UNTERSUCHUNGEN MITTELST DER PALATOGRAPHISCHEN METHODE

Zur nachprüfung, inwieweit die bisher erhaltenen ergebnisse auch für andere landesteile Schwedens gelten, teile ich noch eine reihe von palatogrammen mit, die gelegentlich eines experimentalphonetischen übungskursus, den ich im herbst 1907 an der universität Uppsala abhielt, erhalten wurden. Die palatogramme stellen für die betreffende versuchsperson typische bilder dar, deren zuverlässigkeit fast stets durch mehrere andere, meist bis in kleine details hinein übereinstimmende aufnahmen gesichert ist.

Die künstlichen gaumen, die bei diesen versuchen verwendet wurden, waren aus einer schellackmasse hergestellt, die in der zahnärztlichen praxis unter dem namen „base plates“ geht. Man legt eine platte von dieser masse auf das gipsmodell des gaumens, erwärmt sie durch vorsichtiges bestreichen mit einer bunsenflamme, wobei sie durch ihre eigene schwere in die gaumenhöhlung hinabsinkt, und bringt dann durch kräftiges, aber vorsichtiges drücken mit dem gaumen die platte zu genauestem anschluß an das gipsmodell. Nach ausstechen der grenzlinie zwischen zahnfleisch und zähnen¹ und schwarzlackieren ist der künstliche gaumen gebrauchsfertig. Die dicke des künstlichen gaumens kann durch fortgesetztes pressen der masse unter wiederholtem bestreichen mit der bunsenflamme auf etwa 0,7 mm heruntergebracht werden. Eine geringere dicke ist zwar a priori wünschenswert, indessen üben, wie ich an anderem orte nachweisen werde, variationen in der dicke des gaumens zwischen 0,1 und 1 mm einen unerwartet geringen einfluß auf die gestalt der stomatoskopischen bilder aus.

Um die deutung der bei den einzelnen versuchen erhaltenen gaumenbilder aus den abbildungen zu sichern, und zugleich um das abzeichnen der bilder zu erleichtern, ist der künstliche gaumen mit einem liniennetz versehen, das die grenzen zwischen den abschnitten angibt, in welche das gaumengewölbe sich in natürlicher weise gliedert. Bei einem normal gebildeten gaumen lassen sich der regel nach deutlich folgende einzelfelder (siehe umstehende fig. 9) unterscheiden: 1) ein schräg von oben nach unten-vorn abfallender vorderer teil, der *vordergaumen* im weiteren sinne, dessen unterer teil sich in die mundhöhle hinein

¹ Empfehlenswerter dürfte es freilich sein, wie es in neueren arbeiten auch vielfach bereits üblich ist, den künstlichen gaumen bis an die untere grenze der innenfläche der zähne reichen zu lassen.

vorwölbt und als *zahndamm* (alveolen)¹ besonders abgegrenzt wird; 2) ein bei aufrechter kopfhaltung nahezu horizontal verlaufender flacher oberer teil, das *gaumendach* oder der *hochgaumen*, durch eine rille in der mittellinie in zwei hälften geschieden, die in stumpfen, nach unten offenem winkel aneinander stoßen; hochgaumen und vordergaumen gehen durch ein mehr oder weniger scharf ausgebildetes knie ineinander über; 3) die *seitenwände* des gaumens, von den seitlichen grenzen des hoch- und des vordergaumens sich abwärts wölbend und unten durch die zahnanatzlinie begrenzt. Hat man diese grenzlinien in die lackschicht des gaumens eingeritzt, so wird ein konturenbild von dem gaumen in vorderansicht, am besten mit hilfe einer photographischen kamera, hergestellt, von dem dann mittelst kohlepapiers o. dgl. kopien zum einzeichnen der befunde bei den einzelversuchen angefertigt werden. Der nutzen einer angabe der grenzen des zahndamm-, vordergaumen- und hochgaumengebiets auf jedem palatogramm leuchtet ohne weiteres ein. Von



Fig. 9. Schema für die einteilung des künstlichen gaumens.

großer wichtigkeit ist aber auch die angabe der grenze der gaumenseitenwände gegen die ebengenannten gebiete. Erst sie ermöglicht es, aus der ausdehnung und gestalt der flächen, welche in den palatogrammen die berührung zwischen zunge und gaumen angeben, sich ein einigermaßen sicheres urteil über den engengrad der artikulation zu bilden. Da hoch- und vordergaumen einschließlich des zahndammgebiets sich im wesentlichen flach und senkrecht zum sagittaldurchschnitt der mundhöhle erstrecken, die gaumenseitenwände dagegen schräg nach unten abfallen, so ist es klar, daß die obere grenze der gaumenseitenwände einen kritischen punkt für die zungenartikulation darstellt: sobald das palatographische zungenbild sich dieser grenze stark nähert oder sie gar überschreitet, handelt es sich mit sicherheit um einen äußerst eng gebildeten laut.

In den nachfolgenden palatogrammen sind der einfachheit wegen nur die inneren grenzlinien der jeweils gefundenen be-

¹ Genau genommen natürlich nur das alveolargebiet der schneidezähne und eines teiles der eckzähne, dieser ausschnitt des alveolargebiets ist aber eben der, welcher für die „alveolaren“ laute allein in betracht kommt.

rührungsgebiete zwischen zunge und gaumen und zwar durch nicht ausgezogene (punktierte, gestrichelte usw.) linien angegeben: die ausgezogenen linien geben die grenzlinien für die oben beschriebenen gaumenfelder an.

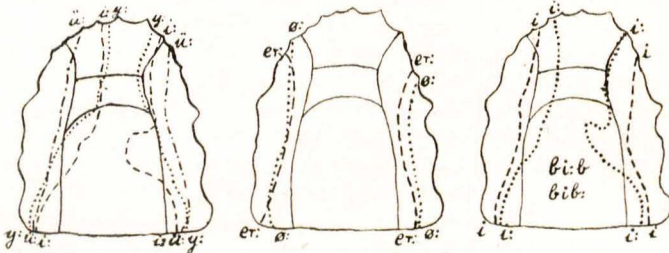


Fig. 10—12. P. E. P. (Stockholm). — $\frac{2}{3}$ nat. grösse.

Fig. 10: $i:$ — $y:$ — $ü:$. Fig. 11: $e:r:$ — $o:$. Fig. 12: $bi:b$ — $bib:$.

P. E. P., stud. phil., geb. 1887 in Stockholm und dort aufgewachsen; Stockholmer aussprache (die vokale in *sed* „sitte“ und *säd* „getreide“ in einen, *e:r:*, zusammengefallen. Fig. 10—12 (s. auch fig. 37).

Beim $i:$ überschreitet die zungenberührungsfläche beträchtlich die grenze zwischen gaumenseitenwänden und zahndamm-, vordergaumen- und hochgaumengebiet; also äußerst starke hebung der vorderzunge gegen alveolargegend und der mittellzunge gegen vorderen teil des hochgaumens. Diese letztere hebung kann in ausnahmefällen (s. unten fig. 37) sogar so weit gehen, daß am vorderen hochgaumen auf einem schmalen gebiet ein

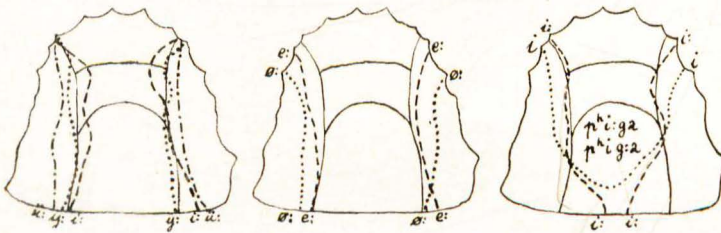


Fig. 13—15. T. Hj. (Norrländ). — $\frac{2}{3}$ nat. grösse.

Fig. 13: $i:$ — $y:$ — $ü:$. Fig. 14: $e:$ — $o:$. Fig. 15: $phi:ga$ — $phi:ga$.

T. Hj., stud. phil., geb. 1886 in Söderhamn (Helsingland), aufgewachsen in Linköping (Östergötland) und seit 1896 in Härnösand (Angermanland). Modifizierte norrländische aussprache. Fig. 13—15.

(loser) verschluß stattfindet. — Beim $y:$ ist die hebung der mittellzunge gegen hochgaumen offenbar beträchtlich geringer, sodaß hier die alveolare artikulation der vorderzunge überwiegt. Also dieselben verhältnisse bei der $i:$ - und $y:$ -bildung wie bei G. L. aus dem nördlichen Södermanland (s. fig. 1, $i:$ und $y:$). — Bei $e:r:$ zungenhebung beträchtlich niedriger als bei $i:$, mittellzunge

gegen vorderen bis mittleren teil des hochgaumens gehoben. — Bei *o:* zunge deutlich niedriger als bei *eɾ:*. — Bei *ü:* zunge im ganzen etwas niedriger als bei *eɾ:*, etwas höher als bei *o:*, vorderster teil der zunge aber offenbar etwas höher stehend als bei *eɾ:*; zunge im ganzen ziemlich flachgestreckt, eine geringe emporwölbung gegen den vordersten teil des hochgaumens. Demnach auch bei diesem laut eine schöne übereinstimmung mit der röntgenographisch fixierten aussprache des södermanländischen sprechers. — Das kurze *i* in *bib:* zeigt bedeutend niedrigere zungenstellung als das lange *i:* in *bî:b*; zungenhöhe im ganzen wie beim *eɾ:*, nur daß der vorderste teil der zunge scheinbar beim kurzen *i* etwas mehr gehoben ist.

Bei *i:* hebung der vorderzunge gegen gaumen von hinterem zahnamm an bis zum vorderen teil des hochgaumens. — *y:* gegenüber *i:* etwas gesenkt, besonders betreffs des vorderen zungenteils. — Bei *e:* hauptzungenhebung gegen mittleren teil des

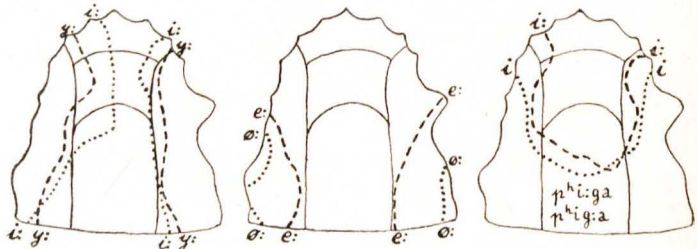


Fig. 16—18. T. N. (Norrköping-Östergötland). — $\frac{2}{3}$ nat. größe.

Fig. 16: *i* — *y:*. Fig. 17: *e* — *ø:*. Fig. 18: *phî:ga* — *phîg:a*.

T. N., stud. phil., geb. 1886 in Norrköping (nordöstl. teil von Östergötland) und dort auch aufgewachsen. Norrköpinger aussprache. Fig. 16—18 (s. auch fig. 38).

hochgaumens. — Bei *ε:* (wie in *äta* „essen“) vorderzunge stark gesenkt, zungenrücken gegen hart-weichgaumengrenze emporgehoben, bedeutend niedriger als bei *e:* stehend. — *o:* beträchtlich niedriger als *e:*, aber höher als *ε:*, zungenhebung wie bei letzterem laut gegen hart-weichgaumengrenze. — Beim *ü:* mittلزunge etwas niedriger als beim *e:*, vorderzunge dagegen etwas höher, flach nach vorn gestreckt. — *i* in *phîg:a* deutlich gesenkt gegen *i:* in *phî:ga* (*g* bei diesem letzteren mit unvollkommenem verschluß gebildet).

Die verhältnisse bei der *i:*- und der *y:*-artikulation ungefähr dieselben wie bei P. E. P.-Stockholm. — Bei *e:* mittلزunge gegen hinteren teil des hochgaumens ziemlich hoch gehoben. — Bei *ø:* zunge stark gesenkt gegenüber *e:*. — *i* in *phîg:a* mit deutlicher senkung der vorderzunge gegenüber *i:* in *phî:ga*.

Bei *i:* und *y:* vorderzunge sehr stark dem hinteren zahnammgebiet und unteren vordergaumen genähert, dagegen keine er-

hebung der mittellzunge gegen hochgaumen. — Beim *y:* ist die hebung der vorderzunge etwas geringer als beim *i:*, im übrigen die zungenartikulation aber die gleiche. — Beim *e:* vorderzungenhebung gegenüber *i:* stark reduziert, mittellzunge gegen hochgaumen gehoben. — *o:* beträchtlich niedriger als *e:*. — Bei *ü:* zungenhebung im ganzen etwa die gleiche wie bei *o:*, vorderzunge scheinbar ein wenig mehr gehoben. — Also bei allen lauten bis in einzelheiten hinein dieselben verhältnisse, wie sie oben für E. W. aus Högby-Östergötland mittelst der plastographischen methode festgestellt worden sind (Tranås und Högby nur ca. 35 km voneinander belegen). — Bei *i* in *phik:* vorderzunge beträchtlich gesenkt gegenüber *i:* in *ph^hi:k*.

Bei dieser versuchsperson wurde auch die zungenartikulation bei verschiedenen lauten in der weise näher untersucht, daß das gaumengewölbe (harter und der größere teil des weichen gaumens) einschließlich der inneren zahnflächen mit einer dickflüssigen mischung von holzkohlepulver und wasser bepinselt,

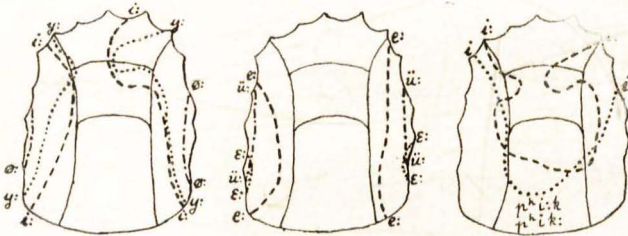


Fig. 19—21. F. A. (nördl. Småland). — $\frac{2}{3}$ nat. gröÙe.

Fig. 19: *i* — *y* — *o*: Fig. 20: *e* — *ε* — *ü*:

Fig. 21: *ph^hi:k* — *phik:*.

F. A., stud. phil., geb. ca. 1886 in Tranås im nördlichsten teil von Småland, ganz nahe der grenze von Östergötland, die sieben letzten schuljahre in Linköping (Östergötland). Fig. 19—21.

der betreffende laut (bezw. ein geeignetes wort) ausgesprochen und die zunge sofort herausgestreckt wurde. Die zunge nimmt an den stellen, wo sie den gaumen berührt, die schwarze farbe an. Das verfahren, das für vokale wie auch vor allem für konsonanten ausserordentlich deutliche und aufschlußreiche bilder liefert, verdiente als ergänzung zu dem palatographischen verfahren stets angewandt zu werden. Bei den folgenden zungenbildern bezeichnet die wagerechte gestrichelte linie die grenze der vorderzunge, dadurch erhalten, daß die zunge so weit, wie das zungenbändchen es erlaubte, herausgestreckt und die stelle senkrecht über den unteren schneidezähnen durch einen querstrich mittelst kopierstifts markiert wurde. Diese stelle bezeichnet insofern eine natürliche grenze, als die zunge vor derselben bis zur spitze hin frei beweglich, der übrige teil der zunge da-

gegen eben durch das zungenbändchen in seinen bewegungen einigermaßen beschränkt ist.

Die zungenbilder (fig. 22—27) gelten für die isolierte aussprache der bei jedem bild angegebenen vokale. Bei *i:* kommt sehr deutlich die kräftige erhebung des mittleren teils der vorder-

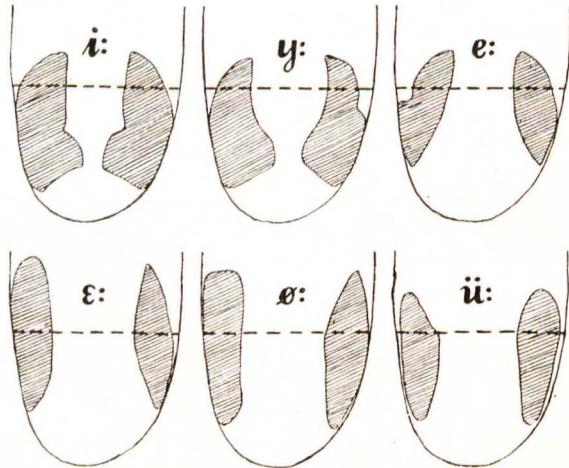


Fig. 22—27. Zungenbilder für isoliert gesprochene vokale bei F. A. (nördl. Småland). — $\frac{1}{2}$ nat. grÖße.

zunge (gegen zahndamm-vordergaumen) zum ausdruck. Bei *y:* ist die pressung der vorderzunge nicht ganz so stark, was in dem durchweg weiteren gegenseitigen abstand der berührungsf lächen und in dem mehr rund geschwungenen verlauf der mittleren grenzlinien zum ausdruck kommt, im übrigen aber artikuliert die zunge offenbar in derselben weise. Bei *e:* ist die engenbildung nach dem vorderen teil der mittelzunge hin verlegt. Bei *o:* zungen-

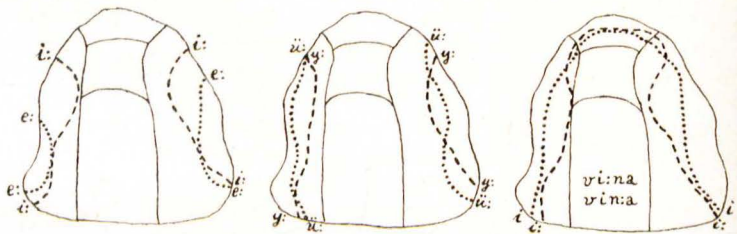


Fig. 28—30. K. K. (südl. Värmland). — $\frac{2}{3}$ nat. grÖße.
Fig. 28: *i:* — *e:*. Fig. 29: *y:* — *ü:*. Fig. 30: *vina* — *vina*.

K. K., stud. phil., geb. ca. 1885 auf einer insel im nördlichen teil des Vänersees, seit 1895 in Segerstad unweit Karlstad (südl. teil von Värmland), schule in Karlstad; eltern beide aus Värmland (Värmlands näs). Aussprache der Karlstader gegend. Fig. 28—30.

hebung sichtlich geringer als bei *e*, auch noch etwas geringer als bei *ε*, vorderzunge aber etwas mehr gehoben als bei letzterem laut. *ü*: ist ebenfalls niedriger als *e*, die zunge erhebt sich etwa bis zur *o*- oder *ε*-lage, der anteil der vorderzunge an der gesamtartikulation ist aber deutlich größer als bei letzteren vokalen.

i: mit hebung der vorderzunge gegen oberen teil des vordergaumens gesprochen, ohne hebung der mittلزunge gegen hochgaumen; also in ähnlicher weise wie bei den sprechern aus dem westlichen teil von Östergötland (E. W.-Högbý) und nördlichen teil von Småland (F. A.-Tranås). — *y*: etwas niedriger als *i*, sonst gleichartige artikulation. — Bei *e*: dominiert die hebung der mittلزunge gegen mitte des hochgaumens. — Bei *ü*: zunge etwa in gleicher höhe wie bei *e*, vorderzunge aber wieder scheinbar weiter vorgeschoben und etwas höher stehend als bei *e*. — *i* in *vin:a* beträchtlich niedriger als *i*: in *vi:na*.

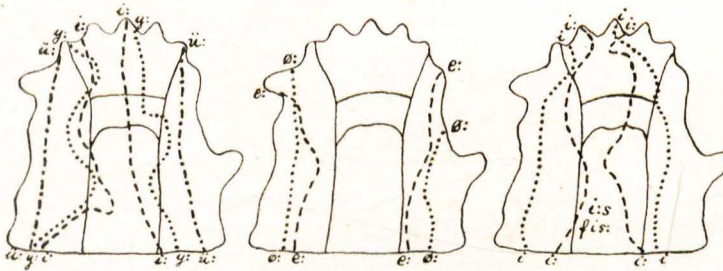


Fig. 31—33. C. E. H. (nördl. Vestergötland). — $\frac{2}{3}$ nat. gröÙe.

Fig. 31: *i* — *y*: — *ü*:. Fig. 32: *e*: — *o*:. Fig. 33: *i:s* — *fi:s*..

C. E. H., stud. phil., geb. ca. 1886 auf Torsö im nördlichsten teil von Vestergötland und aufgewachsen in derselben gegend (Skaraborgs län), seit 1900 in Alingsås. Fig. 31—33.

Bei *i*: vorderzunge und vorderer teil der mittلزunge sehr stark gehoben gegen gaumen von zahndamm an bis zum mittleren hochgaumen. — *y*: ebenso gebildet, aber etwas geringere hebung. — Bei *e*: tritt die vorderzungenhebung zurück, mittلزunge artikuliert gegen mitte des hochgaumens, jedoch beträchtlich gesenkt gegenüber *i*:. — *o*: bedeutend niedriger als *e*:. — Bei *ü*: wieder flach gestreckte form der zunge, mittلزunge beträchtlich niedriger als bei *e*:, etwas niedriger sogar als bei *o*:, vorderzunge aber offenbar etwas höher stehend als bei diesen lauten. — *i* in *jis*: kräftig gesenkt gegenüber *i*: in *i:s*.

IV. DIE DIPHTHONGIERUNG DER VOKALE *i*, *y*, *u*, *ü*:

Es ist eigentümlich, daß SWEET, der doch stets mit schärfe die diphthongierung der langen *i* und *u* im englischen betonte, die entsprechende viel extremer ausgebildete erscheinung im

schwedischen ihrem wahren wesen nach nicht erkannt hat. In seinen *Sounds and forms of spoken Swedish* bemerkt er bezüglich der *i*, *y*, *u*, *ü*, daß sie oft mit so energischer artikulation der zunge bezw. der lippen gebildet würden, „as to amount really to a buzzed consonant“. Da er in der umschrift stets nur das zeichen für den monophthongisch langen vokal gebraucht (*ii*, *yy* usw.), im gegensatz zu seiner bezeichnung der englischen langen *i* und *u* durch *ij* und *uw*, so scheint er der meinung gewesen zu sein, daß die überenge artikulation, wenn sie überhaupt zur anwendung kommt, durch den ganzen vokal hindurch stattfindet. Auch in der schwedischen phonetischen literatur ist man erst spät auf diese erscheinung aufmerksam geworden. In einem aufsatze *Head vi verkliggen säga* in der zeitschrift *Språk och stil*, bd. 1, 1901, gibt LUNDELL zum erstenmal an, daß im auslaut und vor vokal nach *i*: und *y*: ein *j*, nach *u*: und *ü*: ein β^1 , im auslaut ein F^2 , gehört würde. Aber auch LUNDELL scheint, gewissen ausdrücken nach zu urteilen, die auffassung zu haben, daß diese vokale in ihrem ganzen verlaufe mit überenge gebildet werden („*i* står i svenska närmare *j*, d. v. s. har trängre öppning än i andra språk, ock längt *i* slutar därför i utljud ock före annan vokal med *j*“; „*u* har liksom *ü* så trång läppöppning, att det som längt i utljud ock före vokal följes av ett väsljud“); der reibelaut sollte also wohl dadurch zustande kommen, daß zu ende des vokals vor pausa und vor anderem vokal infolge nachlassens der stimmbandpressung der atem in größerer menge die (schon vorher vorhandene) enge durchstreicht.

In wirklichkeit liegt die sache so, daß bei den *i*, *y*, *u*, *ü*: im schwedischen die artikulatorische enge — und zwar, verglichen mit anderen sprachen, überenge — erst in der zweiten hälfte oder im letzten drittel des vokals eintritt, während der erste teil des vokals kaum eine enge, geschweige denn eine überenge aufweist. Es findet hier also eine echte diphthongierung statt, wobei sich allerdings der diphthong von den aus anderen sprachen bekannten diphthongen in der weise unterscheidet, daß der endteil infolge der überenge einen ausgesprochen konsonantischen (geräuschhaften) eindruck macht. Und diese starke diphthongierung tritt nicht, wie LUNDELL meint, nur im auslaut und vor vokal ein, sondern auch vor auslautendem und inlautendem konsonant, also in wörtern wie *bita*, *nysa*, *fot*, *hus* ebensogut wie in *ti*, *ny*, *nya* usw., wengleich zuzugeben ist, daß vor pausa und vor vokal besonders günstige bedingungen dafür vorhanden sind, daß das kräftige reibegeräusch zu ende des vokals sich dem hörenden geltend macht. Ein „reines“, monophthongisches *u*: oder *y*:, wie es beispielsweise in dtsh. *thut*, *gy:to* (bühnenaussprache) oder in frz. *tut*, *tyb* gesprochen wird, setzt natürlich voraus, daß die

¹ Bilabialer stimmhafter reibelaut.

² Bilabialer stimmloser reibelaut.

für die *u*, *y* charakteristischen und für den klang entscheidenden lippenstellungen schon von anfang des vokals an vorhanden sind. Dies wiederum ist nur dadurch möglich, daß die vokalische lippenstellung schon im verlaufe des dem vokal vorhergehenden konsonanten eingenommen wird. Das geschieht denn auch im deutschen und französischen. Nicht dagegen im schwedischen, oder jedenfalls bei weitem nicht in dem grade wie in den anderen sprachen. Während bei der aussprache von dtsh. *thu:t*, frz. *tut* die lippen von dem moment an, wo der verschluß des anlautenden *t* vollzogen ist, sich energisch aufeinander zu bewegen, um zu ende des *t*-verschlusses sich schon etwa in der für das *u* nötigen stellung zu befinden, verbleiben im schwedischen die lippen bei der aussprache z. b. von *thu:g* = *tog* während des *t*-verschlusses so gut wie passiv und streben der *u*-stellung erst zu, wenn der

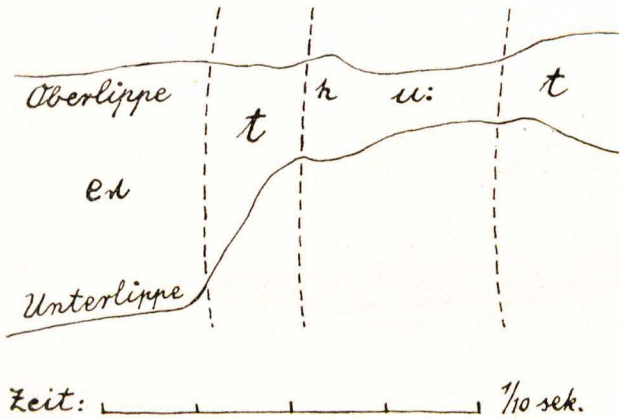


Fig. 34. Die gegenseitige bewegung der lippen bei norddeutschem *et* 'thu:t.

t-verschluß gelöst wird, ja, häufig — besonders scheint dies für die aussprache des *ü*: zu gelten — bleiben auch noch nach aufhebung des verschlusses des anlautenden konsonanten die lippen einige zeit, bis zu $\frac{1}{3}$ der vokaldauer oder noch länger, passiv, so daß nur etwa das letzte drittel des vokals mit der für ihn charakteristischen lippenüberenge gebildet wird.

Zum beweis und zur veranschaulichung des gesagten gebe ich einige kurven wieder, die die gegenseitige bewegung der lippen beim aussprechen von dtsh. *et* 'thu:t' (sprecher: E. A. M., dr. phil., Danzig-Westpreußen) und von schwed. *mε* 't u:ta und *mε* 'gü:dar' (sprecher: A. E., stud. jur. et rer. merc., westen von Södermanland) darstellen. Die kurven wurden mittelst des von mir konstruierten doppel lippenhebels erhalten, eines einfachen apparats, der es erlaubt, gleichzeitig die bewegung der beiden lippen je für sich zu registrieren (abbildung desselben

bei PANCONCELLI-CALZIA, *Einführung in die angewandte phonetik*, Berlin 1914, s. 48). Die gestrichelten bogenlinien geben die lautgrenzen an, die auf grund von gleichzeitig mit den lippenkurven aufgenommenen stimmkurven bestimmt wurden. Als grenzen der verschlußlaute wurden die zeitpunkte genommen, in denen der verschluß eben vollzogen, bzw. gelöst ist. Der

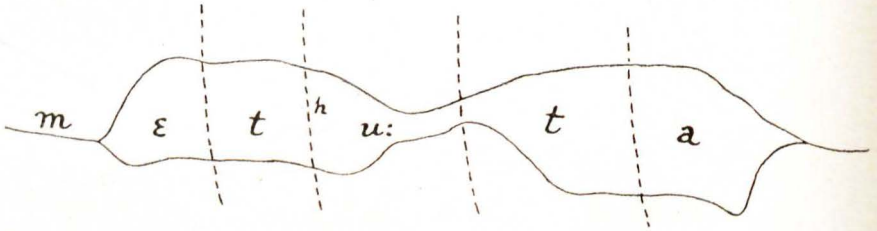


Fig. 35. Die gegenseitige bewegung der lippen bei schwed. *ms v̄thu:ta*. Zeit etwa die gleiche wie in fig. 34.

gegenseitige abstand der ober- und der unterlippenkurve in den figuren hier gibt den wahren lippenabstand in ca. dreifacher vergrößerung wieder.

Die doppelkurve für das deutsche *v̄hu:t*, fig. 34, zeigt sehr schön, wie die lippen während des anl. *t* energisch einander genähert werden, sodaß sie bei explosion des *t* sich schon in engenstellung befinden, die im verlaufe des *u:* nur noch eine geringe weitere verengung erfährt.

Einen ganz anderen verlauf der lippenbewegungen zeigen die aufnahmen des schwed. *v̄hu:ta*, fig. 35, und *v̄gü:dar*, fig. 36. Beim

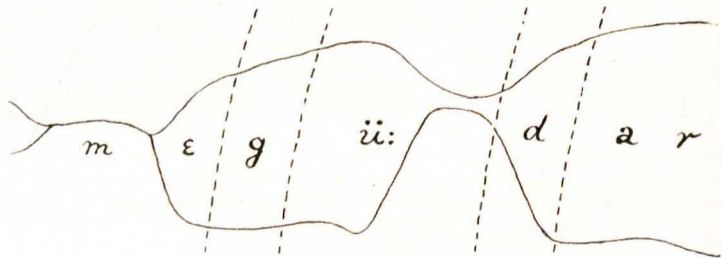


Fig. 36. Die gegenseitige bewegung der lippen bei schwed. *ms v̄gü:dar*. Zeit etwa die gleiche wie in fig. 34.

ersteren wort bleiben die lippen während des ganzen *t*-verschlusses und noch eine weile (fast $\frac{1}{3}$ der *u*-dauer) darüber hinaus in demselben abstande voneinander, dann nähern sie sich rasch und befinden sich etwa während der letzten $\frac{2}{5}$ der vokaldauer in der engenstellung, die als für den *u*-laut charakteristisch angesehen wird. In wirklichkeit haben wir es hier mit einer folge von entrundetem + überstark gerundetem *u* zu tun.

Noch prägnanter kommt diese diphthongierungserscheinung in der doppellippenkurve für *gü: dar* zum Ausdruck. Hier nimmt der lippenabstand während des anl. *g* anstatt als sogar etwas zu, die ersten $\frac{2}{3}$ des *ü:* sind völlig entrundet, und nur etwa das letzte Drittel zeigt die für diesen vokal allseits als charakteristisch anerkannte sehr starke lippenenge. Diese Entrundung des ersten teils des vokals ist übrigens, wenn man erst einmal darauf aufmerksam geworden ist, mit dem bloßen Gehör durchaus deutlich wahrnehmbar. Phonetisch ließe sich der Gehörsausdruck etwa durch eine Umschrift wie *güβ:dar* andeuten¹.

¹ G. MILLARDET (*Insertions de consonnes en suédois moderne*, Revue de phonétique, I (1911), S. 309 ff.) glaubt auf Grund experimenteller Untersuchungen hauptsächlich an zwei Schwedinnen — aus Stockholm und aus Jönköping — feststellen zu können, daß im Schwedischen die Neigung besteht, zwischen vokal und Konsonant einen Reibelaut einzuschleiben. Die Natur dieses Reibelauts ist von der des vokals abhängig: nach velarem vokal entwickelt sich ein velarer, nach palatalem vokal ein palataler, nach labialem vokal ein labialer Reibelaut. So gut wie konstant findet er diese Erscheinung bei vokal (auch kurzem vokal) + stimmlosem Verschlusslaut (*p, t, k*), und zwar sind hier die eingeschobenen Reibelaute, die oft eine höchst respektable Länge (6–8 hundertstel Sekunden) aufweisen, der Regel nach stimmlos und übrigens auch dem Gehörben eher deutlich wahrnehmbar. Weniger konstant scheint der Reibelautenschub zwischen vokal und stimmhaftem Konsonanten stattzufinden, selten vor allem vor stimmhaftem Reibelaut oder *l, m, n, r*. Eine Ausnahme in dieser letzteren Beziehung machen indessen die engen vokale *i, y, u, ü:*. Nach MILLARDET sollten also, zum mindesten für die jüngere Generation der Stockholmer und der Jönköpinger Bevölkerung, unter anderem folgende Aussprachen gelten: *tack = tʰæk, katt = kʰaət, kappā = kʰaapa, skata = skaata, åka = oäka, båt = boət, vik = vijək, klippa = kliēpa, kik = goək, stöt und stött = stoət* — nach *ø* ist das *ç* etwas offener als nach *i*, unter Umständen bis zu einem „palatalen h“ erweitert — *knyta = knyjçta, bok = buʰk oder buʰk, mor = muʰr, kruka = krüʰka* oder *krüʰka* usw. usw.

Daß die langen vokale *i, y, u, ü:* — nicht dagegen die diesen entsprechenden kurzen vokale! — in ihrem letzten Teil übereng sind und hier Reibelautcharakter besitzen, trifft, wie aus den obigen Darlegungen ersichtlich ist, zu. Daß aber diese Überenge bei *i, y, u, ü:*, wie MILLARDET behauptet, zu einem Erlöschen des Stimmtons führt, so daß sich hier von einem stimmlosen Reibelaut *ç, ʰ* oder gar *f* sprechen ließe, daß ferner dasselbe Erlöschen des Stimmtons und Auftreten von *x, ç* am Ende der vokale *a, e, o, ø:* stattfindet, stimmt, wie ich auf Grund eines reichhaltigen Kurvenmaterials über Schwedische Aussprache — etwa 50 Sprecher, aus den verschiedensten Teilen des Landes, darunter sechs aus Stockholm und mehrere aus Jönköping nebst Umgegend — feststellen kann, mit den wirklichen Verhältnissen nicht überein. Bei meinen Aufnahmen wurden stets der orale Lautstrom mittelst einer MAREYSCHEN Luftkapsel und der Stimmton durch einen empfindlichen Kehltonschreiber gleichzeitig registriert, sodaß eine genaue Abgrenzung der Laute und eine zuverlässige Bestimmung der Stimmtonverhältnisse möglich war. Nach Ausweis dieses meines Materials dauern die Stimmbandschwingungen, und zwar kräftige und regelmäßige Stimmbandschwingungen, bis zum Ende des vokals fort, ja, sie ziehen sich in der großen Mehrzahl der Fälle noch mit 2–3, bei *i, y*: sogar oft noch mit 4–5 Schwingungen in den Verschluss der auf den vokal folgenden *p, t, k* hinein. Daß es sich hier um „Nachschwingungen“ des Kehltonschreibers handeln könnte, ist völlig ausgeschlossen.

Indessen übt nun ein folgendes *p, t, k* auf den Charakter des Stimmtons

Schon SUNDEVALL (*Phon. bokst.*, s. 65) bemerkt, daß bei deutlicher aussprache des schwed. *u*, wie in *os, god*, die wangen von der durch die übermäßig starke lippenverengung am raschen abfluß gehinderten atemluft etwas aufgeblasen werden, welche angabe auch LYTKENS-WULF übernehme. Die artikulationsenge bei den hier behandelten vokalen kann nun in wirklichkeit, bei besonders deutlicher aussprache (ohne daß sich der sprecher aber einer unnatürlichen aussprache bewußt ist), so weit getrieben werden, daß während einer kurzen zeit auf einem schmalen artikulationsgebiet ein vollständiger verschluß, bei *i* und *y*: zwischen zunge und hochgaumen bezw. zahndamm, bei *u* und *ü*: zwischen den lippen, zustandekommt. Derartige vokale mit verschlußbildung habe ich auch bei völlig freier aussprache (ohne künstlichen gaumen o. dgl.) mehrfach beobachtet. In den beiden folgenden palatogrammen finden sich solche *i*: mit zunge-hochgaumenverschluß registriert. Das palatogramm für ^v*bi:ta*, fig. 37,

im endteil des vokals einen gewissen einfluß aus, der leicht dazu führen kann, daß ein französisches ohr, die verhältnisse in der fremden sprache an denen in der eigenen messend, bei einem schwed. *a:p, o:t* einen stimmlosen übergangslaut zwischen vokal und konsonant zu hören vermeint. Die weitstellung der stimmritze, die für die bildung der schwedischen stimmlosen verschlußlaute notwendig ist, wird schon während des endteils des vorhergehenden vokals in der weise vorbereitet, daß die pressung der stimmbänder allmählich nachläßt. Die folge davon ist einesteils, daß zwischen den stimmbändern, die andauernd weiterschwingen, mehr und mehr luft hindurchtritt, sodaß der vokal gegen das ende hin zunehmend behaucht erscheint: andernteils daß die stimmschwingungen, sich allmählich dem charakter von sinusschwingungen nähernd, nach und nach an akustischer kraft einbüßen. Bei den französischen *p, t, k* stehen die stimmbänder im gegensatze zu den verhältnissen im schwedischen eng zusammen, ohne sich indessen merklich gegen einander zu pressen. Auch hier wird diese lose schlußstellung der stimmbänder schon vor dem eintritt des *p, t, k*-verschlusses durch nachlassen der stimmbandpressung vorbereitet, die behauchung des vokales und die abnahme der akustischen kraft des stimmtons ist aber hier begreiflicherweise bedeutend geringer als im schwedischen. Im vergleich mit dem relativ kräftig stimmhaften und wenig behauchten ausgang der französischen vokale vor *p, t, k* mag daher wohl einem französischen ohr der kräftig behauchte und relativ stimschwache abglitt des vokals zum konsonanten hin im schwedischen als stimmlos und als *x*-artiger reibelaut erscheinen.

Daß die eben geschilderte endbehauchung der vokale vor stimmlosen konsonanten in gewissen schwedischen mundarten so stark ausgebildet ist, daß hier mit recht von dem einschube eines *h* zwischen vokal und konsonant gesprochen werden kann, ist seit lange vor allem aus LUNDELL's zusammenstellung in *Det svenska landsmålsalfabetet* (1879) bekannt (vgl. n. umehr auch NÖREEN, *Vårt språk*, I). Aber hier handelt es sich eben um eine mundartliche erscheinung mit beschränkter ausdehnung, und gerade die stockholmer und die jönköpinger mundart entbehren derselben.

Im übrigen will ich keineswegs bestreiten, daß die kurvenabbildungen, die MILLARDET seinem aufsatze beigegeben hat, in den meisten fällen für einen stimmlosen ausgang der betreffenden vokale sprechen. Die möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, daß für die aussprache weiblicher personen in diesem punkte eine andere regel gilt als für die männlicher personen (mein eigenes material bezieht sich ausschließlich auf männliche sprecher, die aber derselben generation wie die versuchspersonen MILLARDET's angehören).

stammt von dem oben s. 23 erwähnten sprecher P. E. P. aus Stockholm, das für *i:*, fig. 38, von T. N.-Norrköping (s. oben s. 24) her. Bei letzterem sprecher wies das isoliert gesprochene *i:* in 2 von 3 aufnahmen, das *i:* in *bita* in 3 von 5 aufnahmen schmalen verschluß am vorderen teil des hochgaumens auf. Indessen dürften derartige *i:*, *y:*, *u:*, *ü:* mit verschluß in fließender rede sicherlich recht selten vorkommen, wohl nur bei besonders starker akzentuierung des wortes. Aber auch das vereinzelt auftreten hat als beredtes zeugnis für die außerordentliche energie der engenbildung bei diesen vokalen sein interesse. Endlich können auch die verhältnisse hier im schwedischen zur beleuchtung eines interessanten sprachgeschichtlichen vorganges dienen, nämlich der einschiebung eines palatalen *k* oder *t* zwischen hohem vokal (*i*, *ü*, *u*) und folgendem konsonant, wie sie in gewissen westmitteldeutschen mundarten (SIEVERS, *Gr. d. Phon.*⁵, 755) sowie auch in dänischen mundarten (M. KRISTENSEN, *Stodet i dansk*, Ark. f. nord. fil., bd. 15, 1899) eingetreten ist. Was hier

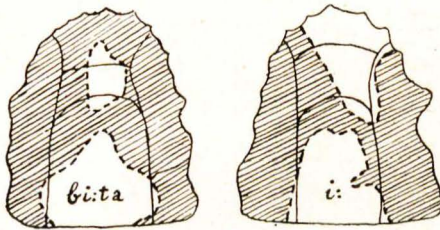


Fig. 37 u. 38. *i:* mit zungenhochgaumenschluß.

im schwedischen sporadisch auftritt, ist in jenen mundarten zur regel geworden. Es ist möglich, daß dabei der stoßton für die entwicklung des verschlußlautes aus den *i:*, *y:*, *u:* heraus förderlich gewesen ist. Bei stomatoskopischen untersuchungen, die ich vor einigen jahren in Kopenhagen mit verschiedenen dänischen personen anzustellen gelegenheit hatte, zeigte es sich nämlich, daß gestoßene *i?*, *y?*, *e?* fast regelmäßig mit stärkerer annäherung der zunge an den vordergaumen gebildet wurden als nichtgestoßene *i^h*, *y^h*, *e^h*. Die annahme, daß es sich bei fällen wie *i^s* > *iks*, *tsi^st* > *tsikt* um einen „lautwechsel durch örtliche verschiebung“ (SIEVERS), einen ersatz des kehlkopfverschlusses durch einen mundverschluß, handelt, ist demnach nicht nur unnötig, sondern auch unwahrscheinlich.

ZUSAMMENFASSUNG DER HAUPTERGEBNISSE

1) Zwei haupttypen von *i:*-bildung kommen im schwedischen vor: ein vordergaumen-*i:*, bei welchem die vorderzunge bei nach hinten abfallender mittellzunge gegen den oberen zahndamm + unteren

vordergaumen hin erhoben wird, sodaß nur auf einer relativ kurzen strecke ein enger kanal zwischen zunge und gaumen zustande kommt, und ferner ein hartgaumen-i, bei welchem vorder- und mittelzunge gegen den hartgaumen vom zahndamm bis zum mittleren hochgaumen hin unter bildung eines engen kanals auf der ganzen strecke, besonders aber am hochgaumen, artikuliert. Die erstere bildungsweise ist in der aussprache von personen aus dem westen von Östergötland, Nordsmåland und dem süden von Värmland, die letztere bildungsweise bei personen aus dem norden von Södermanland, aus Stockholm, Angermanland, dem nordosten von Östergötland und dem norden von Vestergötland nachgewiesen worden.

2) Sprecher mit reinem vordergaumen-i: gelangen vom i: zum e: hauptsächlich durch zurückziehung der zunge, zu ε: hauptsächlich durch senkung von der e:-stellung aus; vom hartgaumen-i: aus werden e: und ε: im wesentlichen durch senkung der zunge erhalten.

3) y: und o: werden stets mit geringerer annäherung der zunge an den gaumen gebildet als die entsprechenden ungerundeten vokale i: und e:; besonders gilt dies von o: - e:.

4) ü:, wie in hus „haus“, hat sich in der aussprache aller untersuchten personen als entschieden vorderer vokal erwiesen. Die zungenhebung ist stets niedriger als die für e:, deckt sich meistens etwa mit der für o: oder ε:. Die zunge ist im ganzen ziemlich flach gestreckt, mit geringerer erhebung der vorderzunge.

5) Der schwedische u:-laut, wie in bo „wohnen“, wird mit einer etwa dem norddeutschen o: entsprechenden zungenhebung gebildet; der u-charakter des schwedischen lautes ist wesentlich durch die überrundung bedingt.

6) Der klangliche unterschied zwischen dem „tiefen“ a: und dem etwas gesenkten o: im schwedischen scheint hauptsächlich dadurch bedingt zu sein, daß bei etwa gleich hochstehender hinterzunge die vorderzunge beim a: höher steht als beim o:. Bei letzterem laut ist außerdem die lippenrundung ein wenig stärker.

7) Der kurze vokal i zeigt gegenüber dem i: stets niedrigere, meistens sogar beträchtlich niedrigere, bis zur e:-lage hinabgehende zungenstellung.

8) Die i:, y:, u:, ü: im schwedischen sind stark diphthongiert, und zwar nicht nur im auslaut und vor vokal, sondern auch vor konsonant. Die diphthongierung kommt dadurch zustande, daß der letzte teil dieser vokale mit überenge, bei i: und y: zwischen zunge und gaumen, bei u: und ü: zwischen ober- und unterlippe, gebildet wird, während der erste teil der vokale relativ weit gebildet, bei u: und ü: völlig ungerundet ist. Bei u: und ü: ist damit gegeben, daß während des anlautenden konsonanten, im gegensatz zu dem verhältnis im deutsch-n, französischen und andern sprachen mit rein monophthongischem u:, keine vorwegnahme der lippenrundung stattfindet. Die überenge zu ende der i:, y:, u:, ü: kann unter umständen —

bei besonders deutlicher aussprache — in lose verschlußbildung übergehen.

9) Die behauptung G. MILLARDET'S (*Revue de phonétique*, bd 1, s. 309 ff.), daß im schwedischen zwischen vokal und folgendem p, t, k ein dem vokal homorganer stimmloser reibelaut sich einschleibe, trifft für die aussprache männlicher personen nicht zu. Die vokale sind der regel nach bis zum eintritt des verschlusses stimmhaft.

(Bei der Redaktion im Mai 1915 eingegangen)

*Aus dem Psychologischen Laboratorium
der Hamburgischen Staats-Irrenanstalt Langenhorn*

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ÜBER KEHLKOPF- UND ZUNGENBEINLAGE BEIM SINGEN UND BEIM PFEIFEN

VON

WILHELM HEINITZ (HAMBURG)

Die natürlichen Musikinstrumente des Menschen sind, abgesehen etwa von folgerhythmischen oder betonungsrhythmischen Klopf- ausdrücken, der Singstimmen- und der Pfeifstimmenapparat. Beide hängen in vielfacher Weise zusammen, bedienen sich derselben Muskelgruppen, sowie derselben Luftzufuhr- und Resonanzapparate. In der Entwicklung der Musik spielt die Singstimme eine ungleich größere Rolle als die Pfeifstimme; ernsthaft kommt die menschliche Pfeifstimme hier ja überhaupt nicht in Betracht. Es läßt sich aber nicht leugnen, daß auch die Pfeifstimme einer weitgehenden Ausbildung und Variabilität fähig ist. Freilich fehlt ihr die Möglichkeit einer Verbindung mit den Worten; dieser Umstand dürfte es wahrscheinlich sein, der in der Entwicklungsgeschichte der Musik eine noch absolute Superiorität der Singstimme bewirkt.

Diese Eigenartigkeit der Entwicklung hat es gewiß mit sich gebracht, daß auch in der Lehre von der Stimme überall wesentlich die Singstimme zur Untersuchung herangezogen wurde; so kommt es, daß auch die Literatur über Untersuchungen über die Pfeifstimme eine so geringe ist.

VAN KEMPELEN rechnet (nach MERKEL¹) das Pfeifen zu den Funktionen der Zunge.

CARL LUDWIG MERKEL² behandelt nur den Anteil der Zunge und der Lippen am Pfeifen, dieses allerdings recht ausführlich; von der Lage des Zungenbeins und des Kehlkopfes in Beziehung auf Singen und Pfeifen erwähnt er, wie auch KEMPELEN, SAVART und MUNCKE (nach MERKELS Zitat), nichts. Für MUNCKE verweist MERKEL auf GEHLERS³, für BREWER auf dessen diesbezügliche Arbeit⁴. MUNCKE behandelt danach die Grenzen des Pfeiftons zwischen Sopran- und Tenorregister bei Inspiration und bei Exspiration,

CARL LUDWIG MERKEL, *Anatomie und Physiologie des menschlichen Stimm- und Sprachorgans*, 2. Hälfte, Leipzig, Ambrosius Abel, 1857¹ und 1863², S. 561 ff.

² Dasselbe.

³ GEHLERS, *Physiolog. Wörterbuch*, VIII, S. 383.

⁴ BREWER, *Sound and its phenomena*, London, 1854, S. 235.

während BREWER die Tongrenzen der Pfeifstimme darzustellen versucht. (e^2 bis e^5).

P. GRÜTZNER erwähnt in seinem Werk¹ weder selbst, noch im Zitat aus CAGNIARD-LA TOUR und J. MÜLLER irgend etwas in bezug auf das Thema der vorliegenden Arbeit.

AUERBACH² weist auf die Identität des Pfeiftons mit dem Vokal \bar{u} hin, sowie auf die Schwierigkeit, die richtige Oktavlage eines gepfiffenen Tons mit dem Ohr exakt zu bestimmen.

FELIX SEMON, GUTZMANN, HUDSON MAKUEN und PAUL SCHULTZ³ untersuchten das laryngeale Pfeifen, gingen jedoch gleichfalls nicht weiter ein auf das in dieser Arbeit dargestellte Problem.

Die wissenschaftliche Erforschung hat naturgemäß das Bestreben, alles so erschöpfend wie möglich zu behandeln. Sie wird deshalb auch berechtigt sein, sich auf dieses bisher so gut wie außer Acht gelassene Gebiet wenigstens versuchsweise zu begeben. Bei diesem Versuch wird sie sehr wesentlich unterstützt durch die neuere Entwicklung der Technik, in der vor allem die Röntgenuntersuchungen des Stimmapparates die durchaus exakte Darstellung der anatomischen Verhältnisse ermöglichen.

Diese ersten Untersuchungen über das Pfeifen beschäftigen sich in ihren wesentlichen Teilen mit den Ergebnissen der Untersuchungsmethode, für deren Anwendung das Phonetische Laboratorium in Hamburg uns zur Verfügung stand, dessen Leitung wir viele Hinweise zu verdanken haben.

Als erste Frage ergab sich die über die Lage des *Kehlkopfes* beim Pfeifen. Die Technik der Untersuchung war einfach: Die Vp. stellte sich an das übliche Durchleuchtungsgestell, hielt die mit der Platte besetzte Kasette in der richtigen Lage, und begann nach Angabe des Versuchsleiters zu pfeifen. Alsdann machte der Röntgenologe zu passender Zeit die Aufnahme durch Einschalten des Stromes für etwa $\frac{3}{10}$ Sek. Es ergab sich, daß einige Einzelheiten notwendig berücksichtigt werden mußten: Die Belichtungszeit durfte nicht gleich am Anfang des Pfeifens und auch nicht gegen sein Ende hin liegen. Der Kehlkopf macht in diesen Zeiten nämlich, wie einige Vorversuche ergaben, eigenartige Bewegungen, deren Beurteilung uns gegenwärtig noch nicht möglich ist, die das Resultat aber wohl wesentlich verschleiern können.

Die Vp. wurde selbstverständlich darauf aufmerksam gemacht, daß sie nach aller Möglichkeit eine gleichmäßige Kopfhaltung einnehmen solle, was gelegentlich auch durch die Stellung zu dem Hauptstrahl der Röntgenröhre geprüft wurde. Das natürliche

¹ P. GRÜTZNER, *Stimme und Sprache*, in L. HERMANN'S *Handbuch der Physiologie*, Bd. I, 2. Teil, Leipzig, C. W. Vogel, 1879, S. 13 ff.

² AUERBACH, in A. WINKELMANN'S *Handbuch der Physik*, Bd. II, S. 690, Leipzig, Ambrosius Barth, 1909².

³ Vergl.: BARTH, *Die menschliche Stimme*, S. 219, Leipzig, Georg Thieme, 1911.

Erschrecken der Vp. beim Einschalten des Stromes in die Röhre verminderte sich naturgemäß mit der Anzahl der Untersuchungen und schien meistens erst einzutreten, wenn die Belichtungszeit bereits verstrichen war, sodaß es im ganzen irrelevant erscheint.

Als Aufnahmeplatten dienten: Münchner Reformplatten *Neutral*.

DIE AUFGABESTELLUNG

Der hauptsächlichste Unterschied der Pfeiftöne unter sich ist ihre *Tonhöhe*. Um hierfür die äußersten Grenzen zu bestimmen, erhielt die Vp. den Auftrag, einmal den höchsten und einmal den tiefsten ihr möglichen Ton zu pfeifen. Auf eine methodische Feststellung dieser Töne mußte natürlich verzichtet werden, da die Übungsphänomene hier einen Spielraum lassen, der nur durch langwierige Beobachtung ergründet werden könnte; es wurden hier eben *ungefähr* der tiefste und der höchste Ton gepfiffen; das waren die Töne *d* und *d²*. Der Abstand von zwei Oktaven ist ein zufälliges Zusammentreffen.

Die folgenden Versuche waren nur bestimmt, Anhaltspunkte zu geben über das Verhältnis der Singstimme zur Pfeifstimme.

Die Vp. wurde zunächst veranlaßt, einen ihr gut liegenden Pfeifton in der vorher beschriebenen Weise zu pfeifen. Dieser Ton wurde bestimmt auf *e¹*, alsdann wurde der gleiche Ton vermittelt der Singstimme hervorgebracht. Hierbei war der gesungene Vokal von Wichtigkeit: es wurde zunächst der Vokal *i* gesungen.

In den nun folgenden Versuchen wurde an Stelle des Vokals *i* der Vokal *a* gesungen. Die Versuche wurden gemacht am 25. und am 28. November 1914 in den Nachmittagsstunden.

DIE VERSUCHSPERSON

Als Vp. diente der Verfasser. Die Vp., 31 Jahre alt, ist musikalisch gebildet, allerdings Phonastheniker, jedoch in der Selbstbeobachtung beim Hervorbringen der unterschiedlichen Stimmlaute ziemlich gut geschult. Praktischen Gesangunterricht hatte die Vp. nie, auch eigene Gesangübungen sind so gut wie niemals versucht worden, da die in diesem Falle von früher Kindheit auffallend schlechte Singstimme keinesfalls irgend eine Hoffnung auf befriedigende Erfolge aufkommen ließ.

DIE DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE

Die Photographische Aufnahme eines solchen Versuchs stellte sich folgendermaßen dar: (Wegen der Deutlichkeit der Darstellung ist als Beispiel ein Bild aus einer andern Versuchsreihe gewählt worden.)

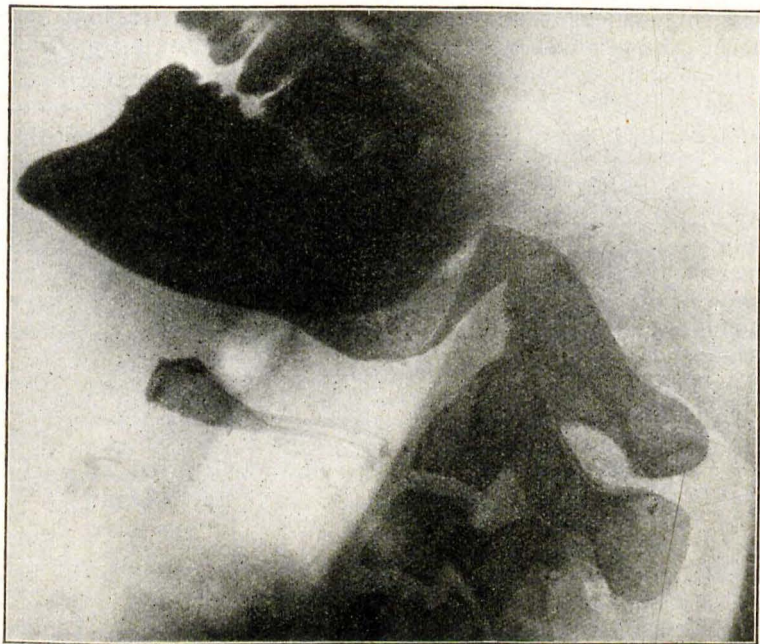


Fig. 1

Auf dem Bilde ist deutlich der Winkel zwischen Unterkiefer und Wirbelsäule dargestellt. In diesem Winkel zeigt sich mit großer Schärfe das Zungenbein als der im Röntgenbilde nachweisbare Ausdruck der Kehlkopfklappe. In schematischer Darstellung sind diese Verhältnisse in dem folgenden Bilde gebracht:

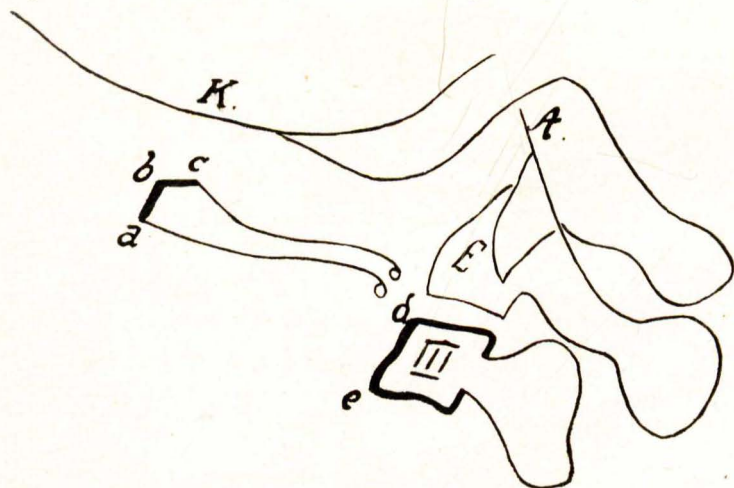


Fig. 2

Der Vergleich mit der Photographie zeigt den Unterkiefer *K*, den obersten Halswirbel *A* (Atlas), den zweiten Halswirbel *E* (Epistropheus) und den dritten Halswirbel, *III*. An dem Zungenbein sind die drei prominenten Punkte *a*, *b*, und *c* bestimmt. Der vordere Rand des knöchernen Halswirbels (*III*) ist auf der Photographie auch in seinen Abgrenzungen genügend genau bestimmbar, er ist im Schema mit *d* und *e* bezeichnet.

Will man bei Vergleichen einen noch exakteren Deckungsgrad dieses 3. Halswirbels haben, so kann man dazu bequem die übrigen Teile dieses Wirbels benutzen und außerdem selbstverständlich auch die anderen Wirbel, soweit sie in der Photographie mit genügender Schärfe dargestellt sind. Als Beziehungspunkte zu der Zungenbeinstellung aber dient in den folgenden Untersuchungen immer die Linie *d — e*, und zwar wird diese Beziehung, wo es notwendig wird, ausgedrückt in einem Winkel, der durch die Verbindung der Punkte *a* und *e* des Zungenbeins mit dem Punkt *e* zustande kommt.

So stellt sich schematisch eine bestimmte Kehlkopflege in der folgenden Weise dar:

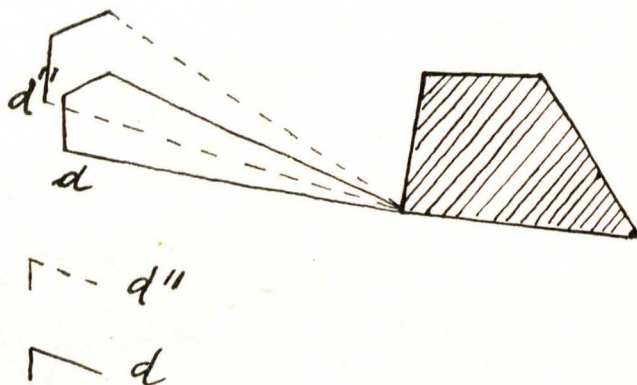


Fig. 3

Die Zungenbeinlage ist bei der ersten Aufgabe die in der schematischen Darstellung der Fig. 3 gegebene. Es wurden gepfiffen die Töne *d* und *d*².

Bei *d*² liegt das Zungenbein um ein ganz beträchtliches höher. Außerdem ist es auch nach vorn gerückt.

Die Unterschiede sind so bedeutend, daß irgend ein Zweifel nicht entstehen kann. Die Erscheinung des nach oben- und nach vorn-Rückens bei dem Pfeifen höherer Töne konnte auch bei der einfachen Durchleuchtung am Schirm jedesmal sehr deutlich beobachtet werden und läßt sich bei einem genügenden Abstände dieser Töne und bei dem fortlaufenden Höherpfeifen mit dem

an den Kehlkopf gelegten Finger ebenfalls deutlich und zuverlässig feststellen.

Beim zweiten Versuch piffte die Vp. als einen ihr bequem liegenden Ton das eingestrichene e^1 .

Das Schema der Röntgenaufnahme ist in der Fig 4 wiedergegeben. Es zeigt sich, daß die hohe Lage des Zungenbeins beim Pfeifen von e^1 eine mittlere Lage zwischen jenen bei d und d^2 einnimmt, entsprechend also der Lage des Tones e^1 in der Tonleiter.

Das Schema zeigt aber ferner, daß das Hyoideum bei e^1 nicht nur nach oben, sondern auch nach vorn gerückt ist.

Man darf also annehmen, daß sich der Kehlkopf beim Pfeifen immer höher werdender Töne in einer nach oben hin gleichmäßig bleibenden Richtung bewegt, daß er sich dagegen nach vorn hin nur in den tieferen Lagen beim Aufwärtspfeifen bewegt, alsdann aber von einem, in den vorliegenden Versuchen noch nicht näher bestimmten Ton an wieder zurück tritt; sodaß er in der Horizontalen beim Pfeifen einer genügend ausgedehnten Tonleiter gewissermaßen einen Kreis beschreibt, der nach hinten zu auf ist.

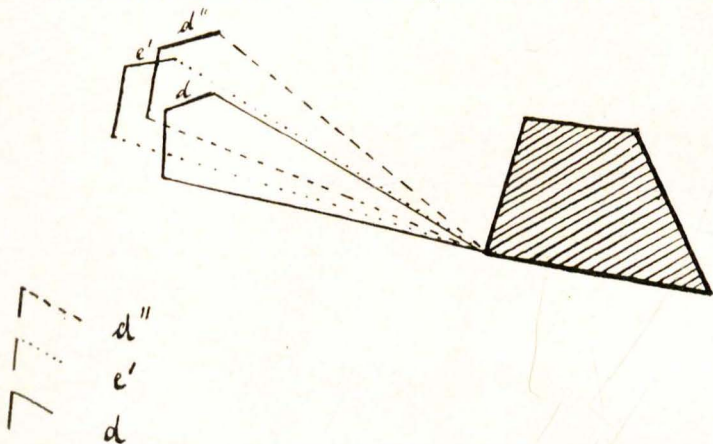


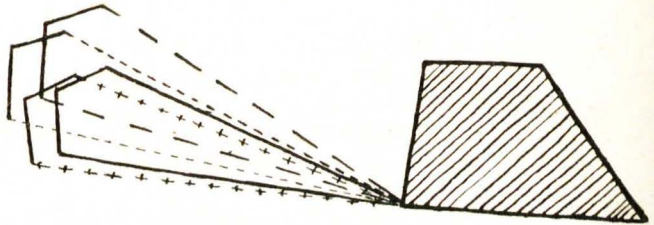
Fig. 4

Dem Pfeifen des Tones e^1 folgte nun ein Singen dieses selben Tones auf dem Vokal i .

Das Schema des Röntgenbildes hiervon zeigt die Fig. 5.

Diese Figur zeigt wieder mit großer Deutlichkeit, daß die Zungenbeinlage bei dem auf den Vokal i gesungenen Ton e^1 erheblich tiefer ist, als bei dem Pfeifen der gleichen Höhenlage.

Das gepfiffene e^1 zeigt in diesem Falle auch gegenüber dem gesungenen eine kleine Verschiebung nach vorn, die zwar nicht so auffallend ist, wie die Verschiebung nach oben, aber doch so deutlich, daß sie als unzweifelhaft angesehen werden darf.



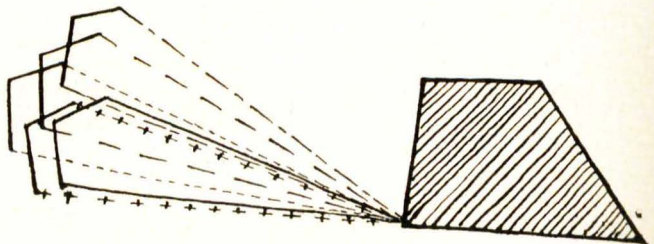
- - - - d''
 - - - - e'
 - - - - d
 + + + e' (gesungen auf „i“)

Fig. 5

Bei der Anordnung des folgenden Versuches (Singen des Vokals i auf dem Ton e') zeigte sich die große Wichtigkeit, die der gewählte Vokal für die Lage des Kehlkopfes hat.

Um hierfür zunächst nur Anhaltspunkte zu gewinnen, sang die Vp. noch einmal den Vokal a in der gleichen Tonhöhe (e').

Das Schema des durch diesen Versuch gewonnenen Röntgenbildes ist dargestellt in Fig. 6.



- - - - e' (auf Vok. „a“ gesungen)
 - - - - d'' (gepfiffen)
 - - - - e' "
 - - - - d "
 + + + e' (auf Vok. „i“ ges.).

Fig. 6

Das Schema zeigt, daß sich die Lage des Kehlkopfes durch das Heranziehen des Vokals *a* verändert hat.

Das Hyoideum liegt ganz bedeutend höher als beim Pfeifen und beim Singen auf dem Vokal *i*; in der Horizontalen aber ist es gegenüber der Pfeifstellung wieder zurückgegangen und nimmt in dieser Richtung im Verhältnis zu dem Wirbel ungefähr die gleiche Lage ein wie beim Singen des Vokals *i*.

Die geschilderten Versuche waren so angeordnet, daß sie gleichsam extreme Verhältnisse darstellten. Sie bedürfen natürlich der Vervollständigung durch die Untersuchung von Verhältnissen, die zwischen diesen Extremen liegen. Erst so wird man zu den klaren Linien einer Gesetzmäßigkeit gelangen, wenn eine solche vorliegt, was aber nach den hier gegebenen Resultaten mit allergrößter Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist.

Das aber kann schon jetzt gesagt werden: Beim Pfeifen von höheren und tieferen Tönen ist die *Kehlkopflage* bei den tieferen Tönen tiefer als bei den höheren; sie erleidet aber nicht nur in dieser vertikalen, sondern auch in der horizontalen Richtung augenscheinliche Veränderungen.

Das Verhältnis der *Zungenbeinlage* beim Singen und beim Pfeifen ist derart, daß die Auswahl des gesungenen Vokals wichtiger ist als die Höhe des gesungenen Tones. Bei dieser letzten Feststellung muß allerdings erwähnt werden, daß die gesangliche Ungeübtheit der Vp. verglichen mit weiteren Resultaten an einer gesanglich geübten Vp. vermuten läßt, daß die in der geschilderten Versuchsreihe erlangten Resultate wesentlich beeinflusst sind, grade durch die Ungeübtheit der Vp., sodaß in dieser Beziehung eine Verallgemeinerung zunächst noch nicht angebracht erscheint.

(Bei der Redaktion am 28. April 1915 eingegangen)

BESPRECHUNGEN

SCHAEFER, KARL L. — *Einführung in die Musikwissenschaft auf physikalischer, physiologischer und psychologischer Grundlage*. Leipzig, Breitkopf und Härtel, 1915, 23×15, M. 4, XII+165 S., 74 Fig. — Bd. 7 der *Handbücher der Musiklehre*.

Die von XAVER SCHIARWENKA herausgegebenen *Handbücher der Musiklehre* dienen vornehmlich den Bestrebungen des Musikpädagogischen Verbandes, der Musiklehrerschaft Gelegenheit zu geben, das Ansehen ihres Standes auch nach der wissenschaftlichen Seite hin zu befestigen.

Entsprechend diesem vorgezeichneten Zweck ist das Buch von SCHAEFER durchweg in dem Rahmen einer populärwissenschaftlichen Darstellung gehalten. Selbst innerhalb dieser Begrenzung aber hat der Verfasser seine Aufgabe sehr befriedigend gelöst.

Das sehr übersichtlich gegliederte Werk bietet in objektiver Darstellung einen kurzen aber trefflichen Überblick über den gesamten Stoff der physikalischen, physiologischen und der psychologischen Akustik, soweit diese Disziplinen für die allgemeine Musikwissenschaft in Frage kommen.

Der Verfasser beruft sich hierbei auf eine große Reihe von Spezialforschern, wie GUTZMANN, HELMHOLTZ, PREYER, RIEMANN, STUMPF u. v. a. Hierdurch gewinnt der Musikstudierende zugleich einen Überblick über die für diese Gebiete wichtige Literatur. Er kann sich also nach Belieben auf Anregung der von SCHAEFER im Extrakt gegebenen Resultate der Forschung mit den einzelnen Forschern selbst weiter und tiefergehend befassen.

Im Unterrichtsgebrauch bietet das Buch dem Lehrer eine durchaus handliche und zweckmäßige Stoffauswahl, und dem Schüler eine geeignete Ergänzung des mündlichen Unterrichts, sowie ein übersichtliches Nachschlagewerk.

Die einzelnen Darstellungen werden durch eine große Anzahl sehr anschaulicher Abbildungen unterstützt.

Allerdings setzen die letzten beiden Abschnitte des Buches (die physiologische und die psychologische Akustik) bei dem nicht wissenschaftlich gebildeten Leser eine gute Auffassungsgabe und ausdauernden Fleiß voraus. Das liegt aber nicht an der Darstellung, sondern an dem Gegenstande selbst, und daran, daß den zumeist überwiegend künstlerisch Musikbefassenden die Welt der experimentellen Untersuchung noch so denkfremd ist.

Glücklicher stehen in dieser Beziehung die Abschnitte der physikalischen Akustik da. Die in ihnen dargestellten Experimente können durchweg mit den einfachsten Mitteln nachgeübt werden. Abgesehen allerdings von solchen Aufgaben wie z. B. der FOURIERSchen Klanganalyse und der HELMHOLTZschen und HERMANNschen Vokaltheorien. Im Interesse der angestrebten Vollständigkeit wäre es vielleicht wünschenswert gewesen, den beiden genannten Vokaltheorien noch eine dritte wichtige anzufügen, die von E. R. JAENSCH, *Die Natur der menschlichen Sprachlaute*, Zeitschrift für Sinnesphysiologie, Bd. 47, H. 4—5, S. 219 ff.

An Hand der STUMPFschen Theorien leitet der Verfasser am Ende seiner Arbeit unmittelbar hinüber in das Gebiet der musikalischen Harmonielehre.

Für den Forscher gibt SCHAEFER verstreut in seinem Buch erneute Hinweise auf eine Reihe noch nicht endgültig gelöster Probleme.

Im ganzen ist zu wünschen, daß die fleißige und sorgfältige Arbeit nun auch in den Kreisen der strebenden Musikerschaft die Anerkennung finden möge, die ihr gebührt.

HEINITZ

(Bei der Redaktion am 26. Januar 1916 eingegangen)

*Aus dem Phonetischen Laboratorium
des Seminars für Kolonialsprachen zu Hamburg
(Leiter: Dr. G. Panconcelli-Calzia)*

HAMBURGER PHONETISCHE VORTRÄGE

I.

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN DES ε IM ARABISCHEN VON YEMEN UND ALEPPO

VON

G. PANCONCELLI-CALZIA

Am 16. Dezember 1915 fand im Phonetischen Laboratorium vor geladenen Gästen eine Sitzung statt, die eine Reihe von phonetischen Vorträgen eröffnete. Es waren achtundzwanzig Zuhörer anwesend. Gegenstand dieser Sitzung bildete ein Vortrag über *experimentelle Untersuchungen des ε im Arabischen von Yemen und Aleppo*.

Herr Professor MEINHOF eröffnete die Sitzung mit folgenden Worten: Vor allem möchte ich Ihnen, meine verehrten Herrschaften, herzlichen Dank sagen, daß Sie in so großer Zahl erschienen sind, um unserem phonetischen Abend beizuwohnen.

Es ist ja eine Eigentümlichkeit der Phonetik, daß sie sich mit den verschiedensten Wissensgebieten berührt. Die Sprache als Ausdruck des Geistes führt uns naturgemäß hinein in die Geisteswissenschaften und bis in die neueste Zeit hat die Sprachwissenschaft uneingeschränkt für Geisteswissenschaft gegolten. Darum ist es natürlich, daß wir Vertreter der Geisteswissenschaften gebeten haben, an unseren Verhandlungen teilzunehmen. Aber das ist nun das Neue und Besondere der Phonetik, daß sie auf die physiologischen Vorgänge beim Sprechen aufmerksam macht und sie nach naturwissenschaftlichen Methoden zu begreifen und zu beschreiben sich bemüht. So war es für uns gegeben, daß wir uns auch an Vertreter verschiedener Naturwissenschaften gewandt haben, und wir wollen versuchen mit den Mitteln, die diese verschiedenen Wissenschaften uns geben, in die komplizierten Vorgänge der Sprache näher einzudringen. Herr Dr. PANCONCELLI-CALZIA und ich selbst danken Ihnen also bestens, daß Sie gekommen sind.

Ich möchte nun meinen verehrten Herrn Assistenten bitten, das Wort zu nehmen zu seinem Vortrag über die Aussprache des ε .

* * *

Es folgte der Vortrag von Dr. PANCONCELLI-CALZIA, dessen zusammengefaßter Inhalt folgendermaßen lautete:

Die Stimmbänder können ihre Tätigkeit in verschiedener Weise anfangen und beenden. Den Anfang dieser Tätigkeit nennen wir Einsatz, das Ende Absatz. Wir sprechen daher von einem harten, gehauchten, weichen und gepreßten Ein- bzw. Absatz. Alle diese findet man im Arabischen vertreten.

(Der Sprachgehilfe ABDALLAH spricht die vier Ein- und Absätze vor.)

Das, was wir gehauchten Ein- und Absatz nennen, stellen die Araber durch ح und و dar. Der weiche Ein- und Absatz wird durch و , der harte durch ح , der gepreßte durch ع dargestellt.

Da es sich um Vorgänge handelt, die im Kehlkopf stattfinden, so bildet ihre direkte Beobachtung durch die Laryngoskopie die erste Stufe der objektiven Untersuchung.

Mit Hilfe des Endoskops nach FLATAU habe ich 1911 mit Herrn Dr. DEMPWOLFF einen Eingeborenen aus Yemen untersucht und folgendes festgestellt:

Bevor sich der Kehldeckel nach dem Ostium laryngis zuneigt, machen die Stellknorpel dieselbe Bewegung wie beim Vorgang der gewöhnlichen Stimme. Dann bewegt sich die Epiglottis dem Ostium laryngis zu, ohne es völlig zu erreichen oder zu berühren. Die von der Laryngoskopie erteilte Erklärung ist also unzuwänglich.

Eine zweite Möglichkeit, die uns interessierenden Bewegungen zu verfolgen, bieten die Röntgenstrahlen. Ist aber das Laryngoskopieren eines Muselmannes aus religiösen Gründen erst nach wiederholtem freundlichem Zureden, sowie höflicher Behandlung und nur unter vier Augen möglich, so wachsen bei der Röntgenuntersuchung die Schwierigkeiten erheblich. Der dunkle Arbeitsraum, das lila-grünliche Licht, die geheimnisvolle Wirkung der Röntgenstrahlen sind sogar einem Europäer unheimlich. Um so mehr erregen sie Mißtrauen und Scheu bei einem Eingeborenen, der schon aus religiösen Gründen Widerwillen gegen eine innere Untersuchung des Körpers empfindet. Das wird erklären, warum die Resultate meiner Untersuchungen mit den Röntgenstrahlen wenig zufriedenstellend sind.

Den Eingeborenen aus Yemen habe ich zuerst durchleuchtet. Leider gingen die Untersuchungen sehr schnell vor sich, weil die Versuchsperson Schiffsjunge war und noch an demselben Tage abreisen mußte. Man stellte in bezug auf Bewegungen dasselbe fest wie bei Benutzung des Endoskops.

Das Radiographieren des ع ist nach dem jetzigen Stand der Technik unmöglich, da die Bewegungen nur einen ganz kurzen Augenblick dauern. Auch sogenannte Momentaufnahmen ($\frac{1}{10}$ und noch kürzere) kommen hierfür nicht in Betracht, weil man keinen Stützpunkt hat, die gewonnene Photographie für die wirkliche Dar-

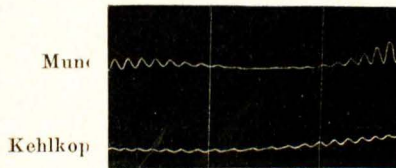
stellung des ξ zu halten. Die einzige Lösung des Problems wäre die Röntgenkinematographie; augenblicklich aber kommt sie praktisch noch nicht in Betracht, weil sie für phonetische Zwecke noch zu langsam erfolgt.

Um meine Neugierde zu befriedigen, versuchte ich doch die Radiographie unter Anwendung eines Kuntgriffes. Ich ließ meine zweite Versuchsperson, einen Araber aus Aleppo, einen christlichen Schüler der französischen Mission, das ξ einhalten so gut wie er konnte und fotografierte ihn in $\frac{2}{10}$ "; dann machte ich eine zweite Photographie seiner Sprechwerkzeuge in der Ruhestellung, um einen Vergleich anzustellen. Den Araber aus Yemen radiographierte ich auch, aber, aus Mangel an Zeit, nur beim Einhalten des ξ . Die erzielten Resultate stimmen im großen und ganzen mit denen der Laryngoskopie über in, sind trotzdem mit der größten Vorsicht anzunehmen.

Die graphische Methode gibt, wenn auch auf indirektem Wege, eine sicherere Auskunft über das ξ als die Laryngoskopie und die Röntgenstrahlen.

Der Araber aus Yemen sprach in einen Mundtrichter; gleichzeitig wurde die Tätigkeit seiner Stimmbänder durch einen Kehltenschreiber untersucht. Fig. 1 ist so gewonnen und stellt ein Bruchstück des Wortes بُعد (būd, Ferne), und zwar zwischen den Senkrechten 1 und 2 das ξ dar.

Auf der Linie des Mundes sehen wir beim ξ (Fig. 1) Schwingungen, die bedeutend schwächer und flacher sind als die übrigen auf derselben Linie sowie auf der des Kehlkopfes. Die Schwäche kann man dadurch erklären, daß die Epiglottis das Ostium laryngis beinahe schließt und so die Schwingungen des tönenden Luftstroms sehr geschwächt aus dem Cavum oris herauskommen. Das Flacherwerden der Schwingungen auf beiden Linien deutet auf eine Abnahme der Tonhöhe hin. Messen wir nun den Raum zwischen 1-2 in bezug auf Höhe und Dauer, so stellen wir fest (Fig. 2), daß



1 ξ 2

Fig. 1

während $\frac{6}{100}$ Sekunde eine gewaltige Änderung der Tonhöhe stattfindet. Sobald ξ artikuliert wird (1 auf Fig. 2), sinkt der Ton von f (172) bis un- e_1 her zu H (122), um von hier bei der Vorbereitung des nächsten Lautes allmählich wieder zu steigen.

Die Zusammenfassung meiner Untersuchungen lautet folgendermaßen:

Um das ξ hervorzubringen, hebt sich der Larynx, die Stellknorpel machen die gewöhnlich kleinen Bewegungen, die beim Spannen der Stimmbänder notwendig sind, und die Epiglottis bewegt sich auf das Ostium laryngis zu, ohne es völlig zu erreichen oder gar den Pharynx zu berühren. Wie sich dabei die Stimmlippen verhalten, ist unbekannt, weil sie sich bei meiner Versuchsperson der Laryngoskopie entzogen; sehr gespannt sind sie jedenfalls nicht, weil sie imstande sind, beinahe 122 Schwingungen pro Sekunde (H) auszuführen.

Es scheint auf Grund der Radiographie, als ob sich das Velum hebt, ohne völlig die Wand des Pharynx zu berühren, und sich die Zunge nicht übermäßig von der Ruhelage entfernt.

Das akustische Resultat dieser physiologischen Tätigkeit ist ein eigentümlicher Klang von abnehmender Höhe, der an eine gepresste, von Gesangspädagogen als Knödel- oder Quetsch-Stimme bezeichnete Stimmgebung erinnert.

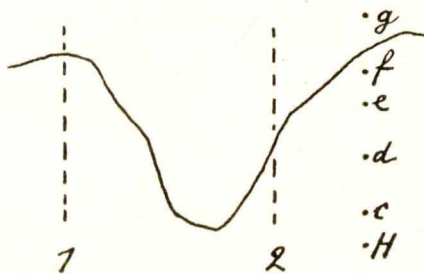


Fig. 2

Die vorhandene Literatur über das ξ ist älter und umfangreicher als man vielleicht glaubt. Ich habe sie nur von 1850 an berücksichtigt und mich dabei auf die bekanntesten Namen¹ beschränkt.

¹ BRÜCKE, ERNST. — Grundzüge der Physiologie und Systematik der Sprachlaute für Linguisten und Taubstummenlehrer. Wien, Carl Gerold's Sohn, 1856 (vgl. S. 10—12).

BRÜCKE, ERNST. — Beiträge zur Lautlehre der arabischen Sprache, Sitzungsber. d. kais. Ak. d. Wiss., 1860, Philos.-histor. Classe, 34. Bd. (vgl. S. 332—336).

BRÜCKE, ERNST. — Grundzüge der Physiologie und Systematik der Sprachlaute für Linguisten und Taubstummenlehrer. Wien, Carl Gerold's Sohn, 1876 (vgl. S. 14—15; S. 147—148).

CZERMAK, JOH. — Physiologische Untersuchungen mit GARCIA'S Kehlkopfspiegel. Sitzungsber. d. kais. Ak. d. Wiss., 1858, Mathem.-naturw. Classe, 29. Bd. (vgl. S. 576—580).

LEPSIUS, H. — Ueber die arabischen Sprachlaute und deren Umschrift, nebst einigen Erläuterungen über den harten Vokal in der Tatarischen, Slavischen und der Rumänischen Sprache. Abhandl. der kgl. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 1861, Philolog. u. hist. Abhandl. (vgl. S. 127—128).

Philologen, Ärzte, Physiologen und Phonetiker haben das ξ mit dem Ohr (WALLIN, BRÜCKE, LEPSIUS, SWEET, PASSY, SIEVERS) oder mit Apparaten (CZERMAK, MERKEL, ROUSSELOT, SCRIPTURE[?]) untersucht, dabei leider — mit Ausnahme von ROUSSELOT — versäumt, klar und deutlich anzugeben, **wer** ihnen als Versuchsperson zur Verfügung stand. War es ein Eingeborener oder ein Europäer, der das ξ nachahmte? oder handelt es sich womöglich um Autolaryngoskopie? CZERMAK und MERKEL scheinen sich selbst laryngoskopiert zu haben. ROUSSELOT hat zwei Eingeborene untersucht.

Die Äußerungen obiger Forscher sind entweder widerspruchsvoll oder irrig oder so vorsichtig ausgedrückt, daß sie zweideutig werden. Ich beschränke mich deshalb darauf, nachstehend die Beschreibung des ξ seitens MERKEL wiederzugeben, weil sie die ausführlichste und deutlichste ist:

Bei diesem Vokaleinsatz wird die Stimmritze nur so eng geschlossen, daß die Stimmbänder in aufschlagende, knarrende Tonschwingungen versetzt werden, wie sie beim sogenannten Strohmaß stattfinden, die aber, nachdem sie $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ Sekunde gedauert haben, in die normalen, gegenschlagenten Vokalschwingungen übergezogen werden. Außerdem wird dabei die Glottis sehr verkürzt, die Stimmfortsätze werden fest gegeneinander gedrückt, der Kehldeckel tief über den Kehlkopf niedergelegt, so daß man nur noch durch eine kleine Öffnung zwischen Kehldeckel und den Gießkannenkorpelstippen auf die Stimmritze sehen kann. Auch die Taschenbänder sind einander mehr genähert als gewöhnlich. Im allgemeinen gestalten sich also hier die Verhältnisse wie bei dem vorigen [harten] Einsatz, nur treten sie nicht so plötzlich und so rasch vorübergehend auf und das Ostium laryngis wird in höherem Grade verengt, als es im vorigen Falle geschah. Beim Übergang in den vollen Vokal verlängert sich die Bänderglottis rasch bis zu dem der Schwingungszahl des beabsichtigten Tons entsprechenden Grade, der Kehldeckel hebt sich in gleichem Verhältnisse, das Ostium laryngis wird weiter usw. Dieser knarrende Vokaleinsatz wird im Arabischen durch das Zeichen des Ajin schriftlich ausgedrückt, auch das Ajin der hebräischen Sprache scheint etwas Ähnliches zu bezeichnen; außerdem wird dies phonische Phänomen oft genug auch von deutschen Sprechern gehört, besonders wenn sie in einem Satze die erste mit Vokal anfangende Silbe voller, lauter und ausdrucksvoller machen wollen; ferner kommt es in der Deklamation als besondere Manier vor, welche namentlich eine gewisse ärgerliche, verdrießliche

MERKEL, C. L. — *Physiologie der menschlichen Sprache*. Leipzig, Otto Wigand, 1866 (vgl. S. 76—78).

PASSY, P. — *Les gutturales*. Maître phonétique, 1895, pp.

PURKINE. — (Wo? Wann? Zitiert von BRÜCKE, 1856, S. 12, vgl. oben).

ROUSSELOT. — *Principes de Phonétique Expérimentale*. Paris, H. Welter, 1901—1908 (vgl. S. 485 und 870—872).

SCRIPTURE, E. W. — *The Elements of Experimental Phonetics*. New York, Charles Scribner's Sons, 1904 (vgl. S. 274—275).

SIEVERS, E. — *Grundzüge der Phonetik zur Einführung in das Studium der Lautlehre der indogermanischen Sprachen*. 5. Aufl. Leipzig, Breitkopf u. Härtel, 1901 (vgl. S. 138—139).

SWEET. — *The Arabic Throat Sounds*. Maître phonétique, 1895, 79—81.

SWEET. — *The Arabic Throat Sounds again*. Maître phonétique, 1904, 36—37.

WALLIN, G. A. — *Über die Laute des Arabischen und ihre Bezeichnung*. Zts. d. Deutsch.-morgenl. Ges., 1855 (vgl. S. 46—53, S. 64).

Stimmung und ähnliche deprimierende Gemütszustände bezeichnen soll. Nach LERSIUS ist das arabische Ajin derselbe kurze Ton des vorigen Zeichens, wenn er „mit einer stärkeren Explosion an derselben Stelle des Halses erzeugt wird“. Er nennt es gleichfalls einen vollen Konsonanten und bezeichnet es durch ʔ (2 Spiritus lenes). Endlich kommt der das zweite Moment der Consonantes explosivae mediae begleitende Blählaut, von welchem wir später genauer sprechen werden, seinem Mechanismus nach im wesentlichen mit gegenwärtigem Vokaleinsatz überein.

Abgesetzt werden kann ein Vokal gleichfalls auf vielerlei Weise, und es bildet die Stimmritze und das ganze Ostium laryngis dabei im allgemeinen dieselben Zustände dar, wie wir sie beim Einsatz beobachtet haben. Es kann nämlich die Glottis beim Absetzen (oder Auslauten) eines Vokals 1); 2); 3) sich sofort bis zur Bildung aufschlagender oder Strohhafschwingungen, welche eine kurze Zeit hörbar werden, verengen.

Was Höhe und Dauer anbelangt, so stimmen MERKELS Angaben mit den meinigen im großen und ganzen überein. Wie aber MERKEL die Tätigkeit der Chordae spuriae und sogar die Chordae vocales hat beobachten können, indem, wie er selbst sagt, die Epiglottis tief über den Larynx niedergelegt und das Ostium laryngis in hohem Grade verengt wird, ist mir ein Rätsel.

Ich möchte meinen Vortrag mit der Anregung schließen, diesen Ein- und Absatz nicht allein in den verschiedenen arabischen Mundarten und in anderen semitischen Idiomen zu untersuchen, sondern auch danach zu forschen, ob er sich nicht auch in mancher europäischen Sprache befindet. Das Mitarbeiten der Stimmbildner bei derartigen objektiven Untersuchungen wäre, wie ich aus eigener Erfahrung bestätigen kann, von größtem Nutzen.

* * *

Professor MEINHOF: Ehe wir in die Besprechung des Vortrags eintreten, möchte ich dem Herrn Vortragenden unser aller Dank aussprechen für das, was er uns mitgeteilt hat.

Ich halte diese Untersuchungen für außerordentlich wichtig, möchte aber zur Ergänzung gleich noch einiges hinzufügen. Zunächst muß ich darauf hinweisen, daß die Phonetik uns natürlich keinen Aufschluß gibt über die Geschichte eines Lautes, sondern nur über den Befund, der in einem bestimmten Dialekt und in einer bestimmten Zeit vorliegt. Wir können eigentlich nicht sagen, daß das, was uns der Vortragende beschrieben hat, die Aussprache des arabischen ع ist, sondern es ist die Aussprache dieses ع , wie sie in den von ihm untersuchten Dialekten und bei den von ihm untersuchten Versuchspersonen vorlag. Es bleibt dabei eine offene Frage, ob nicht andere Dialekte heute noch eine andere Aussprache haben, und ob zu einer früheren Zeit nicht vielleicht auch in dem von ihm untersuchten Dialekt eine andere Aussprache vorgekommen ist. Das unterliegt keinem Zweifel, daß in der Mitte des Wortes das ع heute in den gegebenen Beispielen nicht mit hartem Absatz gesprochen wird, sondern daß nur eine Pressung der Stimme erfolgt. Theoretisch ist

es aber möglich, diese Pressung der Stimme auch mit dem harten Einsatz zu verbinden, und ich halte es für wahrscheinlich, daß diese Aussprache des ξ , nämlich Pressung mit hartem Einsatz, die ursprüngliche gewesen ist. Nur so kann ich es erklären, daß die Araber das Elif mit einem kleinen ξ darüber versehen, wenn es den harten Einsatz bezeichnen soll. Sie müssen also die Aussprache des ξ in irgend einer Weise dem harten Einsatz ähnlich gefunden haben. Daraus, daß eine solche Artikulation üblich war zu der Zeit, als die arabische Schrift erfunden wurde, folgt natürlich nicht, daß diese Aussprache auch heute noch im Arabischen üblich ist. Noch einen weiteren Grund hätte ich, warum ich es für wahrscheinlich halte, daß das ξ ursprünglich als fester Einsatz mit Pressung gesprochen worden ist. Von den Dialekten der syrischen Sprache, die heute noch lebendig sind, habe ich zu wiederholten Malen Gelegenheit gehabt, den Dialekt der Nestorianer (Urmia in Persien) zu hören. In diesem Dialekt wird heute das dem arabischen Elif entsprechende Zeichen als leiser Einsatz gesprochen. Das ξ wird zwar ohne Pressung, aber mit festem Einsatz gesprochen. Eine solche Artikulation weiß ich nur zu erklären, wenn das ξ früher als fester Einsatz mit Pressung gesprochen wurde, und wenn die Pressung später aufgegeben und der feste Einsatz beibehalten wurde. Ferner spricht für die ursprüngliche Artikulation des ξ mit Pressung und festem Einsatz folgende Beobachtung. Die sogenannten emphatischen Laute der semitischen Sprachen unterscheiden sich von den nicht emphatischen lediglich dadurch, daß sie mit Pressung gesprochen werden. In den semitischen Dialekten Abessinien hat sich aber eine davon abweichende sehr altertümliche Artikulation erhalten: man spricht hier diese Laute nicht einfach mit Pressung, sondern mit festem Absatz und Pressung. Sogar die Lautverbindung $\bar{s}a$ wird gesprochen, indem auf das \bar{s} vor dem a ein fester Einsatz mit Pressung folgt. Das alles scheint mir darauf hinzudeuten, daß die im Arabischen heute vorliegende Aussprache eine erhebliche Veränderung des ursprünglichen Lautes aufweist, indem eben in vielen Fällen, wenn nicht überall, der feste Einsatz aufgegeben und lediglich die Pressung übrig gelassen ist.

Nun möchte ich unter den Anwesenden diejenigen Damen und Herren bitten, die sich mit der Physiologie der Stimme und mit der Gesangspädagogik besonders abgegeben haben, sich über diesen Ein- und Absatz von ihrem Standpunkt aus zu äußern.

Dr. OTT (Lübeck): Herr Dr. CALZIA sprach eben von der Meinung der Gesangspädagogen über dieses ξ . und er erwähnt schon selbst, daß es sich hier zweifellos um die Knödelstimme handle. Er hat sicher in dieser Beziehung recht, nur mit dem einen Unterschiede, daß wir diese Stimme nicht als Knödelstimme, son-

dem als Quetschstimme bezeichnen würden. Nur besteht der Unterschied, daß diese Quetschstimme bei den Arabern bei einem Teil der Sprache bzw. nur bei einem Laut verwandt wird, während die Sänger mit Quetschstimme diese in der ganzen Lage anwenden. Fräulein HOFFMANN und ich, die wir schon seit einer Reihe von Jahren mit dankenswerter Unterstützung des Phonetischen Laboratoriums uns dieser Sache widmen, haben Personen, die diese Quetschstimme von Natur hatten, und zum Teil auch künstlich nachgeahmte Quetschstimmen mehrfach mit Röntgenstrahlen untersucht. Wir haben da in einer Beziehung etwas anderes feststellen können. Herr CALZIA sagt, daß, soweit er es gesehen habe, der Kehlkopf sich nicht oder nur wenig bewegt habe. Bei unseren Untersuchungen hat sich dagegen gezeigt, daß der Kehlkopf sich sehr stark bewegt. Der Kehlkopf steigt bei der Quetschstimme sehr stark in die Höhe und rückt außerdem nach vorn; dadurch legt sich der Kehldeckel stark über den Kehlkopf, bzw. wird darüber gepreßt, und infolgedessen entsteht der eigenartige Klang der Quetschstimme. Nun wäre ja der Analogieschluß hier wohl erlaubt: wenn wir mit dem Gehör den gleichen Klang bei der Quetschstimme und beim ε feststellen, daß dann in beiden Fällen auch die Kehlkopfbewegungen die gleichen sind. Vielleicht ist Fräulein HOFFMANN so freundlich und führt uns die künstliche Quetschstimme mal vor, daß Sie vergleichen können mit dem Laut, den der Araber Ihnen vorgesagt hat.

Fräulein CLARA HOFFMANN: Nach meinem Gehör möchte ich den arabischen gepreßten Einsatz nicht ganz der Knödel- oder Quetschstimme vergleichen. Ich würde ihn vielleicht als einen geringen Grad der Quetschstimme bezeichnen. Ob Sie dabei den Ausdruck Knödel- oder Quetschstimme gebrauchen, ist für mich einerlei; denn die Einigkeit in der Ausdrucksweise für verschiedene Klangarten ist noch viel zu ungenau, fehlt eigentlich ganz. Es könnte also nach meiner Ansicht sein, daß der arabische Laut nur einen Teil der Kehlkopfbewegung und einen Teil der Zungenbewegung beansprucht, die wir bei unserem nachgeahmten und auch beim natürlichen Knödelton beobachtet haben. Ich werde Ihnen den Klang mit dem Laut *ei* demonstrieren und bitte Sie, ihn mit dem Klang des arabischen Lautes zu vergleichen. Nach meinem Ohr ist der Druck in dem Laut des Arabers doch lange nicht so ausgeprägt, vielleicht auch nicht von genau derselben Art, wie in dem nachgeahmten Knödelton.

Dr. OTT (Lübeck): Ich möchte noch dazu bemerken. Herr CALZIA sagt, daß der Kehldeckel sich über den Kehlkopf legt, aber die Zunge völlig ruhig bleibt. Ich halte es für physiologisch unmöglich, daß der Kehldeckel sich dicht auf den Kehlkopf legt, ohne daß entweder der Kehlkopf stark nach oben unter den Zungengrund steigt, oder daß der Zungengrund auf den Kehl-

kopf herabsteigt, weil der Kehldeckel, wie man sich am anatomischen Präparat überzeugen kann, mit dem Zungengrund durch drei Bänder stark verbunden ist. Soll also bei unbewegter Zunge der Kehldeckel sich auf den Kehlkopf legen, so ist unbedingt notwendig, daß der Kehlkopf ziemlich stark in die Höhe steigt. Wir haben bei einer Reihe von Menschen die Beobachtung gemacht, daß nur dann der Kehldeckel sich über den Kehlkopf legt, wenn der Kehlkopf in die Höhe steigt.

Dr. PANCONCELLI-CALZIA: Wir haben bei der Untersuchung der arabischen Artikulationsweise sonderbare Dinge festgestellt. Wenn in unseren europäischen Sprachen ein stimmhafter und ein stimmloser Konsonant in Berührung kommen, so hat entweder die Stimmhaftigkeit oder die Stimmlosigkeit die Oberhand. Der Araber bringt es dagegen fertig, mit einer mathematischen Genauigkeit die Stimmhaftigkeit von der Stimmlosigkeit zu unterscheiden, und vor einem völlig stimmhaften b ein völlig stimmloses k zu artikulieren. Indem ich mich auf diese Tatsache stütze, so würde ich es auch nicht für unmöglich halten, daß er das Kunststück, den Kehldeckel über den Kehlkopf zu legen, ohne den Kehlkopf in die Höhe zu heben, fertig bringt. Auch ROUSSELOT sagt, daß sich beim ε die Zungenspitze gegen die Vorderzähne stützt.

Professor MEINHOF: Ich habe vergessen, noch auf eine wichtige Erscheinung aufmerksam zu machen, die meine vorherigen Ausführungen ergänzen kann. Das emphatische s (\bar{s}) des Hebräischen wird im Aramäischen ziemlich regelmäßig durch ε ersetzt. Das ist nur verständlich, wenn dieses \bar{s} mit Pressung gesprochen wurde. Bei dem Lautwandel ist dann die orale Artikulation aufgegeben und lediglich die Pressung übrig geblieben. Dabei macht es nichts aus, ob nun im Aramäischen ursprünglich ein anderer Laut als gerade s mit Pressung verbunden wurde, z. B. t oder d , und wenn dieser dann seine orale Artikulation aufgab und nur die Pressung erhalten blieb. In jedem Fall ist durch diesen Lautwandel der enge Zusammenhang zwischen den emphatischen Lauten und der Artikulation des ε erwiesen.

Dr. OTT (Lübeck): Es war mir bei der Diskussionsbemerkung nur darum zu tun, auf einen Weg hinzuweisen, der mit zur Lösung dieser Frage angewendet werden könnte, und zu zeigen, daß man immerhin mit einem gewissen Recht hier von einem Analogieschluß Gebrauch machen könnte, wo andere Untersuchungsmethoden versagen.

Professor MEINHOF: Das ist im Grunde auch das, was MERKEL mit dem Strohmaß gemeint hat.

Professor KONOW: Ich danke Herrn Professor MEINHOF und Herrn Dr. CALZIA, daß sie durch diese Abende auch Nicht-Phonetikern Gelegenheit geboten haben, sich über die neuesten phonetischen Untersuchungen zu orientieren. Die genauere Be-

stimmung der Laute der modernen orientalischen Sprachen ermöglicht Rückschlüsse auf die alte Aussprache und ist auch von Wichtigkeit für die Beurteilung gewisser historischer Fragen. Die einzelnen Kulturvölker, wie z. B. das indische, sind wiederholt mit fremden Völkern in Verbindung getreten, über deren Eigenart wir oft sehr ungenügend unterrichtet sind, indem wir sie fast nur aus den überlieferten Namenformen, Titeln usw. kennen, wobei die Lautbezeichnung häufig sehr schwankt. Eine genaue Analyse moderner Sprachlaute wird hier vielfach mehr Klarheit bringen. So z. B. bei der Beurteilung der sogenannten indo-skythischen Völker, deren Titel sich zum Teil als türkisch erwiesen haben. Von meinem Standpunkt aus würde ich es dann auch mit besonderer Freude begrüßen, falls die asiatisch-türkischen Dialekte phonetisch näher untersucht würden.

Professor MEINHOF: Wir haben heute noch mit gewissen Schwierigkeiten zu tun, um die Beziehungen zwischen der Philologie auf der einen Seite und der modernen Linguistik und Phonetik auf der anderen herzustellen. Die Linguistik wird sich an der historischen Sprachforschung vielfach orientieren müssen, und umgekehrt wird die historische Forschung nicht ohne Beobachtung der heute lebenden Sprachen auskommen können. So sind wir eigentlich auf gegenseitige Ergänzung angewiesen, und wir werden dieses Ziel um so besser erreichen, wenn wir von beiden Seiten uns bemühen, den Weg zur Verständigung zu finden. Diesem Zweck sollte ja auch der heutige Abend dienen. Was nun die Artikulation des Türkischen anbelangt, so haben wir gerade begonnen, den Dialekt von Adherbeidschan zu untersuchen, der besonders altertümliche Formen zeigt. Ich hatte damit schon vor Jahren gemeinsam mit Foy begonnen, mußte die Sache damals aber liegen lassen. Hoffentlich gelingt es uns, die interessantesten phonetischen Probleme dieses Dialektes und dann auch des Osmanischen, das ja viel stärker abgeschliffen ist, zu erforschen. Die Aufnahme fremder Laute in die Sprache, deren Herr Professor KONOW Erwähnung tat, können wir in afrikanischen Sprachen besonders gut beobachten, wo mancherlei fremde Worte aus dem Arabischen, Englischen, Französischen, Deutschen in die Sprache eindringen und allerlei seltsame Wandlungen durchmachen. Hinter dem Duallawort *belam* würde kaum jemand das englische *rum* vermuten. Und doch ist es dasselbe Wort: *be* ist Klassenpräfix, *r* wird gesetzmäßig durch *l* ersetzt, und das englische *u* wird in diesem Fall von dem Dualla ebenso wie von dem Deutschen als *a* gehört.

* * *

Mit einem Dank an die Anwesenden schloß Professor MEINHOF die Versammlung.

NACHRUF

DR. PHIL. ERWIN WAIBLINGER †

Wie erst neuerdings mit ziemlicher Gewißheit festgestellt wird, ist im Herbst 1914 unser Mitarbeiter

DR. PHIL. ERWIN WAIBLINGER

in Flandern gefallen. Diese Trauernachricht ist uns besonders schmerzlich, da wir noch manche wertvolle Arbeit von ihm erhofften.

WAIBLINGER war am 22. Mai 1890 in Stuttgart geboren. Nach Absolvierung des humanistischen Karls Gymnasiums besuchte er die niederen evangelisch-theologischen Seminare Schöntal und Urach. Er studierte Neuphilologie in Tübingen und Berlin. Seit dem 1. Oktober 1911 befand er sich in Hamburg im Phonetischen Laboratorium, um seine wissenschaftlichen Untersuchungen weiter fortzusetzen. Nachdem er 1913 in Halle promoviert hatte, trat er als Volontärassistent am Phonetischen Laboratorium ein. Diese Stelle behielt er trotz seines Militärdienstes bei, und soweit es der Dienst zuließ, arbeitete er täglich im Laboratorium.

Da er über das absolute Tonbewußtsein verfügte, war er für subjektive Tonbeobachtung ein sehr wertvoller Mitarbeiter und hat sehr wichtige Dienste geleistet zur Feststellung der Unterschiede von subjektiven und objektiven Untersuchungen. Aber darüber hinaus hat er selbständige Beiträge geliefert über Sprachmelodie in europäischen und afrikanischen Sprachen, besonders in Nama. Wir verdanken seiner Sorgfalt und Sachkunde phonographische Platten, die den Schüler in das Studium der Tonhöhen einführen sollen. Außer seiner Doktor-Dissertation *Beiträge zur Feststellung des Tonfalls in den romanischen Sprachen*, Arch. f. d. ges. Psych., XXXII, 167—256, hat er veröffentlicht: *Systematisch-pädagogische Einführung in das Studium der Tonhöhe*, Vox, 1913, 209—230; *Dur und Moll*, Arch. f. d. ges. Psych., XXIV, 7—15; *Zur psychologischen Begründung der Harmonielehre*, Arch. f. d. ges. Psych., XXIX, 258—270; sowie auch mehrere Besprechungen in MEUMANN'S *Archiv* und SCHÄDEL'S *Revue*. Auf dem ersten internationalen Kongreß für experimentelle Phonetik hielt er zwei Vorträge *Über das Verhältnis von Sprache und Gesang* und *Über den Tonfall deutscher Mundarten*.

Zum 1. Oktober 1914 sollte er als wissenschaftlicher Hilfsarbeiter am Laboratorium beschäftigt werden. Wir beklagen aufrichtig, daß er uns entrissen ist und bedauern diesen schmerzlichen Verlust für die Wissenschaft und besonders für unser Laboratorium.

Prof. D. C. MEINHOF
Dr. PANCONCELLI-CALZIA

Hamburg, Dez. 1915.

BERICHTIGUNG

Durch ein bedauerliches Versehen bei der Drucklegung weist der Inhalt der Platte 50 in der Arbeit von HAMBRUCH, *Sprachaufnahmen mit einem Knaben aus Neu-Mecklenburg*, Vox, 1914, 271—275, zahlreiche Fehler auf. Der Einfachheit halber drucken wir den ganzen Inhalt in der richtigen Abfassung ohne eine nähere Bezeichnung der einzelnen Druckfehler nachstehend wieder:

<i>Wort</i>	<i>Bedeutung</i>	<i>Bezeichnung der Laute²</i>
<i>thä</i>	Wasser	aspiriertes <i>t</i>
<i>näs</i>	Weg	alveolares langes <i>n</i>
<i>sinsinju</i>	baden	alveolares <i>n</i> in beiden Fällen
<i>gis</i>	abspülen	vollstimmiges <i>g</i>
<i>kis</i>	sitzen	nicht aspiriertes <i>k</i>
<i>hän</i>	gehen	stark aspiriertes <i>h</i>
<i>näs</i>	Weg	alveolares, stimmloses <i>s</i>
<i>nüsnius</i>	Ecke	palatales <i>n</i>
<i>'ähin</i>	Frau	(^o) harter Stimmeinsatz
<i>nö</i>	liegen	alveolares <i>n</i> , halbweiter <i>o</i> -Laut
<i>mäso</i>	Rotz	halbweite Vokale
<i>mäsö gü</i>	mein Rotz	
<i>i talänga</i>	er ist stark	velares <i>n</i> , vollstimmiges <i>g</i>
<i>a tälängena</i>	der Starke	
<i>a talinga</i>	Ohr	
<i>a talingá gü</i>	mein Ohr	
<i>i dödä</i>	es ist angebrannt	alveolares, vollstimmiges <i>d</i>
<i>hä dödä</i>	angebrannt sein	
<i>i dē</i>	es blutet	gedehntes weites <i>e</i>
<i>a sīsī</i>	Made	alveolares, stimmloses <i>s</i>
<i>a üsē</i>	Messer	aspiriertes <i>p</i>
<i>phās</i>	Taro [fäß]	vollstimmiges <i>b</i>
<i>bukasine</i>	voll sein (v. Ge-	
<i>Kin</i>	Landschaftsname	velares <i>n</i>
<i>Tēn</i>	Landschaftsname	velares <i>n</i>
<i>a mänin</i>	Muschelgeld	velares und alveolares <i>n</i>
<i>ni hän</i>	gehen	
<i>hīhīr</i>	schämen	velares, stimmloses <i>-r</i>
<i>a tārī</i>	Laus	alveolares, stimmloses <i>-r</i>
<i>hāut</i>	Floh	Diphthong
<i>a böřē</i>	Schwein	
<i>i huñ</i>	es ist voll	
<i>a käs i huñ</i>	der Korb ist voll	
<i>a üsē</i>	Messer	
<i>a 'ubēn</i>	Netz	
<i>jaū hän u</i>		frikatives <i>j</i>
<i>Namarōdu</i>	ich gehe nach N.	

Verlag von Fischer's medicin. Buchhandlung H. Kornfeld,
Berlin W. 62, Keithstraße 5.

Diagnostik der Krankheiten des Nervensystems

Eine Anleitung zur Untersuchung Nervenkranker

von
Geh. Med.-Rat Prof. Dr. A. Goldscheider (Berlin).

Vierte, verbesserte und vermehrte Auflage unter Mitwirkung von Dr. K. Kroner
(Berlin-Schlachtensee).

Mit 55 Abbildungen. Geheftet 8 Mk. Gebunden 9 Mk.

Bestens empfohlen:

Therapeutisches Taschenbuch der

Nervenkrankheiten

von Dr. W. Alexander, (Berlin) und Dr. K. Kroner, (Berlin-Schlachtensee).

Mit Vorwort von Geh. Med.-Rat Prof. Dr. A. Goldscheider (Berlin).

Mit 6 Abbildungen. Preis: Gebunden und durchschossen 3.50 Mk.

„... Jedenfalls kann der Praktiker, wenn er das vorliegende Buch benutzt, nicht in Verlegenheit kommen. So kritisch das Material angeordnet ist, so übersichtlich ist es auch... Wir wünschen dem Buch dieselbe Ausbreitung wie den anderen, in dem gleichen Verlag und in der gleichen Ausstattung erschienenen therapeutischen Taschenbüchern.“ (Zentralblatt f. inn. Medizin).

Aeltere Jahrgänge

der

Monatsschrift für Sprachheilkunde

aus den Jahren 1891, 1892, 1893, 1894, 1895 und 1896
werden, soweit noch vorhanden, zum Preise von je 8 Mk. abgegeben,
auch werden die Einbanddecken zu je 1 Mk. noch nachgeliefert.

Die Jahrgänge 1897 und Folge kosten je 10 Mk.

Fischer's medicin. Buchhandlung H. Kornfeld
Berlin W. 62, Keithstraße 5.

Verlag von Fischer's medicin. Buchhandlung
H. Kornfeld, Herzogl. Bayer. Hof- und K. u. K. Kammer-Buchhändler
in Berlin W. 62, Keithstraße 5.

Sprachheilkunde

Vorlesungen über die Störungen der Sprache
mit besonderer Berücksichtigung der Therapie

von

Prof. Dr. Hermann Gutzmann

Leiter des Universitäts-Ambulatoriums für Stimm- und Sprachstörungen
zu Berlin.

Zweite, völlig umgearbeitete Auflage.

Mit 131 Abbildungen im Text.

Preis: Geheftet 15 Mark — gebunden 16,50 Mark.

Inhaltsverzeichnis:

I. Allgemeiner Teil.

1. Physiologie der Lautsprache	1
2. Psychologie der Lautsprache	45
3. Entwicklung der Lautsprache	88
4. Untersuchung sprachgestörter Patienten	112
5. Die allgemeinen Grundlagen der Sprachheilkunde	147

II. Spezieller Teil.

1. Die peripher-impersiven Sprachstörungen	195
2. Die Aphasien	257
3. Die Sprachstörungen bei angeborenen und in der Jugend erworbenen Defektpsychosen von Dr. M. Nadoleczny	305
4. Die Stummheit	348
5. Das Poltern	362
6. Das Stottern	373
7. Aphthongie und Aponia spastica	451
8. Die funktionellen Störungen der Stimme	463
9. Das Stammeln	490
10. Die mechanischen Dyslalien	520
11. Die symptomatischen Sprachstörungen von Dr. Hugo Stern	580
Alphabetisches Sachregister	644

INTERNATIONALES
ZENTRALBLATT FÜR
EXPERIMENTELLE
PHONETIK

VOX



NEUGEGR. MIT UNTERSTÜTZUNG DER
HAMBURGISCHEN
WISSENSCHAFTLICHEN
STIFTUNG
VON H. GUTZMANN UND
G. PANCONCELLI-CALZIA



FISCHERS MEDIZINISCHE BUCHHANDLUNG BERLIN W/ 62.
L. FRIEDERICHSEN & C. HAMBURG.

Heft 2, 1916

Kol. Bibliothek 31. VI. 16

VIX 2

Verlag von Fischer's medicin. Buchhandlung H. Kornfeld,
Herzogl. Bayer. Hof- und K. u. K. Kammer-Buchhändler
in Berlin W. 62, Keithstraße 5.

Einführung in die Angewandte Phonetik

Ein pädagogischer Versuch

von

Dr. G. Panconcelli-Calzia.

Mit 119 Abbildungen im Text und 3 Lichtdrucktafeln.

Preis: Geh. 5 Mark, geb. 5,50 Mark.

Das Werk bezweckt, dem angehenden Linguisten nach den Methoden der experimentellen Phonetik einen elementaren Einblick in den für seine Zwecke in Betracht kommenden Teil der angewandten Phonetik zu gewähren.

Dieses Büchlein, dessen Lektüre vielleicht auch dem Gesangs-, Sprech- und Taubstummenlehrer nützlich sein kann, will also die vorhandenen Werke weder verdrängen noch ersetzen, sondern eine bescheidene Existenz neben ihnen führen.

Internationales Zentralblatt **VOX** für experimentelle Phonetik 1916: 26. Jahrgang

(Fortsetzung der 1891 von A. und H. GUTZMANN gegründeten
*Medizinisch-pädagogischen Monatsschrift für die gesamte
Sprachheilkunde*)

Inhalt von Heft 2:

Originalarbeiten:

PETERS, *Tonhöhenkurven einer grammophon. Aufnahme* 57

HEINITZ, *Ein Beitrag zur Reproduktion des musikalischen
Elements im Ewe* 83

MEINHOF, *Theoretische und empirische Tonhöhen im Ewe* 91

Besprechungen:

HEINITZ, *Besprechung von SCHAEFER'S Untersuchungsmethodik
der akust. Funktionen des Ohres* 95

HEINITZ, *Besprechung von WAIBLINGER'S Tonfall in den romani-
schen Sprachen* 96

Berichte:

BISCHOFF, *2. Hamburger phonetischer Vortrag* 98

INTERNATIONALES ZENTRALBLATT FÜR EXPERIMENTELLE PHONETIK

VOX

Heft 2

26. Jahrgang

1916

2. Mitteilung aus dem Phonogrammarchiv
des Phonetischen Laboratoriums
des Seminars für Kolonialsprachen zu Hamburg
(Leiter: Dr. G. Panconcelli-Calzia)

TONHÖHENKURVEN EINER GRAMMOPHONISCHEN AUFNAHME DER EWE-SPRACHE

VON

W. E. PETERS

1. Herstellung des Kurvenmaterials

Seit langer Zeit besteht in philologischen Kreisen der Wunsch nach solchen Resultaten unserer experimentellen Phonetik, die sich im Unterricht und zur weiteren Forschung verwenden lassen. In der vorliegenden Arbeit habe ich versucht, das Studium einer westafrikanischen Sprache, des Ewe, zu fördern, durch Darstellung der Tonhöhenkurven einer von Dr. PANCONCELLI-CALZIA aufgenommenen Platte¹ (Nr. 8 des Phonogrammarchivs), die von dem eingeborenen Sprachgehilfen V. Toso besprochen wurde. In dieser Sprache verändert bekanntlich die Tonhöhe eines Wortes dessen Bedeutung, so daß z. B. *fu* tief gesprochen *weiß*, hoch gesprochen *Haar* bedeutet.

Die bisher bekannten Methoden, die zur Gewinnung von Tonhöhenkurven angewandt wurden, wiesen alle den Fehler auf, daß man die erzielten Resultate wohl dem Auge in Form von Kurven darbieten konnte, daß aber keine Möglichkeit bestand, die entsprechenden Tonhöhen dem Ohre wieder

¹ Die Platte ist einseitig, hat einen Durchmesser von 25 cm und ist wie die meisten käuflichen Platten mit einer Stahlnadel von außen nach innen auf jeder Sprechmaschine spielbar.

genau so wie bei der Aufnahme vorzuführen. Die Versuchsperson sprach in den Mundtrichter oder drückte die Aufnahmekapsel des Laryngographen gegen den Schildknorpel, die Schreibkapseln zeichneten auf dem berußten Papier, die Schwingungen wurden fixiert und konnten ausgemessen werden, aber das Klangbild entschwand und ließ sich oft nicht einmal im Gedächtnis festhalten. Allerdings hat man vielfach versucht, zugleich mit der Kymographion-Registrierung eine phonographische Aufnahme vorzunehmen, aber dabei mußte man den Mund zum Sprechen frei lassen, konnte also keine zur Abtrennung der einzelnen Laute geeigneten Artikulationskurven erzielen. Es blieb also nur die eine praktische Möglichkeit, prinzipiell von der Registrierung auf dem Kymographion abzusehen und sich ganz an die phonographische Aufnahme zu halten. Man hoffte lange Zeit mittels des LIORÉ-Graphen oder anderer mechanischer Übertragungsmethoden ausmeßbare Kurven vom Phonographen zu erhalten, jedoch erwiesen sich solche Arbeitsweisen wegen des erforderlichen Zeitaufwandes und der großen Anschaffungskosten der Apparate als unpraktisch. Einzig die BOEKE'sche Methode der direkten mikroskopischen Ausmessung auf der Phonographenwalze wäre in Betracht gekommen; allein sie war äußerst umständlich und bot nicht die Möglichkeit der bequemen Übertragung der Resultate in logarithmische Werte, die uns der MEYER'sche Kurvenmeßapparat liefert.

Aus allen diesen Schwierigkeiten befreit uns jetzt die von mir in *Vox*, 1913, S. 261—272 (*Two Methods of Enlarging Gramophone Records*) beschriebene und seitdem sehr vervollkommnete Benutzung der direkten Luftübertragung von der Grammophonplatte und neuerdings auch von der Phonographenwalze. Sobald man eine gewisse Geschicklichkeit und Erfahrung in dieser Arbeitsweise gewonnen hat, kann man beinahe in derselben Zeit, in der sonst die Kymographionregistrierung erfolgte, eine Übertragung von der Platte oder Walze vornehmen. Man hat außerdem den Vorteil, daß man die letzteren beliebig vervielfältigen lassen kann, sodaß das Studium der Aufnahme auch einem größeren Kreise von Schülern oder Forschern zugänglich ist.

Eine der bedeutendsten Verbesserungen dieser Methode werde ich demnächst in der *Vox* beschreiben. Sie besteht darin, daß die mehr oder weniger beträchtlichen Schwankungen in dem Gange der Kymographion-Laufwerke, über die in *Vox*, 1915, S. 1—270 eine Arbeit von H. STREIM erschienen ist, ausgeschaltet werden. Indem ich die Kymographion-Trommel auf der Achse des Grammophon-Uhrwerkes anbringe, erreiche ich es, daß jede Verzögerung oder Beschleunigung in dem Gange dieses Uhrwerkes in

genau demselben Maße die Bewegung der Trommel verzögert oder beschleunigt, sodaß das Verhältnis der Umdrehungsgeschwindigkeiten immer genau dasselbe bleibt. Da wir nur die besten Grammophone benutzen, da ferner der Aufnahmeapparat des Laboratoriums von bester Konstruktion ist, so dürften meine Resultate in dieser Hinsicht ziemlich einwandfrei sein. Beim Abhören der Platte, die dieser Arbeit zu Grunde liegt, merkt man auch nichts von den bekannten Schwankungen, die manchmal durch unregelmäßigen Lauf schlechter Uhrwerke entstehen.

Die nach dieser Methode erzielten Kurven wurden dann mit dem MEYER-SCHNEIDER'schen Kurvenmeßapparat ausgemessen. Bei dieser Arbeit können dreierlei Fehler entstehen. Erstens hängt die Genauigkeit der Ausmessungen von der Beschaffenheit des Meßapparates selbst ab. Über die Mängel in dieser Hinsicht hat der Konstrukteur, Herr SCHNEIDER, in *Vox*, 1913, S. 193—201 geschrieben. Nach meinen Erfahrungen läßt sich dieser Fehler durch sorgfältige Behandlung des Apparates, der an sich von vorzüglicher Konstruktion ist, sehr verringern. Er beträgt bei meinem Apparat an keiner Stelle mehr als $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{8}$ Ton.

Eine zweite Fehlermöglichkeit¹ bieten die auf berußtem Papier aufgezeichneten Schwingungskurven, wenn ihre Form entweder keine deutlichen Perioden erkennen läßt, oder wenn sie so rund und ausgeglichen verlaufen, daß sich die Maxima oder Minima schwer in einem Punkte fixieren lassen, was zur Einstellung der Meßvorrichtung unbedingt notwendig ist. Glücklicherweise ergibt die Luftübertragung von der Grammophonplatte oder Phonographenwalze Kurven, die durch ihren Reichtum an Partialtönen eine so vielzackige Gestalt erhalten, daß man die einzelnen Perioden äußerst leicht unterscheiden und haarscharf abgrenzen kann.

Schließlich kommt noch der persönliche Fehler des Ausmessenden in Betracht.² Wie allgemein bekannt, verringert sich dieser mit fortschreitender Übung. Diese glaube ich mir in mehr als $2\frac{1}{2}$ jähriger Untersuchungstätigkeit erworben zu haben.

Alle diese Fehlerquellen zusammen lassen sich dadurch noch bedeutend in ihrer Wirkung herabsetzen, daß man mehr als eine Schwingung, gewöhnlich 2—3, zugleich mißt und so den Fehler über diese alle verteilt, wodurch auf die einzelne Schwingung nur ein Bruchteil des Fehlers kommt. Die Endresultate im Falle der vorliegenden Kurven dürften nie mehr als $\frac{1}{4}$ Ton von dem ursprünglichen Tonwert abweichen, eine

¹ Vgl. STREIM, *Vox*, 1915, S. 37—39.

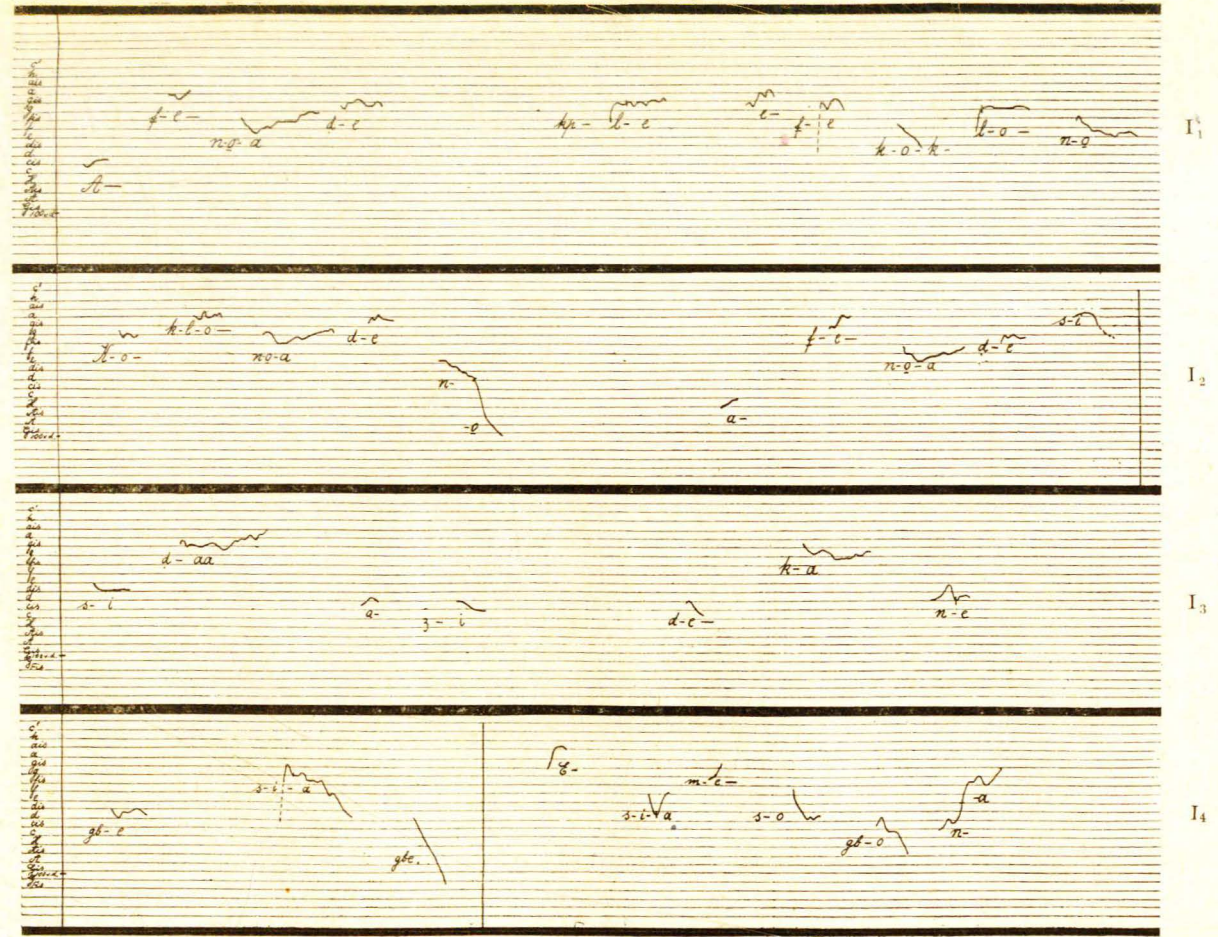
² Vgl. STREIM, *Vox*, 1915, S. 46—49.

Schwankung, die schon beim Singen dem gewöhnlichen Ohre entgeht und bei Sprachtonbewegungen bedeutungslos sein dürfte.

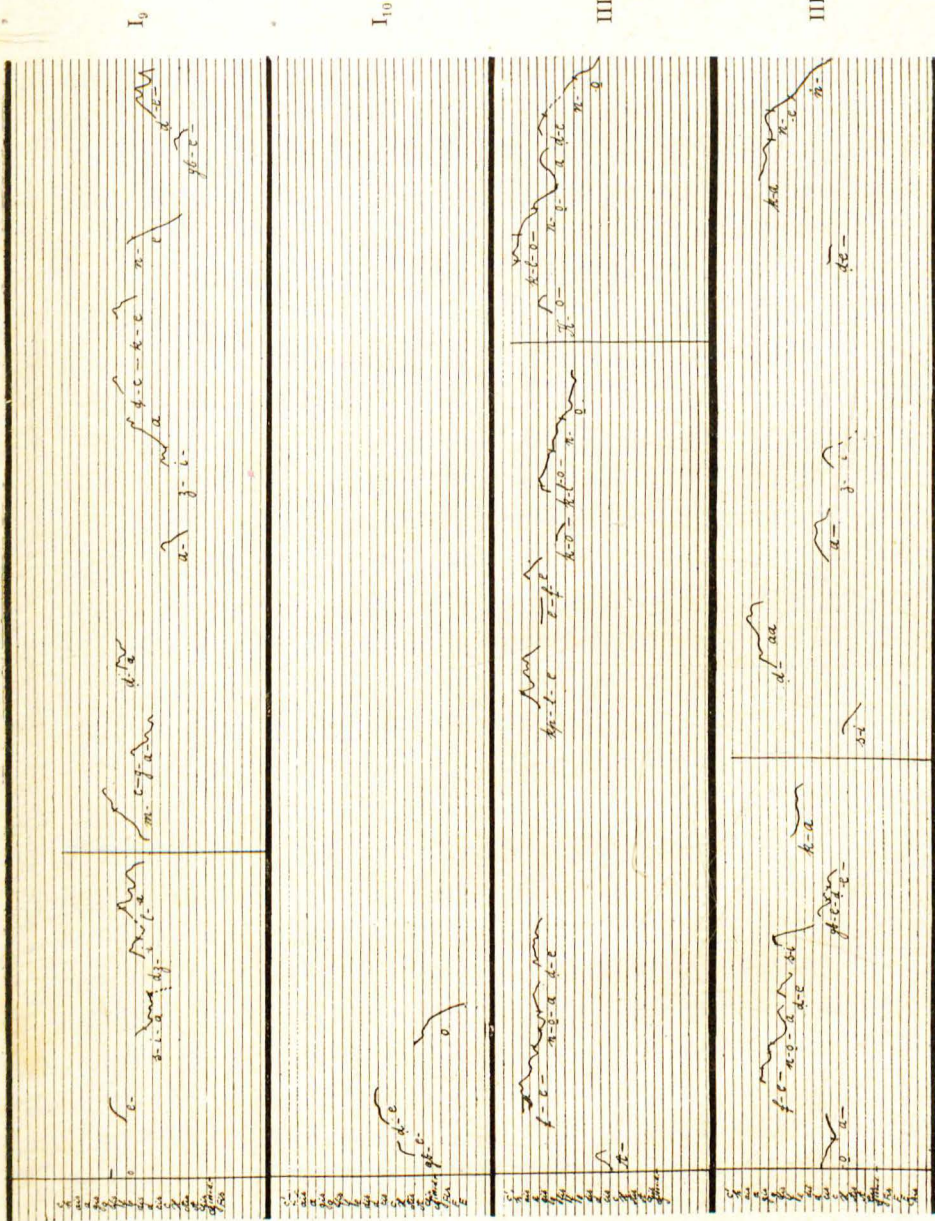
Trotzdem habe ich es für richtig angesehen, all die kleinen Veränderungen im Laufe der Kurven in meine graphische Darstellung aufzunehmen. Im Falle nämlich, daß eine im Hören besonders geübte Person solche Schwankungen wahrzunehmen glaubt, hat man in den hier dargelegten Kurven sofort die Möglichkeit, solche Ansprüche objektiv zu prüfen und richtig zu stellen. Auch ist es gar nicht ausgeschlossen, daß mancher sich an der Hand solcher detaillierten Darstellungen zum genaueren Hören erziehen könnte.

Was die Darstellung in dieser Veröffentlichung betrifft, so war es nötig, die Kurven in der seitlichen Ausdehnung auf etwa $\frac{1}{5}$ zu reduzieren, damit ihre Länge sie nicht zu unübersichtlich machte. Dies ist mit dem von mir erfundenen *Kurvenreduktor* geschehen, den ich demnächst in der *Vox* beschreiben werde. In der Höhe ist daher nichts geändert worden, sodaß die Tonhöhenwerte genau dieselben sind, wie auf dem ursprünglich ausgemessenen Papierstreifen.

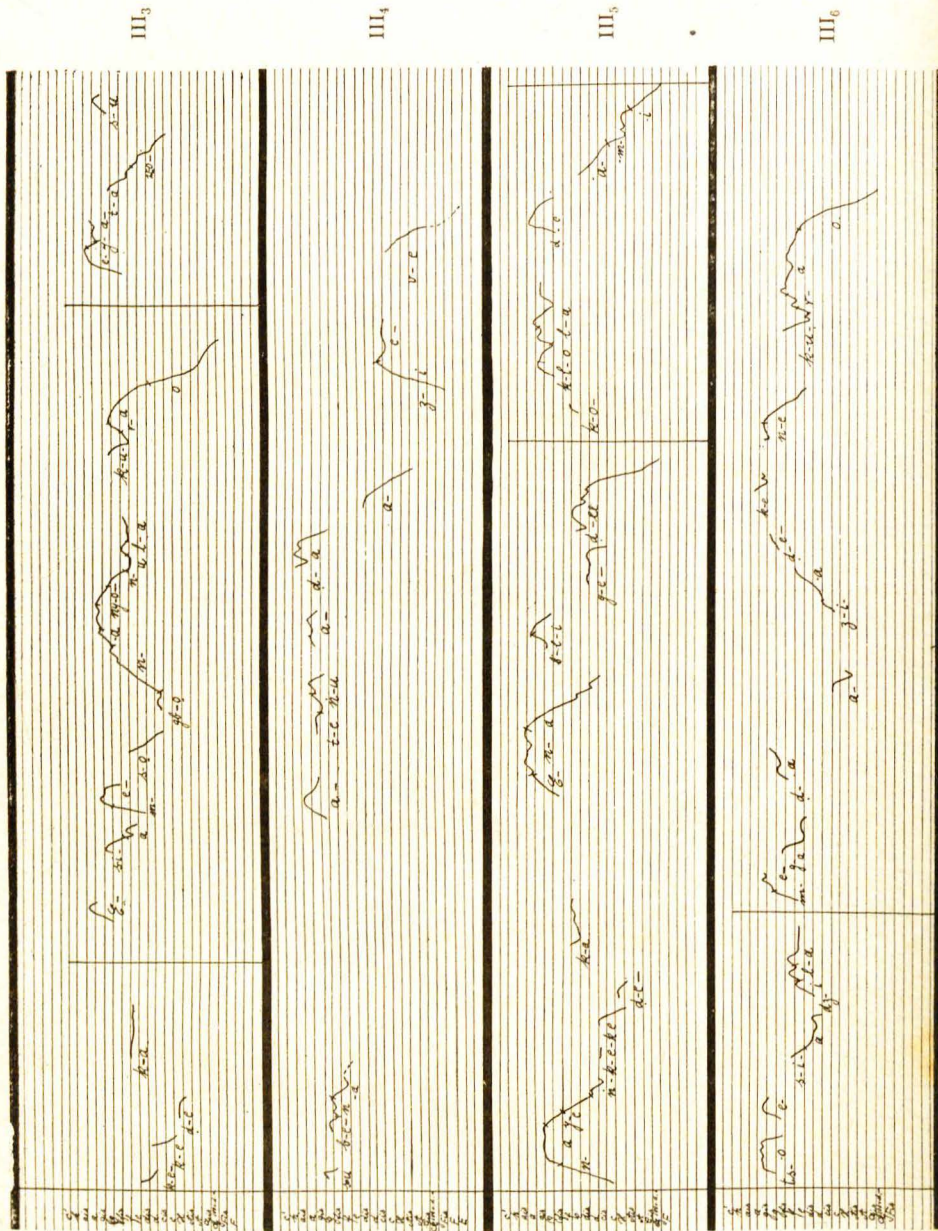
Aus den Tafeln ist ersichtlich, daß die verschiedenen Tonhöhen in der Form paralleler Linien angegeben sind, die die Oktavenbreite des MEYER'schen Meßapparates in 12 gleiche Abstände einteilen. Diese Einteilung wurde von Herrn G. FORCHHAMMER vorgeschlagen und auf dem 1. Kongreß für Experimentelle Phonetik in Hamburg 1914 demonstriert. Da die mit dieser Messung erhaltenen Werte die Logarithmen der aktuellen Längen der Schwingungen ergeben, so stellen diese 12 gleichen Abstände 12 gleiche Intervalle in der Oktave dar, d. h. die so temperierte Stimmung der Tasteninstrumente. Auf jede Linie kann der Name einer Klaviertaste gesetzt werden. So ist ein Kompromiß zwischen dem von MERKEL, SARAN, STORM, D. JONES, HORNBORSTEL, SCRIPTURE und anderen benutzten gewöhnlichen Notensystem und dem von GUTZMANN vorgeschlagenen und von mir in *Vox*, 1914, zur Reduktion meiner Kurven angewandten Logarithmenpapier zu Stande gekommen. Jedes von diesen Systemen hat seine Vorteile und Fehler. Am meisten irreführt wird der Lernende sicherlich durch die rein musikalische Notierung, besonders wenn er so vorgebildet ist, daß er sich von seinen musikalischen Intervallvorstellungen nicht befreien kann und nun die Sprechöne *singen* will. Im praktischen Gebrauch dieser Kurven zum Unterricht wird daher der Lehrer eine instrumentale Tonquelle, etwa das Klavier, nur dann nötig haben, wenn dem Schüler jede Tonhöhenvorstellung fehlt. Dagegen jede immer wieder darauf hingewiesen werden, daß die Notennamen am Rande der Kurven meistens nur die Tonhöhen je eines Punktes der Kurve angeben. Das Hauptgewicht ist dabei auf die darge-



Tonhöhenkurven zu einer Ewe-Aufnahme (Nr. 8 des Phonogrammarchivs des Phonetischen Laboratoriums zu Hamburg); Sprecher V. Toso; ausgemessen von W. E. PETERS.



Tonhöhenkurven zu einer Ewe-Aufnahme (Nr. 8 des Phonogrammarchivs des Phonetischen Laboratoriums zu Hamburg); Sprecher V. Toso; ausgemessen von W. E. PETERS.

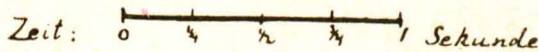


Tonhöhenkurven zu einer Ewo-Aufnahme (Nr. 8 des Phonogrammarchivs des Phonetischen Laboratoriums zu Hamburg);
 Sprecher V. Toso; abgemessen von W. E. PETERS.

stellten Bewegungen des Tones zu legen. Beim gleichzeitigen Abhören der Platte werden sich die richtigen Vorstellungen in beiden Fällen bald ergeben.

Weitere Vorschläge, wie das Abhören einer Platte an der Hand solcher Tonhöhenkurven vorzunehmen ist, finden sich in meiner Arbeit in *Vox*, 4, 1914, (*Researches on Phonetics etc. Nr. 4*). Einige Verschiedenheiten in der Darstellung der dort veröffentlichten und der hier vorliegenden Kurven, die teils als Verbesserungen anzusehen sind, teils aber dem Zweck des Unterrichts in der Ewe-Sprache entsprechen sollen, müssen erwähnt werden.

1. Die Zeitwerte sind nicht besonders angegeben. Der am Ende der ersten Kurvenreihe befindliche dicke wagerechte Strich entspricht einer Zeitdauer von 1 Sekunde bei der von V. Toso selbst bestimmten Umdrehungsgeschwindigkeit des



Maßstab zu den graphischen Darstellungen.

Grammophons von 70 in der Minute. Aus den längeren Pausen ist je ein Stück in Länge gleich einer Umdrehung der Platte ausgelassen und durch eine senkrechte Linie ersetzt worden. In diesen Pausen ist also zu der dargestellten Zeitdauer $\frac{60}{70}$ Sekunden (die Dauer einer Umdrehung) hinzuzuzählen.

2. Die Abgrenzungen der Laute in der Kurve sind wieder durch kleine Striche senkrecht zur Kurvenrichtung angegeben. In vielen Fällen ist diese Abgrenzung von einer Lautkurve zur anderen leicht ersichtlich. In anderen ist der Mittelpunkt zwischen der letzten klar erkenntlichen Schwingung des vorhergehenden und der ersten ebenso deutlichen Schwingung des folgenden Lautes als Grenze gewählt worden.

3. Der Text ist in der für das Ewe eingeführten Schreibweise angegeben. Diese entspricht dem Lautbestande der Sprache und ist daher besser als irgend eine der sonst üblichen phonetischen Umschreibungen. Dem Zwecke der Arbeit gemäß, ist diese Schreibung auf den Kurvenbildern benutzt worden und zwar so, daß die einzelnen Wortsilben dicht unter die Kurven geschrieben worden sind. Jede einzelne Zeichengruppe ist nach Möglichkeit in einer wagerechten Linie gehalten worden, die sich immer in ungefähr demselben Abstände von der Kurve befindet. So hat das Auge auch beim bloßen Lesen den Eindruck von verschiedener Höhe. Herr Professor MEINHOF ist der Ansicht, daß sich vielleicht gewisse Texte für Anfänger in solcher Anordnung der Silben drucken ließen.

Für die mit dem Lautwert dieser Ewe-Zeichen nicht Vertrauten sei auf das Lehrbuch von WESTERMANN hingewiesen. Um auch weiteren Kreisen ein Bild von dem seltsamen Gepräge einer solchen Tonhöehensprache zu geben, ist hier die (wörtliche und sinngemäße) Übersetzung des Textes beigefügt, die von Frl. JESSEN in der Form angefertigt wurde, wie sie F. N. FINCK in seinen *Haupttypen des Sprachbaues* gibt. Es ist anzuraten, die deutschen Wörter der wörtlichen Übersetzung in den entsprechenden Tonhöhen der ausgemessenen Aufnahme zu sprechen, und so eine Annäherung an das Sprachgefühl dieses Volkes zu gewinnen.

I.

- I 1. Àjé¹ nò á dè kplé éfé kókló nò. Eine Hausfrau
Haus Mutter eine und ihre Henne Mutter und ihre Henne
- I 2. Kókló nò á dè nò àfé nò á dè sí Eine Hausfrau
Henne Mutter eine bleiben Haus Mutter eine Hand hatte eine Henne
- I 3. sì dá á àzì dèkà né (aus ná è) welche ein Ei zu
welche legen (Pflegeform) Ei ein (Zahlwort) für sie legen pflegte, täg-
- I 4. gbè síà gbè. Èsàá mé sò gbè ná nicht genug für
Tag diesen Tag. Dieses nicht passen Seite für die Frau, und sie
- I 5. nyànù lá kúrà ò éyè wò súsú bènà á dachte, sie werde
Frau die gar nicht und sie denken sagen sie wird zwei Eier legen
- I 6. ténú á dá àzì èvè können wird legen Ei zwei
können wird legen Ei zwei
- I 7. ná yè ñkèkè dèká. È ná bli Henne wurde fett
für sie Tag ein. Sie geben Mais und von da an
- I 8. gèdè è. Kókló lá dá àmì éyè tsò legte sie kein Ei
viel ihr Henne die hervorbringen Fett und von für sie mehr.
- I 9. èsàá dzí lá mé gà dá àzì á dèké dies auf (Satzartikel) nicht wieder legen Ei irgendein
- I 9, 10. né (ná è) gbè dé gbè dé ò.
für sie Tag ein Tag ein nicht.

In Aufnahme III ist der Text mit wenigen Ausnahmen wiederholt. Diese sind:

III 2. *gbe deka* = eines Tages (fehlt im I 2).
Tag ein

III 3. *ñkeke deka* = täglich (statt *gbe síà gbe* in I 4).
Tag ein Tag diesen Tag

III 3. *eyata* (statt *eye* in I 5).
deshalb und

III 6. *tso* (statt *eye tso* in I 8).
von und von

¹ Hochtton; ˆ Mittelton; ˘ Tiefertton; ^ Hochofertton.

III 6. *kura o* (statt *gbe de gbe de o* in I 9, 10).
 gar nicht Tag ein Tag ein nicht

Diese Änderungen rühren daher, daß Herr Dr. CALZIA den Sprecher gebeten hatte, die Erzählung frei vorzutragen, und zwar das erste Mal in langsamem Tempo, das letzte Mal dagegen mit der gewöhnlichen Geschwindigkeit der täglichen Unterhaltung. Auf diese Weise ist ein sehr natürlicher Vortrag erzielt worden, und die Resultate der Untersuchung können auf die freie Sprechweise bezogen werden, während bei den meisten bisherigen Untersuchungen die mehr oder weniger unbequemen Empfindungen der Versuchsperson beim Anlegen der Apparate die Sprechtonbewegung nachteilig beeinflussten. Die eben aufgezählten Verschiedenheiten im Texte der beiden Aufnahmen stehen im Zusammenhange, wie später hervorgehen wird, mit anderen sprachlichen Erscheinungen.

4. Jeder, der mit experimenteller Phonetik einigermaßen vertraut ist, wird wissen, daß bei allen Registrierungen manche Laute schwächer herauskommen als andere. Auch auf der Grammophonplatte verschwinden z. B. die stimmlosen Laute, und oft erscheinen von den schwächeren stimmhaften Konsonanten nur Spuren. Wo solche Spuren ausgemessen wurden, ist die Kurve gestrichelt angegeben. In diesen Fällen wurde dann aber von V. Toso eine besondere Aufnahme der betreffenden Lautgruppe in möglichst derselben Sprechart gemacht, diese ausgemessen und die Resultate zur Vervollständigung der Kurve benutzt. Ein Blick auf die Darstellung wird zeigen, daß es sich dabei nur um geringfügige Einzelheiten handelt.

2. Sprachmusikalische Deutung der Kurven

Was die Deutung der vorliegenden Kurven anbetrifft, so kann ich diese nur vom allgemeinen phonetischen Gesichtspunkte aus geben, ohne Rücksicht auf ihre Bedeutung. Den speziellen, für diese Sprache charakteristischen Bedeutungswert der einzelnen Tonhöhen in Bezug auf Hoch- und Tiefton und deren gegenseitige Beeinflussung kann ich nicht beurteilen, da ich die Sprache selbst nicht beherrsche. Ich kann also auch nicht entscheiden, ob und wie weit Satzton oder Affektausdruck vorkommt. Dieser Teil der Arbeit bleibt also einem Berufeneren vorbehalten. Indem ich diese Kurven als reine Tonbewegungen betrachte, haben mich besonders drei Probleme interessiert: die Frage nach den charakteristischen Elementen dieser Art von Sprechtonbewegungen, ob und wie weit diese Tonhöhenbewegung rein musikalischen Charakter hat, und die praktische Aufgabe des Studiums und Erlernens solcher Tonbewegungen.

Zu einer vollständigen Beantwortung der ersten Frage fehlt

noch die Hauptbedingung, nämlich das Vergleichsmaterial. Zwar habe ich in den letzten Jahren schon manche Tonhöhenkurven ausgemessen und es sind auch schon andere Ausmessungen, z. B. von E. A. MEYER, WAUBLINGER, HEEPE erschienen, aber alle diese letzteren ermöglichen nicht die lautliche Wiederholung der aufgenommenen Proben. Es ist doch schließlich immer das Ohr, das entscheiden muß, welche Teile einer solchen Kurve lautlich hervortreten und welche unbeachtet vorübergleiten. Soviel ich beurteilen kann, sind die hier vorliegenden Kurven von einer sehr einfachen Art. Die Tonbewegungen sind wenig kompliziert und werden auch mit dem Ohre fast genau so wahrgenommen, wie sie dem Auge auf dem Kurvenbilde erscheinen. Nun mag es sein, daß mein eigenes Ohr durch Übung schon verfeinert worden ist, aber auch bei anderen, wenig geübten Hörern finde ich, daß die ziemlich groben Umrisse, um die es sich hier handelt, leicht wahrgenommen werden. Am schwersten sind bekanntlich die Steigtöne zu erfassen, und davon gibt es in diesen Kurven nur wenige und kleine.

Es treten besonders zwei Klassen von Tonkurven hervor, die fallenden und die in fast wagerechter Richtung verlaufenden. Diese letzteren geben der Sprache den musikalischen Charakter, sodaß man wohl beim ersten Abhören vermuten könnte, es handle sich um primitiven Gesang. Ich komme auf diese Frage im Folgenden noch zurück. Bei meinen bisherigen Ausmessungen finde ich ähnliche Tonbewegungen höchstens in gewissen französischen Aufnahmen, die auch stark mit musikalischen Werten und Falltönen arbeiten. Dagegen tritt in rein deutschen Sprachkurven das gleitende Element viel stärker hervor. Sowie ich genügend Material erworben haben werde, sollen vergleichende Studien dieser Art erscheinen.

Nun scheint mir von rein akustischem Standpunkte aus, abgesehen von jedem Einfluß des Sinnes, daß eine gewisse, mehr oder weniger gewollte, sozusagen rhythmische Gruppierung dieser Töne vorliegt. Die fortlaufende Reihe der Kurven zerfällt in Abschnitte, welche durch Pausen getrennt sind. Dies ist auf dem Kurvenbilde deutlich zu sehen. In fast jedem dieser Abschnitte tritt nun für mein Ohr *ein* Ton stärker hervor, der mit einem ebenso hervortretenden Ton im nächsten Abschnitt einen deutlichen Kontrast bildet. Über die Art dieses Kontrastes werde ich später ausführlich sprechen. Hier sei nur bemerkt, daß es sich zum Teil um größere Schallfülle (wohl zu unterscheiden von dynamischem Druck) handelt, zum Teil um mehr musikalische Faktoren. Da diese aber zur Auffassung der Kontrastwirkung nicht weiter analysiert zu werden brauchen, so werde ich jetzt erst die Lautgruppen aufzählen, in denen ich solche Kontraste finde.

I.

- I₁ -*noa* und -*no*
 I₂ -*no* „ *si*
 I₃ *da* „ -*zi*
 I₃ -*ka* „ I₄ -*sia-*

In diesen letzten Gruppen scheint aber noch eine Kontrastierung in kleinerem Rahmen stattzufinden, nämlich:

- I₃ -*ka* und *ne*
 I₄ -*sia-* „ -*gbe*

sodaß die vollständige Kontrastierung, falls wir die stärker hervorgehobenen Silben gesperrt drucken, so aussehen würde:

-*ka* *ne*, *sia* *gbe*

Diese Gruppierung kann man übrigens auch auf die vorhergehenden und folgenden Silben anwenden in folgender Weise:

- I₁. -*fē* -*noa*, *e(fē)* -*no*
 I₂. -*klo-* -*no*, *fē-* *si*
 I₃. *daa* *zi*
 I₃. -*ka* *ne*
 I₃. *sia* *gbe*
 I₄. *e-* *me*
 I₄. -*so* *na*.
 I₅. *nyō-* -*ra-*
 I₅. *e(ye)* *su*
 I₆. -*te* I₆ -*da*
 I₆. -*zi* -*ve*.
 I₇. *na* *ye*, -*ke-* -*ka*
 I₇. *e* *na*, *bli* I₈. . . . *dee*
 I₈. -*klo* *la*, *da* -*mi*
 I₈. *e(ye)* *tso*, I₉. *e(sia)* *dzi-*
 I₉. *me-* *da*
 I₉. (*zi*)*a* *ne*
 I₉. -*de* I₁₀. . . . -*de-*

Die zweite Aufnahme ist, wie schon erwähnt, im Ganzen eine Wiederholung der ersten in schnellerem Tempo. Dadurch ist die Tonlage etwas in die Höhe gegangen, die Kurve hat aber ihre allgemeinen Umrisse behalten. Es sind nun aber einige rhythmische Änderungen vorhanden, die Erwähnung verdienen.

III₁ -*noa* -*no*. Die Kontrastwirkungen von -*fē-* und *e(fē)* treten bei dem schnelleren Sprechtempo zurück.

III₂ -*fē-* -*ka*. In I₂ fehlte das *gbedeka*. Dessen Hinzufügung hat anscheinend die Kontrastwirkung des *si* aufgehoben, sodaß jetzt -*fē-* und -*ka* im Gegensatz stehen. Weiteres über diesen Fall soll bei der Analyse der Kontrastwirkungen gesagt werden. Hier sei nur noch auf das eiligere Tempo dieser letzten Silben hingewiesen. Interessant ist es,

Aufnahme II zu studieren, wo auch *gbedeka* eingefügt ist, aber so, daß *si* seinen Kontrast zu *-fe-* behält, dagegen *gbe-* mit *-ka* kontrastiert.

III₂ *-ka* III₃ *ka*. Die Kontrastwirkung des *ne*, die in I₃ I₄ so deutlich ist, fällt wegen des schnelleren Tempos fort.

III₃ *E* *me*, *na* *ra*; in I₄ I₅ waren noch sekundäre Kontraste mit *so* und *nyô-*. Auch in III₅ *na* *-ka* ist die Gliederung vereinfacht, wie aus dem bloßen Bilde der Kurven in I₇ und III₃ hervorgeht. Sehr deutlich sind diese Vereinfachungen auch in:

III₅ *E-* *-dee* und:

III₅ *-la* *da*

III₆ *tso* *dzi*, hier läßt der Sprecher sogar zwecks dieser Vereinfachung das *eye* von I₈ aus.

III₆ *da* *-(zi-)a*, *ne* *ra*. Der Unterschied dieser Gruppierung von der in I₉ wird bei der näheren Analyse der Kontrastwirkung erklärt werden.

Um diese Erscheinung zu studieren, muß man sich unmittelbar an die Grammophonplatte halten. Beim Abhören sollte die Aufmerksamkeit zunächst auf den Gesamteindruck gerichtet werden. Die erste Frage ist, ob im allgemeinen der Eindruck einer gewissen Kontrastierung, ganz gleich welcher Art, vorliegt. Die zweite Frage ist dann, ob dieser Eindruck so einheitlicher Art ist, daß auf ein zu Grunde liegendes Prinzip geschlossen werden könnte. Es mag sein, daß mancher der Annahme solcher Prinzipien aus irgend welchen, sachlichen oder theoretischen Gründen, abgeneigt ist. Dann müßte bei jeder einzelnen Kurve Halt gemacht werden und diese als isolierte Tatsache an und für sich studiert werden. Aber schon der einfache Versuch, daß ein Ton einzeln angegeben und in Verbindung mit anderen Tönen gebracht ganz verschieden wirkt, sollte uns über ein solches isoliertes Betrachten der Einzelkurve hinausführen. Es ist ferner höchst merkwürdig, daß z. B. in I₂, wenn beim Abhören die Schalldose hinter *afenou de* plötzlich aufgehoben wird, das Ohr gewissermaßen aus sich selbst die Tonhöhe des *si* empfindet. (Dieses *si* ist übrigens auf der Platte so schwach, daß bei seiner Wahrnehmung diese innere Mithilfe sehr merkbar ist, ohne uns dabei irre zu führen). Ein ähnliches Empfinden hat man, wenn man z. B. auf dem Klavier einen Teil eines Motivs spielt und den charakteristischen Schlußton fortläßt, — er wird von innen heraus hinzuempfundener. Auf derartige Erfahrungstatsachen stützte ich mein Verfahren bei der Feststellung der von mir, nicht nur bei dieser Aufnahme, beobachteten wirklich *sprachmelodischen* Faktoren.

Als ich nach Aufzeichnung der für mein Ohr am stärksten

hervortretenden Silben fand, daß in fast allen Fällen eine Kontrastierung je zweier solcher Silben vorzuliegen schien, sah ich mich genötigt, hier ein Prinzip der Betonung anzunehmen, zumal da dieses Prinzip sich durch die beiden verschieden schnell gesprochenen Aufnahmen restlos durchführen ließ. Da ich schon vorher und seitdem in verstärktem Maße gefunden habe, daß in allen mir bekannten Sprachen und bei allen Sprechern, die ich gehört habe, sich dieses oder ein ähnliches einfaches rhythmische Prinzip in der Betonung feststellen läßt, so glaube ich, daß es sich hier um eine Grundtatsache von weitreichender Bedeutung handelt. Ich beabsichtige in kurzer Zeit aus den von mir ausgemessenen Kurven Material zur Veranschaulichung dieses rhythmischen Prinzips zu veröffentlichen.

Die Frage nach der Art der Kontrastierung in diesen hervorgehobenen Silben bringt mich nun auf das weitere und grundlegendere Problem von dem Verhältnisse zwischen Sprache und Gesang überhaupt. Der ausgesprochen musikalische Charakter dieser Sprache ließ das Verlangen entstehen, ihre Tonbewegungen, wenn möglich, in Notenschrift aufzuzeichnen. Zu diesem Teil der Arbeit, der ein musikalisch gebildetes Ohr voraussetzte, hat sich Herr HEINIZ bereitwilligst erboten, dem hiermit mein bester Dank für seine Mühe ausgesprochen sei. Das Resultat seiner Untersuchungen folgt anbei, ich muß nur bemerken, daß die europäisch-musikalisch angelegte Darstellung der Tonverhältnisse dieser Aufnahme von dem Sprecher V. Toso selber abgelehnt wurde. Besonders schlug der Versuch, die Töne in irgend eine unserer üblichen Tonarten einzuordnen, vollständig fehl. In diesem Falle haben sich also G. FORCHHAMMERS Beobachtungen¹ über das Sprechen in musikalischen Tonarten nicht bewahrheitet. Dennoch ist der wirklich musikalische Eindruck der Aufnahme so stark, daß die verfehlte Wirkung auf den Eingeborenen wahrscheinlich anderen Ursachen zuzuschreiben ist. Diese sind in erster Linie die Wahl einer *europäischen* Ton-skala mit entsprechend gedeuteten Intervallen und die Reproduktion auf einem nur für solche Tonfolgen eingerichteten Harmonium. Bei seither angestellten Versuchen mit einem Monochord sind Tonfolgen erhalten worden, die besser zu dem afrikanischen Melodiecharakter passen. Auch wird erst die Untersuchung der Intervallbehandlung in der afrikanischen Musik, besonders im Gesange, Licht auf diese Frage werfen. Versuche in dieser Richtung sind schon im Gange.

Eine weitere Ursache der befremdenden Wirkung von musikalischen Nachbildungen solcher Sprechtonbewegungen.

¹ G. FORCHHAMMER: *Om nødvendigheden af sikre meddelelsesmidler i dovstummeundervisningen*. København, 1903, p. 39.

ist das Unvermögen in der Notenschrift, Gleittöne darzustellen und sie auf einem Instrumente genau so, wie sie in den Kurven vorgezeichnet sind, zu reproduzieren. Daß die reine Tonbewegung bei dieser primitiven Sprache von großem Einfluß auf die Bedeutung ist, zeigt auch der Umstand, daß die Tonbewegungen gepiffen in den meisten Fällen ohne Schwierigkeit von den Ewe-Leuten verstanden werden. Eine Untersuchung dieser Seite des Problems erscheint von Herrn HEINITZ in dieser Nummer der *Vox*.

Schon bei der Besprechung des Kontrastprinzips habe ich angedeutet, daß es sich bei diesen Tonbewegungen teilweise um eine Art Intervallwirkung handelt. In der Tat, wenn man die kontrastierten Töne vergleicht, so sieht man in vielen Fällen ohne Schwierigkeit, daß hier, beabsichtigte oder unbewußte, musikalische Abstufungen der Tonhöhe gegeneinander vorliegen. Diese Abstufung geschieht neben derjenigen, welche diese Sprache als bedeutungsbildendes Element benutzt, obgleich es möglich ist, daß beide auf derselben psychologischen Grundlage beruhen.

Außer dieser Kontrastierung durch Intervalle verwendet der Sprecher auch die Hervorhebung durch größere Schallfülle. Sodann spielt auch die Bewegung des einzelnen Tones nach oben oder unten eine gewisse Rolle bei der Kontrastwirkung, und schließlich scheinen Unterschiede in der Dauer vorzuliegen.

Im Folgenden sollen die oben erwähnten Kontrastunterschiede auf diese 4 Faktoren hin untersucht werden.

- I₁. *-f'e* . . . *-noa*; die erste dieser beiden Silben schwankt nur wenig um die Tonhöhe *a*, von der zweiten läuft das dem Ohre wichtigste Stück auf der *jis*-Linie. Der Intervalleindruck ist somit der einer kleinen Terz.
- I₁. *e(fe)* . . . *-no*; wenn wir die musikalisch wirksamsten Stellen vergleichen, ergibt sich die Quarte *a . . e*. Außerdem kontrastieren die steigende Kurvenrichtung in *e*- und die fallende in *no*.
- I₁. *-noa* . . . *-no*; der musikalische Kontrast, die Sekunde *jis . . e*, ist weniger wirksam als die früheren, dagegen sind diese beiden Silben durch größere Schallfülle aus den anderen hervorgehoben und durch Steig- und Fallschritt von ungefähr gleicher Dauer und Neigung sichtlich und hörbar aufeinander bezogen.
- I₂. *-klo* . . . *no*. Hier scheint der Schallfülle nach *-noa* bedeutender als *-klo*. Dies liegt aber zum großen Teil daran, daß die Grammophon-Membran den offenen *a*-Laut viel stärker wiedergibt als den ge-

geschlossenen *o*-Laut. Bei der Beurteilung von Lautstärken in Grammophon-Aufnahmen muß daher sehr vorsichtig verfahren werden. Merkwürdigerweise berücksichtigt man bei der Nachahmung des Abgehörten diesen Faktor unwillkürlich und *fühlt* somit die Verschiedenheiten der Lautstärke besser nach, als man sie hört. Durch solches nachfühlendes Wiederholen habe ich denn auch sofort den vorgestellten Kontrast herausbekommen. Und nur durch dieses Nachfühlen ist es zu erklären, daß sowohl Herr HENITZ wie auch ich aus der fortlaufend fallenden Kurve des *-no* den charakteristischen Ton, nämlich das tiefe *A*, herausgegriffen haben. Offensichtlich bemüht sich der Sprecher hier den Kontrast der Oktave *a—A* herzustellen und läßt daher den Ton so lange fallen, bis das Bewußtsein des *A* erreicht wird. Sowie die Kurve des *-o* sich diesem Tone nähert, verzögert sich auch ihr Fall, sie wird weniger steil und endigt bald.

- I*₂. *-fe-* . . . *si*; diese beiden Silben haben die gleiche Tonhöhe *a*. Der Kontrast wird hergestellt durch Gegensatz von steigendem und fallendem Ton. Trotzdem das *si* auf der Platte sehr schwach registriert ist (wie die meisten geschlossenen Laute), wird es beim Nachsprechen als relativ stark empfunden. Zum Teil liegt dies an dem Kontrast.
- I*₂. *-no* . . . *si*, wieder die Oktave *A—a*. Über die melodische Notwendigkeit der Tonhöhe des *si* ist schon im Vorhergehenden (Seite 70) gesprochen worden.
- I*₃. *daa* . . . *-zi*; hier ist der Abstand der musikalisch wirksamen Kurventeile *gis—cis*, eine Quinte. Ohne daß merkbare Lautverstärkung vorliegt, treten diese Silben hervor, die erste durch Verlängerung, mit Ansteigen zum Schluß, die zweite durch kurzen prägnanten Fall.
- I*₃. *-ka* . . . *ne*; Intervall etwa eine Quarte *g—d*. In der ersten Silbe Verlängerung, in der zweiten deutliche Verstärkung der Schallfülle und scharfes Abbrechen.
- I*₄. *-(si)a* . . . *gbe*; zwei lange fallende Töne aufeinander bezogen. Wenn man den zweiten unter den ersten zeichne, sodaß die Anfangspunkte untereinander liegen, dann ist die senkrechte Entfernung von dem wagerechten Kurventeil in der Mitte der *-a* bis zur *-e*- Kurve etwa eine Sexte (*gis+* bis *A+*). Bei dieser Deutung kommt auch der musikalische Schwerpunkt der *-e*- Kurve gegen das Ende zu liegen, was dem Verlaufe in *-no* (*I*₂) entsprechen würde.

- I₄. *E(sia)* *me*; dieser Kontrast ist nur schwach, sowohl in melodischer als auch in quantitativer Hinsicht; das größte Intervall ist *ais—g*, aber das Ohr hört keinen so großen Schritt. Wenn dennoch Abstufung vorliegt, so beruht diese wahrscheinlich auf der prägnanten Kürze der beiden gleich steil in die Höhe strebenden kleinen Kurven.
- I₄. *so* *na*, die musikalischen Teile liegen eine Quart (*d—g*) auseinander; *na* hat größere Schallfülle. Am stärksten wirkt aber der Kontrast der fallenden und aufstrebenden Kurve.
- I₅. *nyō-* *-ra-*; eigentlich liegt der Hauptton der letzten Silbe in dem Gleitlaut zum folgenden *o*, sodaß wieder Kontrast von steigender und fallender Kurve eintritt. Vom melodischen Standpunkt aus ist die Dehnung des *-ra-* nicht recht erklärlich; wahrscheinlich liegt ein Affektsausdruck vor, da *kura o* zu deutsch *gar nicht* heißt und unser Gewährsmann das *a* auch so dehnt, wenn er das deutsche Wort *gar nicht* spricht. Über diese und ähnliche Fragen muß die rein philologische Analyse entscheiden. Außerdem scheint *-ra-* auch im Kontrast mit dem *na* von I₄ zu stehen.
- I₄. *na* I₅. *-ra-*; diese beiden Silben haben die Tonhöhe *g*, die erste wieder steigend, die zweite fallend. (*-ra-* würde also zwei kontrastbewirkende Töne enthalten). Hervorhebung durch Lautstärke in der ersten, durch Dehnung in der zweiten Silbe scheint demselben Zwecke zu dienen.
- I₅. *e(ye)* *su(su)*; ich höre deutlich ein ziemlich großes Intervall, etwa eine kleine Terz (*jis—a*). Ferner kontrastieren wieder Steigton und Fallton. Auch die scharfe Wirkung der kurzen abgebrochenen Tönchen ist wieder bemerkbar. Lautverstärkung tritt nach meinem Gefühl nicht ein.
- I₆. *-te* *da*; beide Töne schwanken um *g+*, in der letzten Silbe mit etwas größerer Bewegung, *da* hat stärkere Schallfülle. Beide scheinen aber mit ihrer steigenden Bewegung auf die folgenden *-zi* und *-ve* hinzuweisen.
- I₆. *zi* *ve*. Trotz des verschiedenen großen Tonbereichs, den sie durchlaufen, machen sie mir den Eindruck desselben Tones. Wenn dieselbe Erscheinung, wie bei *so* (I₄), *-gbe* (I₄), *-no* (I₂), vorliegt, so dürfte man annehmen, daß bei *-ve* der musikalische Schwerpunkt wieder gegen das Ende hin zu suchen ist. Vielleicht zielt der Sprecher nach dem *G+*,

welches die Oktave von dem vorhergehenden $g+$ ist, erreicht dieses aber nicht ganz in $-zi-$. Jedenfalls scheint dem europäischen Ohr ein vollständiger Schluß am Ende von $-ve$ einzutreten. Im Ganzen würde es sich dann um einen *doppelten* Kontrast handeln. Es muß noch bemerkt werden, daß diese steil fallenden Kurven dem Ohre einen ähnlich abrupten Eindruck machen wie die steil aufstrebenden.

- I₇. *na* *ye*; die höchsten erreichten Tonstufen sind g und e . Jede Kurve ist auf- und absteigend, die erste gedehnt, die zweite lautstärker. Also in jeder Hinsicht deutliche Beziehung aufeinander.
- I₇. (*ü*)*ke-* *-ka*; der halbe Ton $e-f$ ist ganz deutlich und wohl auch gewollt. Der Kontrast besteht hauptsächlich in dem Gegensatz von fallender und steigender Bewegung. *-ka* ist lautverstärkt zum Zwecke des weiteren Kontrastes.
- I₇. *na* *-ka*; wenn auch die letzte Kurve nicht so hoch steigt wie die erste ($f-g$), so scheint sie mir doch beim Abhören fast wie eine etwas schwächere Wiederholung der ersten. Auch auf dem Kurvenbilde macht sie diesen Eindruck. Dieses Abschwächen bei dem Wiederholen ist aber auch eine Kontrastmöglichkeit. Was die schwächeren Intervalle im Vergleich zu den stärkeren zu bedeuten haben, muß wieder die Analyse des Sinnes ergeben.
- I₈. *E* *na*; Intervall $g-a$, die erste Silbe mehr steigend und etwas lauter. Die beiden Steigungen scheinen mit den Falltönen in der nächsten Gruppe in Beziehung zu stehen. (Dieselbe Erscheinung also wie in I₆).
- I₈. *bli* I₉ *-dee*; *bli* leicht fallend auf g , durch leichte Dehnung hervorgehoben. In *dee* scheint trotz der starken Zirkumflexbewegung der fallende Teil der Lautstärke und dem musikalischen Kontrastwert nach vorzuwiegen. Auch scheint sich beim Abhören im letzten Teile dieser Kurve eine gewisse Verdoppelung zu finden, die der Schreibung entsprechen würde, und zwar wird anscheinend der letzte Teil des großen Zirkumflexes in dem kleinen wiederholt. Aus all diesem würde also folgen, daß der Schwerpunkt gegen Ende des großen Zirkumflexes zwischen *dis* und *d* liegt. Das Intervall *bli-dee* wäre also $g+$ bis $d+$, eine Quarte. Die große Zirkumflexbewegung könnte wohl ein Affektsausdruck sein.

- I₇. *E* I₈ *-dee*. Durch Lautverstärkung aufeinander bezogen, durch Steigung und Fall kontrastiert, stehen diese Silben im Intervallverhältnis $g-d+$ (verminderte Quarte).
- I₈. *klo-* . . . *-la*; derselbe Ton, variiert durch größere Schwankung, Dehnung und Lautstärke.
- I₈. *-la* . . . *da*; dasselbe Verhältnis wie eben, nur sind beide Töne lautverstärkt.
- I₈. *da* *mi*; der letzte Laut ist sehr schwach, dennoch verlangt das Ohr ein bestimmtes Intervall, und zwar ähnlich wie in I₂ *si*, die Oktave. Diese scheint der Sprecher beim Abwärtsstreben nicht erreicht zu haben, deshalb macht das Intervall den unbefriedigenden Eindruck einer Septime (etwa $g-A$):
- I₈ *e(ye)* *tso*; beide scheinen dieselbe Tonhöhe zu haben, sodaß der Schwerpunkt der aufstrebenden *e*-Kurve an oder nahe ihrem Ende liegen würde. (Das ist sicherlich der Fall bei der folgenden Kurve von *e(sia)*, die ganz deutlich dieselbe Tonhöhe wie *tso* hat. Nur geben die verschiedenen Bewegungen den Tönen einen anderen Charakter.) Die lautstarke Steigung von *e(ye)* findet aber ihr Gegenstück nicht in *tso*, sondern erst in *dzi* (I₉).
- I₈. *e(ye)* *dzi*; wieder ist der letzte Teil der Kurve der wichtigere in *dzi*. Das Intervall ist $jis+$ bis *e*, etwa eine pythagoreische kleine Terz.
- I₉. *e(sia)* *dzi*; außer der schwächeren Wirkung des *e(sia)* besteht dasselbe Verhältnis wie im letzt-erwähnten Falle.
- I₉. *me* *da*; schwacher, aber deutlicher Kontrast, Intervall $g-f+$, verminderter Ganzton. Dieser Kontrast tritt infolge seiner schwachen Wirkung zurück vor dem nächsten
- I₉. *(zi)a* *ne*; sehr starker Kontrast, sowohl durch Lautverstärkung, wie auch durch kontrastierte steil auf- und absteigende Tonbewegung. Wenn wir wieder die Tonhöhen gegen Ende jeder Kurve berücksichtigen (was bei *(azi)a* unbedingt nach dem Gehöreindruck und Kurvenbilde geschehen muß), so haben wir das Intervall $e+$ bis $H+$, also eine Quarte.
- I₉ *-de-* I₁₀ *-de*; hier findet Hervorhebung durch Dehnung und Lautverstärkung statt. Auch der Kontrast von absteigender und aufstrebender Kurve ist wieder vorhanden. Was das Intervall anbetrifft, so zeigt sich sehr schön die Richtigkeit der An-

- nahme, daß das Ende der Kurve in musikalischer Hinsicht am bedeutendsten sei, denn in beiden Fällen strebt das Kurvenende nach $d+$ hin, das erste Mal von oben, das zweite Mal von unten her.
- I₁₀. o ; in der letzten Silbe wird $E+$, der tiefste Ton der ganzen Aufnahme, erreicht. Dieser soll daher wohl als Schlußton gelten.
- III₁. $-noa$ $-no$; Intervall $a+$ bis $f+$, eine große Terz. Beide hauptsächlich durch stärkere Schallfülle aufeinander bezogen. Bei der schnelleren Sprechweise werden die näher beieinander gelegenen Kontraste abgeschwächt.
- III₁. $-fe-$ $-noa$; Intervall höchstens $h-a+$, dagegen in I₁. $a-fis$.
- III₁. $e(fe)$ $-no$; in I₁. stand das $e(fe)$ verhältnismäßig höher, und der musikalische Kontrast war eine Quarte. Hier ist das $e(fe)$ sogar herabgedrückt und das Intervall ist $a-f$, kaum eine Terz.
- III₁. $-klo$ $-no$; $h-d$, eine Sexte. Das $klo-$ ist auffallend hoch gestellt im Vergleich mit I₂.
- III₂. $-fe-$ $-ka$; $a-f$, eine große Terz. Wie schon oben (Seite 69—70) erwähnt, ist das in I₂ kontrastbildende si hier durch das folgende $-ka$ in dieser Wirkung verdrängt worden. Der Intervallkontrast von si mit $-fe-$ und $-ka$ beträgt je einen Ganzton, dessen schwächere Wirkung gegen das große Terz-Intervall $-fe-$ $-ka$ nicht aufkommt. Auch der Lautstärke und schließlich dem hier üblichen Tempo zufolge hat si keine kontrastierende Bedeutung.
- III₂. daa $-zi$; das Intervall ist wegen der schwachen Registrierung des $-i$ schlecht zu bestimmen, ungefähr eine Sexte. Kontrast entsteht durch Steig- und Fallton.
- III₂. $-ka$ III₃. $-ka$; $gis+$ bis f , über eine kleine Terz. Hauptsächlich durch Lautstärke und Dauer hervorgehoben. Die anderen Töne durchgängig behandelt. Ein Vergleich mit I₃—I₄ zeigt die nivellierende Wirkung des schnelleren Tempos.
- III₃. $E-$ me ; schwacher Kontrast $a+$ bis gis .
- III₃. na $-ra$; $g+$ bis $e+$, Gegensatz von Steig- und Fallschritt. Zusammenziehung im Vergleich mit I₄, I₅.
- III₃. $e(ya)$ $-su(su)$; die letzte Kurve ist eine verkleinerte Wiederholung der ersten. Intervall ein halber Ton, $a+$ bis $gis+$. Dasselbe, aber in umgekehrter Reihenfolge in:
- III₄. $a(te)$ da ; vielleicht stehen die beiden letzten

a-fe-noa de kple e-fe kok-lo-no

kok-lo-noa de no a-fe-noa de si, si daa a-ji

de-ka no gbe-sia-gbe. E-sia me-so gba na

nyõ nu la ku-rao, eye wò-su-su be-na,

! Notierung der Sprachmelodie eines Ewe-Textes durch Herrn W. HEINITZ
 (zu dem Aufsatz von PETERS, *Tonhöhenkurven einer grammophonischen Aufnahme der Ewe-Sprache*)

a-te nu a-daa a-ji e-ve na ye

ni-ke-ke de-ka. E-na bli ge-dee; kok-co-la

da a-me, e-ye tso e-sia dji-la,

me-ga da a-ja de-ke-ne gbe-de-gbe-de

Notierung der Sprachmelodie eines Ewe-Textes durch Herrn W. HEINITZ
(zu dem Aufsatz von PETERS, *Tonhöhenkurven einer grammophonischen Aufnahme der Ewe-Sprache*)

- Gruppen in einem motivartigen Verhältnis, sodaß die zweite eine Umkehrung der ersten wäre. Intervall hier ungefähr *a—ais*. Gegensatz von Steig- und Fallton. Hier *a(te)* statt *-te-* in I_6 durch Dehnung hervorgehoben.
- III₄. *-zi* . . . *-ce*; nicht wie in I_6 , sondern primitiver, Gegensatz zwischen Steig- und Fallton. Intervall, wenn wir die Endstücke der Kurven berücksichtigen, etwa *e—F*, eine Quinte.
- III₅. *na* . . . *-ka*; *gis—e+*, mehr als eine kleine Terz. Hervorhebung durch Lautstärke und Dehnung. Vereinfachung von I_7 .
- III₅. *E* . . . *-dee*; auch vereinfacht gegen I_7 , I_8 . Gegensatz von Steig- und Fallton. Intervall *gis+* bis *dis+*, eine Quarte.
- III₅. *-la* . . . *de*; ein seltsamer Gegensatz zwischen Zirkumflexen in umgekehrter Richtung, dem Gehör nach um denselben Ton sich bewegend. Hervorhebung durch Lautstärke.
- III₆. *tso* . . . *dzi-*; *gis+* bis *e+*, große Terz. Kontrast von Fall- und Steigton. Das erste durch Dehnung hervorgehoben, in dem zweiten kurze, scharfe Steigung.
- III₆. *da* . . . *-(zi)a*; *g—e*, kleine Terz. In I_9 ging das (*zi*)*a* höher hinauf, um in Kontrast mit *ne* zu kommen. Hier hört die Kurve auf, sobald der Kontrast mit *da* erreicht ist. Dann kontrastieren
- III₆. *ne* . . . *-ra*; das *ne* hört deutlich auf nach dem Tone, den es zum Kontrast mit *ra-* haben soll (etwa *f+*). In I_9 geht das *ne* verhältnismäßig viel tiefer. *-ra-* geht auch auf *f+* herunter. Beide sind gedehnt und lautstärker als die übrigen.
- III₆. *o*. Der Schlußton, in Übereinstimmung mit der im ganzen höheren Stimmlage, geht nicht so tief hinunter wie in I_{10} .

In der vorhergehenden Analyse der Töne hat sich herausgestellt, daß sich das Prinzip der Kontrastierung zweier Töne überall durchführen läßt. Durch Beobachtung dieser Tatsache kann beim Lesen dieses Beispiels der eigentümliche Rhythmus am besten nachgeahmt werden. Schließlich tut man bei einem derartigen Hervorheben der Silben durch musikalische Mittel nichts anderes als sie zu *betonen*. Betonen heißt ja wörtlich: mit Ton versehen, und wie das geschieht, habe ich in dieser Arbeit zu zeigen versucht. Daß diese noch vieler Ergänzungen bedarf, vor allem durch Heranziehung des Sinnes und der für diese Sprache charakteristischen Worttonverhältnisse, steht außer Zweifel. Ebenso sicher ist mir aber, daß es sich hier um eine wichtige Grundtatsache der sprachlichen Äußerung

handelt. Ich glaube schon jetzt die Behauptung aufstellen zu können, daß in der Sprache wirkliche musikalische Elemente vorkommen, die als Ausdrucksmittel unbedingt notwendig sind. Dieses soll nicht heißen, daß die Sprache nun auch wirklich Musik sei. Obwohl sich in der Musik auch sprachliche Elemente finden können, so sind doch beide Ausdrucksarten ihrem Wesen nach verschieden. Der Feststellung dieser Elemente und ihrer Beziehungen, besonders im künstlerischen Ausdruck der Poesie, sollen einige meiner nächsten Arbeiten gewidmet sein.

(Bei der Redaktion eingegangen am 23. Sept. 1915)

NOTIERUNG DER SPRACHMELODIE
VON
W. HEINITZ

Die umstehende Notierung der Sprachmelodie eines Ewextes (S. 78—79) ist bis auf wenige Abweichungen angeordnet nach der von ERICH VON HORNBOSTEL angeregten Methode. (Vgl. OTTO ABRAHAM und E. v. HORNBOSTEL, *Vorschläge zur Transkription exotischer Melodien*, Sammelbände der Intern. Musikgesellschaft, XI, 1).

Bei der instrumentalen Wiedergabe ist die ganze Notierung eine Oktave tiefer zu spielen, da die Stimmlage des Sprechers sich im Bariton bewegt. Die Notierung im Diskant geschah aus Rücksicht auf die G-Schlüsselvorzeichnung.

Die in der Notenschrift üblichen Versetzungszeichen wurden nicht, wie es HORNBOSTEL empfiehlt, an den Anfang des Linien-systems gesetzt, und zwar mit Auslassung der zu einer jeweiligen Tonart gehörenden, aber nicht vorkommenden, sondern sie wurden den einzelnen Noten unmittelbar vorangesetzt. Ein zu Anfang einer Phrase vorkommendes Versetzungszeichen gilt jedoch bis zur eventuellen Auflösung für die ganze Phrase.

Abgesehen davon, daß dem Notenlesegeübten durch elidierte Versetzungszeichen die Übersicht erschwert wird, scheint es auch sehr gewagt zu sein, eine exotische Tonbewegung in das europäische Tonsystem, in diesem Falle in eine, wenn auch nur scheinbar, feststehende Tonart zu zwingen.

Die Vorstellung einer uns geläufigen Tonart verführt ein musikalisches Ohr unweigerlich zu Irrtümern. Der Einfluß der Vorstellung kann so stark werden, daß das Gehör jede in einer Phrase vorkommende Tonhöhe in die entsprechende leitereigene Reihe der angenommenen Tonart einzuordnen ver-

sucht. Dieses Bestreben wird wahrscheinlich noch dadurch unterstützt werden können, daß bei der Niederschrift die Melodie vom Phonographen phrasenweise abgehört wird, wozu sich musikalisch geschulte Personen gleichfalls gern verleiten lassen.

Es empfiehlt sich daher, die bisher wohl durchweg auch geübte Methode des Einzeltonabhörens und -bestimmens beizubehalten.

Vorkommende + und — Zeichen wurden in der obigen Niederschrift, entgegen dem HORNBOSTEL'schen Vorschlage, auch wenn andere Vorzeichen fehlen, über die Noten und über das Liniensystem gesetzt. Diese Anordnung erleichtert nicht nur die Übersicht, sondern schließt auch aus, daß ein Notenleser das + Zeichen irrtümlich für ein Doppelkreuz ansehen könnte.

Doppelkreuze wurden auf jeden Fall vermieden. Da die Sprachmelodie nicht in einer feststehenden Tonart gedacht ist, konnten sie im Bedarfsfalle durch enharmonische Verwechslung leicht entbehrlich werden, wengleich das Notenbild hierdurch gegebenenfalls auch etwas entstellt wird.

Desgleichen kommen in dem vorliegenden Notentext keine *Portamento*-Zeichen (—) über den Noten vor, wodurch hinsichtlich der Minuszeichen Irrtümer möglich wären.

Die in der Niederschrift angedeuteten Pausen sind nach musikalisch-metrischem Gefühl angeordnet und stützen sich nicht auf entsprechende Zeitgruppen bei den exakten Kurvenmessungen. (S. 61—64).

Taktstriche wurden vermieden und durch Phrasenzeichen (/) ersetzt.

Ein Glissando wurde nicht nach HORNBOSTEL durch einen Doppelbogen (\asymp) dargestellt, sondern durch einen einfachen Bogen. Das Glissando unterscheidet sich vom legato dadurch, daß es ausschließlich auf eine Vorschlagnote folgt. Diese Darstellung entspricht offenbar am besten der sehr schnellen Gleitbewegung beim Sprechen.

Akzentzeichen wurden nur für Silben gewählt, denen offenkundig eine hervorragende Betonung zufällt.

Bei der Betonung blieben wegen der Unzuverlässigkeit ihrer exakten Bestimmung vermittelt des Ohrs alle feineren Differenzierungen unberücksichtigt; es konnte daher von einer diakritischen Bezeichnung mehrerer Betonungsgrade abgesehen werden.

*Aus dem Phonetischen Laboratorium
des Seminars für Kolonialsprachen zu Hamburg
(Leiter: Dr. G. Panconcelli-Calzia)*

Ein Beitrag zur Reproduktion des Musikalischen Elements in der Ewe- sprache

VON

WILHELM HEINITZ, HAMBURG

Bei der Erforschung und der Erlernung mancher afrikanischen Sprachen, als Ewe, Yaunde, Tshi, Duala u. a. spielen bekanntlich die melodischen Tonhöhenunterschiede eine hervorragende Rolle.

Es besteht daher zweifellos ein großes Interesse, die in den betreffenden Sprachen vorkommenden musikalischen Eigenheiten nicht nur analytisch darstellen, sondern sie auch synthetisch und reproduktiv einwandfrei verwerten zu können.

Die Analyse der Melodie läßt sich von einem gesprochenen Redetext vermittelt des heutigen Instrumentariums durchaus exakt bestimmen. Die Ausmessungen der von Phonogrammen auf die Kymographiontrommel übertragenen Kurven stellen uns mit verhältnismäßig einfachen Mitteln ein reiches Material zur Verfügung. Sie geben uns gleichzeitig ein anschauliches Bild von den Tonhöhenbewegungen der menschlichen Sprechsprache.

Umfangreiche Versuche nach dieser, seiner eigenen Methode¹ machte vor allen W. E. PETERS².

Zum Vergleich stellte PETERS³ seinen Ausmessungen eines Ewetextes die von mir musikalisch notierte Melodie des gleichen Textes gegenüber.

Der Hauptzweck dieses Versuches bestand darin, für die Studenten afrikanischer Sprachen mit Tonhöhenbeziehungen eine Darstellung einfacher und instruktiver Art zu gewinnen, die sich gleichzeitig zu einer entsprechenden Reproduktion eignen sollte.

Zur Reproduktion solcher Aufzeichnungen im Musiknotensystem kann man sich natürlich der verschiedensten instrumentellen Mittel bedienen. Diese Auswahl wird allerdings nach

¹ W. E. PETERS: *Two Methods of Enlarging Gramophone Records*, Vox, 1913, S. 261.

² W. E. PETERS: *Researches on Phonetics*, Vox, 1914, S. 180.

³ U. a.: *Tonhöhenkurven einer grammophonischen Aufnahme der Ewe-sprache*. Vox, 1916, S. 57—82.

einer Reihe von Gesichtspunkten von vornherein beschränkt werden.

Die Reproduktion hat sich vor allen Dingen nach Möglichkeit anzupassen an die Klangfarbe, an die Tonhöhe und die Tondauer des Originals. Insbesondere zu berücksichtigen ist aber ein Moment der Tonhöhe: die Tonbewegung, insofern sie sich nämlich gleitend oder springend vollzieht.

Die Tondauer läßt sich ohne weiteres auf allen Musikinstrumenten wiedergeben.

Die Reproduktion der Tonhöhe mitsamt ihren Beziehungen zur gleitenden Tonbewegung der Sprechsprache ist jedoch ziemlich beschränkt.

Alle Instrumente mit konstantem Intervallverhältnis, als die chromatisch angeordneten Tasteninstrumente (Klavier, Harmonium), sowie alle gebräuchlichen Orchesterblasinstrumente versagen hier vollkommen.

Von Blasinstrumenten kämen hier höchstens ein paar orchestertechnische Illustrationsinstrumente in Betracht: die *Papagenoflöte* (eine Reihe chromatisch angeordneter Zungenpfeifen) und die sogenannte *Nachtigallenpfeife* (Lippenpfeife mit einem durch einen Kolbenzug glissando veränderlichen Volumen).

Allerdings ließen sich die nötigen gleitenden Tonbewegungen mit einiger Geschicklichkeit auf den Streichinstrumenten darstellen.

Was jedoch alle diese Instrumente zur Wiedergabe ungeeignet macht, ist die der menschlichen Stimme vollständig heterogene Klangfarbe.

Es ließe sich nun einfach die in einem Sprachtext enthaltene Melodie vokalisch wiedergeben. Hierbei macht es sich jedoch geltend, daß zumeist beim Sprechen von dem Sprecher keineswegs eine musikalische Phrase wahrgenommen wird. Weder beim naiven Aufnehmen noch Wiedergeben eines Sprechtextes wird die Beobachtung von vornherein auf eine Tonhöhenveränderlichkeit eingestellt.

Geschieht eine Reproduktion jedoch so, daß in ihr alle vermittelt genauer Beobachtung wahrnehmbaren Schwankungen wiedergegeben werden, so verliert das Ganze leicht den musikalischen Teil seines Charakters und nähert sich eben wieder dem Sprechen. Damit büßt eine solche Reproduktion aber zugleich wieder ihre Zweckmäßigkeit als Demonstrationsmittel ein.

Eine passende Vereinigung des Sprach- sowohl wie des Meloselements scheint jedoch erreichbar zu sein durch die menschliche *Pfeifstimme*.

Der Hinweis auf diesen Schluß wurde bei einem entsprechenden Versuch aus der Erfahrung gewonnen.

Die in der oben erwähnten Arbeit¹ niedergelegte Notation eines Ewe-Textes sollte auf ihre Richtigkeit hin subjektiv beurteilt werden von dem Sprecher, dem Sprachgehilfen VIKTOR TOSO am Kolonialinstitut zu Hamburg.

Der objektive Vergleich der Notenaufzeichnung mit den von PETERS mathematisch ausgemessenen Kurven hatte die annähernde Richtigkeit der Aufzeichnung inzwischen bestätigt.

Die melodische Tonfolge wurde dem Eingeborenen auf einem gewöhnlichen Harmonium in der Tenorlage dargeboten. Sie fand seine Zustimmung indes keineswegs.

Erst auf eine Reproduktion einiger Stichproben der Melodie • vermittelt Pfeifens mit dem Munde reagierte die Vp. nach Wunsch.

Die Fähigkeit dieses Ewemannes, die gepfiffene Reproduktion der Melodie seiner Sprache richtig aufzufassen, mag wahrscheinlich in Beziehung stehen zu seiner Kenntnis der Pfeiftrommelsprache des Tshi-Stammes.

Auf Befragen behauptete er indes, daß er sich auch in seiner Muttersprache (Ewe) lediglich vermittelt Pfeifens mit seinen Stammesgenossen verständigen könnte.

Es wurde infolgedessen eine entsprechende Versuchsanordnung getroffen, um

1. für die Behauptung der Vp. womöglich einen einwandfreien Beweis zu erhalten, und
2. an der Hand eines geeigneten Materials die Möglichkeit pfeifstimmlicher exakter Tonhöhendarstellung für Lehrzwecke zu prüfen.

Der Vp. wurde zunächst aufgetragen, einen beliebigen Text von zwölf unzusammenhängenden Sätzen in der Ewesprache niederzuschreiben.

Sie mußte alsdann die in dem Text vorkommenden Tonhöhen kontinuierlich in den Aufnahmetrichter eines gewöhnlichen (*Excelsior*-)Phonographen hineinpfeifen.

Auf diese Weise wurden zwei Aufnahmen gemacht, deren eine zu Versuchszwecken dienen sollte, wohingegen die andere für den späteren Wiedererkennungsversuch reserviert wurde.

Die Aufnahme fand statt am 27. Juli 1915, vorm. im Phonetischen Laboratorium zu Hamburg.

Das Kriterium bestand darin, daß die Vp. nach längerer Zeit ohne Zuhilfenahme des geschriebenen Textes dessen Bedeutung aus den gepfiffenen Phrasen rekonstruieren sollte.

Die längere Zwischenzeit war deshalb wünschenswert, weil es nicht ausgeschlossen ist, daß die Vp. dank eines vorzüglichen Gedächtnisses, das den schriftlosen Völkern bekanntlich eigen ist, die Aufgabensätze auch ohne Vermittlung des Pfeif-

¹ W. E. PETERS, *Tonhöhenkurven einer grammophonischen Aufnahme der Ewe-Sprache*, Vox, 1916, S. 57—82.

textes wiedererkennen würde. Diese Möglichkeit wäre allerdings trotz einer sehr langen Zwischenzeit noch nicht ganz beseitigt, und selbst dann noch nicht einmal, wenn die Sätze bei der Reproduktion in veränderter Reihenfolge dargeboten werden.

Die Vp. wird sich wahrscheinlich schon beim einmaligen eigenhändigen Niederschreiben eines so kurzen Textes neben dem Sinn und der Klangfarbe der Worte zugleich dessen Phrasierung fest einprägen können. Die Phrasierung allein aber vermöchte ihr zu genügen, die einzelnen Sätze wiederzuerkennen.

Dieser Möglichkeit käme in dem vorliegenden Falle noch zustatten, daß gleichlautende Phrasen in dem Aufgabentext nicht vorkamen.

Die Aufgabensätze

Als Textunterlage wählte die Vp. folgende zwölf Sätze in der Ewesprache:

1. *Ajika Komla yi?*
(Wohin ist Komla gegangen?)
2. *Nyemenye o.*
(Ich weiß es nicht.)
3. *Medu fufu egbe ndi.*
(Ich habe heute morgen Fufu gegessen.)
4. *Naka sakuviwo asv̄o egbe?*
(Was sollen die Schüler heute lernen?)
5. *Wofe nufiala mele afe o.*
(Ihr Lehrer ist nicht zu Hause.)
6. *Dzifo enye m̄af̄e var̄ato.*
(Der Himmel ist unsere wahre Heimat.)
7. *Nyee enye m̄o la, nyatefe la kple agbe la.*
(Ich bin der Weg, die Wahrheit und das Leben.)
8. *Afo ene li na Herodes.*
(Herodes hat vier Füße.)
9. *Mikplo h̄oa me kaba!*
(Kehret schnell das Zimmer!)
10. *Miva miyi afe l̄o!*
(Kommt, laßt uns nach Hause gehn!)
11. *O, magbo le ga adre me.*
(O nein, ich werde um sieben Uhr zurückkommen.)
12. *Yevuwo le aw̄a wom.*
(Die Europäer machen Krieg.)

Der erste Satz wurde auf beiden Walzen zweimal gepfiffen. Zur Untersuchung und Notation wurde jedoch nur die erste Wiedergabe herangezogen.

Um die Möglichkeit pfeifstimmlicher Tonhöhendarstellung

der Ewe-Sprache zu prüfen, wurde die Aufgabe des Wiedererkennens der gepfiffenen Sätze folgendermaßen variiert:

Die Pfeifmotive wurden nach dem Ohr auf ihre Intervalle hin bestimmt und von dem Phonogramm in gewöhnliche Musiknotenschrift übertragen (Vgl. Notentafel).

Eine exakte Kurvenausmessung mußte aus technischen Rücksichten vorläufig unterbleiben.

Handwritten musical notation for 12 variations of a whistle motif. Each variation is on a single staff with a treble clef and a key signature of one flat. The notation includes various rhythmic values, accidentals, and dynamic markings like 'pua' and '>+'. Some variations include triplets or slurs. The motifs are separated by dashed lines.

Notentafel

Die diakritischen Bezeichnungen dieses Notentextes, die sich grobenteils mit den von HORNBOSEL¹ vorgeschlagenen

¹ E. V. HORNBOSEL UND OTTO ABRAHAM: *Vorschläge für die Transkription, exotischer Melodien*. Sammelbände d. Intern. Musikgesellschaft, XI, 1.

decken, sind so gewählt, daß sie jedem Notenschriftkundigen ohne weiteres verständlich sind. Sie stimmen im übrigen mit denen überein, die in der Anmerkung zu meiner Notendarstellung in der Arbeit von PETERS¹ näher erläutert wurden.

Die in der Notentafel gegebene Notierung diente nun als Reiz für die pfeifliche Reproduktion seitens einer musikalischen Person, die jedoch die Ewe- oder irgend eine andere afrikanische Sprache nicht beherrschte.

Die so gewonnene Imitation sollte dem Ewemann ohne dessen Wissen zum eventuellen Wiedererkennen seiner derzeitigen Pfeifproduktion dargeboten werden.

Einige wichtige Bedenken machten sich jedoch hierbei geltend.

Um die Qualität der Imitation zu beanstanden, konnte es dem Ewemann eventuell schon genügen, daß der Klang der reproduzierenden Pfeifstimme härter oder weicher als der der seinigen war. Außerdem könnte er an irgend welchen Phrasenverschiebungen in der Imitation die Inkongruenz der beiden Aufnahmen entdecken.

Die rhythmisch-metrischen Verhältnisse im sprachlichen Melos spielen ja bekanntlich eine große Rolle. Ihre exakte Bestimmung nach der bloß akustischen Auffassung ist besonders schwierig bei fremdartigen Motivgebilden, wie sie die Sprachmelodie ohnehin, insbesondere aber die mancher afrikanischen Sprachen darstellen kann.

In Anbetracht dieser Schwierigkeiten und der in ihnen verborgenen Fehlerquellen wurde als Reiz für die Reproduktion der Pfeifphrasen des Ewemannes nicht nur die visuelle Form des fixierten Notentextes, sondern gleichzeitig auch die akustische des Phonogramms verwendet. Eine vollkommene Übereinstimmung der Imitation mit dem Original konnte aber auch so noch nicht erzielt werden. Eine Reihe von psychologischen und wohl auch physiologischen Momenten wird natürlich trotz der größten Vorsicht eine solche Wiedergabe beeinflussen; insbesondere ist es der immer wiederkehrende störende Einfluß der Vorstellung: einmal überhaupt rein musikalischer, und zum andern europäisch-musikalischer Intervallverhältnisse.

Andererseits dürfte eine Wiedergabe, wie die hier erwähnte, dadurch erleichtert werden, daß es wahrscheinlich nicht einmal auf eine peinlich scharfe Begrenzung der Intervalle ankommt.

Die Vp. hat z. B. den ersten Satz zweimal pfeiflich intoniert; aber weder diese beiden Phrasen, noch jene der ersten

¹ W. E. PETERS: *Tonhöhenkurven einer grammophonischen Aufnahme der Ewe-Sprache*, Vox, 1916, S. 81.

und der zweiten Aufnahme sämtlicher zwölf Sätze stimmen untereinander genau überein.

Betrachtet man die einzelnen Phrasen, so bemerkt man gleichfalls, daß die den verschiedenen Tonhöhen (Hoch-, Mittel-, Tiefen) entsprechenden Notenpunkte keineswegs konstant bleiben. Sie schwanken vielmehr nach europäischen Tonverhältnissen oft recht beträchtlich (vgl. Notentafel).

Diese Tatsache ist ja keineswegs unbekannt. Sie macht es aber wahrscheinlich, daß die Tonhöhen, bis zu einem gewissen Grade moduliert, immer noch in der ihnen zukommenden Bedeutung aufgefaßt werden können.

Eine solche Freiheit dürfte dagegen den zeitlichen Beziehungen der Phrasenmotive nicht zustatten kommen.

Der Versuch mit dem der Vp. dargebotenen Pfeiftext der zwölf Sätze, zwecks ev. Wiedererkennung ihrer Bedeutung fand am 18. Sept. 1915 vorm. im Phonetischen Laboratorium zu Hamburg statt. Die einzelnen Sätze wurden der Vp. von der ursprünglichen Reihenfolge abweichend dargeboten.

Der Versuch ergab folgende Resultate:

Nach der Imitation wurde von der Vp. zunächst nicht eine einzige der Pfeifphrasen in ihrer Bedeutung erkannt. Erst später, nach vielfach wiederholten Darbietungen auch des Originals, wurden die ersten beiden Phrasen der Imitation als richtig bezeichnet, jedoch ist diese Beurteilung natürlich nicht mehr einwandfrei.

Von dem Original wurden die Sätze 1 und 2 sofort, 5, 7 und 8 nach mehrfachen Wiederholungen, die übrigen sieben aber auch dann noch nicht erkannt.

Bei dem achten Satz wurde der Eigenname HERODES nicht wiedererkannt, beim fünften Satz verstand die Vp. schließlich die zweite Satzhälfte *mele afe o*.

Es ist möglich, daß die ersten beiden Sätze der Vp. von der Aufnahme her noch in Erinnerung waren, da es sich doch immerhin nur um einen Zeitraum von etwa zwei Monaten handelte. (27. Juli—18. Sept. 1915). Der größte Teil der Sätze war indessen sicherlich vergessen worden, denn die Vp. besann sich durchaus nicht auf den Namen HERODES, obgleich sie den übrigen Teil des Satzes (8) sofort wiedererkannte.

Natürlich ist zu verstehen, daß Eigennamen einer andern Sprache von vornherein nicht in Frage kommen können für eine Verständigungshülfe, wie es hier das Pfeifen der Sprachtonhöhen war.

Bei genauerer Prüfung stellte die Vp. fest, daß sie die Phrasen 10 und 11 bei der Aufnahme ungenau gepfiffen hatte, sodaß diese von ihr angeblich deshalb nicht wiedererkannt wurden.

Nicht ohne Einfluß auf die erhaltenen Resultate wird es

gewesen sein, daß eine phonographische Wiedergabe einer direkten mündlichen ohnehin an Deutlichkeit ziemlich nachsteht. Es ist deshalb sehr wohl denkbar, daß die Vp. gelegentlich einer Pfeifverständigung mit ihren Stammesgenossen, wie sie ja auch nochmal behauptet, bessere Resultate erzielt.

Bei genauerer Betrachtung der wiedererkannten Phrasen ergibt es sich, daß sich diese zunächst durch eine deutlich hervortretende Musikalität vor den meisten nicht wiedererkannten auszeichnen (Vergl. z. B.: Nr. 1, 2, 7, 8 in Fig. 1) und daß sie durchweg gebräuchliche Redensarten des täglichen Lebens darstellen.

Hierzu brauchte man den Satz Nr. 7: *Ich bin der Weg, die Wahrheit und das Leben* nicht zu rechnen, jedoch zeichnet sich grade dieser Satz durch eine scharfe Phrasengliederung aus.

Man kann indessen wohl annehmen, daß weder die Phrasierung noch die Musikalität für das eventuelle Wiedererkennen ausschlaggebend sind, vielmehr werden dabei ganz einfache psychologische Beziehungen zugrunde liegen.

Auf jeden Fall ist das Resultat, daß von den hier benutzten zwölf Sätzen fünf wiedererkannt wurden, nicht als entscheidend anzusehen für eine womögliche Verallgemeinerung, solange gepfiffene Aufnahmen eines Sprach(Ewe-)textes nicht auch von einem zweiten oder dritten Stammesgenossen der Vp. rekosniziert werden.

Daß die verwendete Imitation nicht den gewünschten Zweck erfüllte, darf natürlich für weitere ähnliche Forschungen nicht entmutigend sein.

Die Imitation beruhte zunächst auf einer dem Original schon nachgebildeten Reizgabe (dem akustisch übertragenen Melodietext) und außerdem noch auf einer qualitativ keineswegs ganz vollendeten Pfeifproduktion.

Es wäre wohl auch zweckmäßig, daß eine im ganzen noch sorgfältigere Nachahmung als die zu diesem ersten Versuch verwendete, ebenfalls andern Ewe sprechenden Eingeborenen zur Beurteilung dargeboten würde.

Erst diese weiteren Versuche könnten auch darüber entscheiden, wie die Resultate des hier behandelten Versuchs zu bewerten sind in dem Sinne, als sich einerseits:

bei der hier geprüften Vp. durch ihre langjährige Lehrtätigkeit gewisse subjektive Eigenheiten und Gewohnheiten geltend gemacht haben, die durchaus nicht unentbehrlich sind, von der Vp. jedoch beharrlich konserviert werden, oder als vielmehr andererseits:

die hier geprüfte Vp. durch den Einfluß des Umgangs mit der Missionarsprache nicht schon unsicher geworden ist im Gebrauch mancher Eigenarten ihrer Muttersprache.

(Bei der Redaktion am 20. September 1915 eingegangen)

Aus dem Seminar für Kolonialsprachen zu Hamburg

(Direktor: Prof. D. C. Meinhof)

THEORETISCHE UND EMPIRISCHE TONHÖHEN IM EWE

VON

CARL MEINHOF

Den Äußerungen von HERRN W. E. PETERS, *Vor.*, 1916, S. 57—82 über die musikalische Bewegung der Stimme in der Ewe-Sprache, die durch den Aufsatz von HERRN HEINITZ *Vor.*, 1916, S. 83—90 über die Pfeifsprache im Ewe ergänzt werden, möchte ich vom Standpunkt der afrikanischen Linguistik noch einige Worte hinzufügen:

In der Ewe-Sprache gehört die Tonhöhe so notwendig zu den Eigentümlichkeiten einer Wurzel, wie in andern Sprachen Konsonant und Vokal. Wurzeln mit tiefen und solche mit hohen Tönen sind in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle gar nicht miteinander verwandt. Die Tonhöhe wird also nicht benutzt, um Wurzeln zu differenzieren, die ursprünglich identisch waren. *Si* „die Hand“ ist hochtonig und *si* „welcher“ ist tieftonig. Beide Worte sind gerade so verschieden wie im Deutschen etwa: *Bier* und *Bär*, *Bild* und *balld*, *Biene* und *Bohne*, *Tinte* und *Tante*. Die Untersuchungen des Herrn PETERS können sich deshalb nicht darauf beziehen, zu ermitteln, warum die eine Wurzel tieftonig und die andere hochtonig ist. Das ist eine Frage, die ebenso schwer zu lösen ist, wie die andere, warum die verschiedenen Wurzeln der Sprache mit verschiedenen Konsonanten und Vokalen gebildet sind¹.

Trotzdem halte ich die Untersuchungen des Herrn PETERS und des Herrn HEINITZ für nützlich.

Eine einfache Beobachtung des Tatbestandes lehrt uns, daß nicht jede Silbe, die theoretisch tieftonig ist, in jedem Fall in der gleichen Höhe gesprochen wird. Natürlich handelt es sich ja nicht um absolute Tonhöhen, denn sonst könnten Kinder und Erwachsene, Männer und Frauen nicht die gleiche Sprache sprechen, es handelt sich vielmehr darum, welche Art der motorischen Anstrengung ein Mensch braucht, um

¹ Es ist mir bekannt, daß bereits WESTERMANN festgestellt hat, daß im Ewe gewisse Adjektiva tieftonig sind, wenn sie einen großen, und hochtonig, wenn sie einen kleinen Gegenstand bezeichnen. Ebenso weiß ich, daß im Duala die Tonhöhen im Hauptsatz anders sind als im Relativsatz, daß das Präsens andere Tonhöhen hat, wenn ein Objekt folgt, als wenn es absolut steht usw. Das alles ändert nichts daran, daß in weitaus den meisten Fällen im Ewe und einer großen Anzahl anderer afrikanischer Sprachen jede Wurzel ihre bestimmte Tonhöhe hat.

a fe n̄ a de b̄p̄e e fe ho klo n̄ a. Ho klo n̄ a de n̄ a fe n̄ a de si si da a a zi
 de ka n̄ e si a gbe. E si a mi s̄o gbe na n̄ ḡ nu la ku r̄ a e ye w̄o su su be na a
 te nu a da a zi e ve na ye ni ke ke de ka. E na k̄i ge d̄e e. Ho klo la da a mi
 e ye t̄wo e si a dri la me ga da a zi a de ke n̄ e gbe de gbe de o.

Graphische Darstellung der theoretischen Tonhöhen in einem Ewe-Text nach MEINHOF

eine Silbe auszusprechen. Diese Tätigkeit wird eine sehr verschiedene sein, je nachdem er einen Ton herausbringt, der sich ziemlich der unteren Grenze seiner Stimmlage nähert, oder ob er einen Ton wählt, der eine Quinte oder Oktave höher liegt.

Jedermann macht sich eine ungefähre Vorstellung davon, in welcher Tonhöhe jemand sprechen wird, wenn er ihn sieht, und ist überrascht, wenn etwa ein großer starker Mann in sehr hoher Tonlage und ein kleines Wesen in sehr tiefer Tonlage spricht. Diese Überraschung kann so stark sein, daß sie komisch wirkt. Daß wir einen derartigen Vorgang überhaupt als seltsam empfinden, beweist, daß wir in der Regel ziemlich richtig einschätzen, in welcher Stimmlage der andere sprechen wird, ehe wir seine Stimme gehört haben. Daraus ist aber von vornherein klar, daß es nicht schwer fällt, das Gesprochene richtig abzuschätzen, ob es für den betreffenden Redner hoch oder tief ist; hat er erst angefangen zu sprechen, so ist die Feststellung noch viel leichter. Wir merken sehr bald, welche Stimmlage dem andern bequem ist, und empfinden sofort, ob er sich bemüht, nach der Tiefe oder nach der Höhe zu von der bequemen Stimmlage abzuweichen. Ich habe in manchen Fällen die hohen Töne an dem Hochziehen der Augenbrauen und Aufreißen des Auges sehen können, wenn ich zu ungeschickt war, sie zu hören, und der Eingeborene die Worte öfter wiederholen mußte. Aber auch diese Stimmlage des Einzelnen bleibt nicht immer die gleiche. Dieselbe Versuchsperson wird nicht immer den Tiefton in der gleichen Tonlage sprechen, ebensowenig die übrigen Tonhöhen.

Die Untersuchung von Herrn PETERS bezieht sich also darauf, in welcher Weise die theoretisch zu sprechenden Tonhöhen tatsächlich in einem empirischen Satz gesprochen werden. Ich habe, um anzudeuten, wie groß dieser Unterschied ist, die theoretische Tonhöhe durch Akzente auf Seite 66 bezeichnet. Im Anschluß an die gebräuchliche Rechtschreibung bezeichnet hier den *Tiefton*, ein senkrechter Strich den *Mittelton*, der Akut den *Hochton*. \wedge bezeichnet *steigend-fallenden Ton*, \vee *fallend-steigenden Ton*.¹

Ferner habe ich unter genauer Beobachtung der theoretischen Tonhöhe eine Aufzeichnung der Tonhöhen versucht, in der Weise, daß ich (S. 92) den Tiefton durch eine Linie bezeichnet habe, die auf dem Blatt 6 mm tiefer steht als der Hochton. Die Linie für den Mittelton steht nur etwa 3 mm tiefer. Steigend-fallenden Ton in *ne* habe ich dadurch bezeichnet, daß ich den Zwischenraum von 6 mm, den ich für

¹ Diese letztere Form erscheint zufällig in dem gewählten Text nicht. Es wäre unrichtig, daraus den Schluß zu ziehen, daß im Ewe nur fallende, aber keine steigenden Töne vorkommen.

jede Silbe in der Breite bestimmte, geteilt habe, so daß z. B. auf den Hochton in diesem Falle nur etwa 3 mm und ebensoviel auf den Tiefton gekommen sind. Die Übergänge aus einer Tonlage in die andere habe ich absichtlich in der Zeichnung nicht angedeutet.

Wenn man diese Darstellung dessen, was theoretisch da sein müßte, vergleicht mit den Kurven, die die wirklich gesprochenen Tonhöhen ergeben, wird man verstehen, welches Problem hier vorliegt.

Es bleibt zu ergründen, warum die Eingeborenen im gegebenen Falle von der Tonlage abweichen, in der sie eigentlich sprechen müßten, wenn man die Töne der Wurzeln zu Grunde legt. Ich halte es für möglich, daß in vielen Fällen, wenn auch nicht immer, das Bestreben vorliegt, einen gewissen musikalischen Kontrast in einer kurzen Phrase zum Ausdruck zu bringen.

Sollte sich das bestätigen, so wäre es das Verdienst des Herrn PETERS, uns diesen Pfad gewiesen zu haben.

(Bei der Redaktion am 25. September 1915 eingegangen)

BESPRECHUNGEN

SCHÄFER, KARL L. — *Untersuchungsmethodik der akustischen Funktionen des Ohres*. Handbuch der physiologischen Methodik, 1914, 3. Band, Abt 3b, S. 204—394, 92 Fig.

Diese von dem Verfasser mit großem Fleiß durchgeführte Arbeit gibt in klarer Weise eine Übersicht über das behandelte Gebiet. SCHÄFER hat sicherlich damit ein Hand- und Nachschlagewerk im besten Sinne geschaffen.

Ohne überflüssige Umschweife führt er den Leser in das Wesentliche der zahlreichen Untersuchungsmethoden der akustischen Funktionen des Ohres ein. Nur gelegentlich tritt er selbst aus seiner Objektivität heraus, um mit scharfsinniger Kritik ein gegebenes Problem auch noch von einer anderen Seite zu beleuchten, als es bisher geschehen war, oder um Resultate vielseitiger eigener Untersuchungen anzuführen. Auf diese Weise verfährt er alsdann ähnlich wie in seiner *Einführung in die Musikwissenschaft*¹ eine Reihe von noch nicht endgültig gelösten Problemen und gibt damit dem Forscher willkommene Anregungen.

Erwähnt seien hier nur das Problem der bald so, bald so erscheinenden KUNDT'schen Staubfiguren (S. 310) und die noch weiter erforderlichen Untersuchungen der unharmonischen Zinkentöne der Stimmgabeln (S. 237). Hierbei weist der Verfasser nochmals darauf hin, wie noch immer gesündigt werde mit der Annahme, daß es von harmonischen Ober-Tönen reine Stimmgabeln gäbe.

Mit besonderer Sorgfalt erläutert SCHÄFER ein ausführliches Instrumentarium für akustische Untersuchungen.

Auch für die Phonetik insbesondere verdienen einige Abschnitte aus dem speziell-physiologischen Teile in SCHÄFERS Arbeit hervorgehoben zu werden. So z. B. die Frage über die subjektive Wahrnehmung von Tonschwankungen in der Sing- oder der Sprechstimme.

SCHÄFER gibt in bezug auf die Wahrnehmung einer Schwingungsreihe als Ton eine Anzahl sich allerdings widersprechender Resultate von verschiedenen Forschern. Zur Tonperzeption genügen dazu nach ABRAHAM 2 Schwingungen, nach PFAUNDLER ebenfalls 2, die sich jedoch wiederholen müssen. Diese Wiederholung stellt sich nach anderen Forschern aber als fehlerhaft heraus. EXNER findet nach SCHÄFER (Vergleiche S. 370) eine Tonwahrnehmung erst bei etwa 17 Schwingungen (C und e⁰).

Ferner ist für die Phonetik wichtig, daß nach SCHÄFER auch an Membranen Kombinationstöne zu beobachten sein sollen. —

Viele der angeführten physiologischen berühren sich natürlich bis zu gewissen Graden eng mit psychologischen oder psycho-physiologischen Methoden. Hierzu gehört ohne Frage die Unterscheidungsfähigkeit von Tonhöhendifferenzen. Davon wären dann eigentlich auch die Untersuchungen des absoluten Tonbewußtseins schlecht zu trennen. Als von PREYER gefundene Unterschiedsempfindlichkeit für Tonhöhen gibt SCHÄFER die Bruchteile einer Schwingung an. Diese Unterscheidungsempfindlichkeit wurde auch von SEASHORE (*The Measurement of Musical Talent*, *The Musical Quarterly*, New-York, Vol. I. Nr. 1. 1915, S. 129), den SCHÄFER indeß nicht anführt, bestätigt gefunden. SEASHORE hat aber durch Untersuchungen festgestellt, daß solche Differenzen nicht in die absolute Tonerinnerung eingehen, und daß somit von einem absoluten Tonbewußtsein eigentlich nicht die Rede sein könnte.

Im übrigen wird die Arbeit SCHÄFERS durch genaue Literaturangaben, sowie eine Reihe ausführlicher Schwingungszahlen-Tabellen und von anschaulichen Abbildungen zweckentsprechend ergänzt. HEINITZ

(Bei der Redaktion am 1. März 1916 eingegangen)

¹ Bd. 7 der *Handbücher der Musiklehre*, 1915, Breitkopf u. Härtel. (Referat *Vox*, 1916, S. 44).

WAIBLINGER, ERWIN. — *Beiträge zur Feststellung des Tonfalls in den romanischen Sprachen*. Halle, 1914, 22,5×15,5, 256 S., 19 graph. Darstell. — Hallenser Dr.-Diss.; S.-A. aus *Arch. f. d. ges. Psychol.*, XXXII, 167—256.

Mit offenbar großer Begabung ist der Verfasser in der vorliegenden Arbeit jenen Spuren seines Problems gefolgt, die auf noch ungeklärte Zusammenhänge psychologisch-akustischer Art hinleiten.

Er setzt sich zunächst mit der umfassenden Reihe von Forschern auseinander, die vor ihm auf diesem Gebiete gewirkt haben.

Zu der für sein Vorhaben wichtigen Charakteristik des Gegensatzes zwischen schreitender und gleitender Tonhöhenbewegung kommt er sodann zu folgendem Schluß (S. 177): Gesang und Sprache erscheinen als nicht wesentlich verschieden. Ihr Unterschied liegt hauptsächlich darin, daß die Sprache nur wenige musikalische Elemente besitzt (Tonika und Dominante), über diese dann aber naturgemäß häufiger und freier verfügt als die Musik.

In den Ausführungen über Satz- und über Wortton berührt der Verfasser alsdann die Tonhöhenverhältnisse in den afrikanischen Sprachen. Es könnte dabei aber mißverstanden werden, daß in diesen ein für allemal jedes Wort in einer bestimmten Tonhöhe gesprochen werden muß, die sich kaum verändert. Erstens steht noch nicht von allen uns im übrigen bekannten afrikanischen Sprachen fest, daß sie von Tonhöhen abhängig sind oder es früher einmal waren; zweitens kann sich in ihnen die absolute Tonhöhe verändern aus grammatischen, wie auch aus voluntaristischen Gründen.

Im ganzen betont Verf. die Wichtigkeit der Zusammenhänge zwischen Tonhöhe und Tonstärke und verweist zur Orientierung für das Studium der Tonstärke auf BENN, *Der deutsche Rhythmus und sein eigenes Gesetz*.

Als anschauliche Darstellung gibt Verf. eine Anzahl von Tonfallkurven, die am E. A. MEIER'schen Meßtisch bearbeitete Aufnahmen des Cavum oris zeigen. Bei der schematischen Darstellung des Kurvenmaterials hält der Verfasser leider die Konsonanten überhaupt für unwichtig bei der Bildung des Satztons und glaubt sie infolgedessen in einzelnen Kurven elidieren zu können. Es ist aber über die Frage noch nicht entschieden, ob nicht auch die Konsonanten Anteil an der Bildung der Sprachmelodie haben können. Auffällig zum mindesten sind doch schon die vom Verf. beobachteten Mulden in seinen Textkurven. Er hat daher lediglich von dem Gesichtspunkt seiner eigenen Zwecke aus recht, die Konsonanten zu streichen.

Verf. stellt alsdann fest, daß Tonlage und Umfang bei einem von zwei Franzosen gesprochenen Satz offenbar keine große Bedeutung haben. Es komme alles auf die Tonbewegung an.

Die Untersuchungen WAIBLINGERS ergeben ferner über wie unter der Haupttonzone je eine Nebentonzone, und somit die Frage, wie weit die unterschiedliche Lage gegeneinander die Satzstimmung beeinflußt.

Im ganzen ergeben sich Verf. vier Charakteristika der Parisischen Betonung: 1) mehr Kurvengipfel, 2) einheitliche Lage der Nebensilben innerhalb des Taktes, 3) mehr steigend beginnende Takte, 4) größere Intervalle.

Für die von WAIBLINGER bearbeiteten französischen Sprachproben gilt dann im allgemeinen (S. S. 215): Das Sedanische zeigt einen großen Formenreichtum, lebhafte Bewegung der Tonlinie erst am Schluß des Satzes, einen mäßig weiten Tonbereich. Dieser ist im Parisischen am größten, während der Ausdruckswert der Einzelform durchschnittlich im Nivernais den höchsten Grad erreicht. Im Laufe der weiteren Untersuchungen findet Verf., daß das Ohr, ähnlich wie in der Musik, die Elemente der Betonung zum Komplex, die Silbentöne zum Satzton verschmelze. Er faßt also die psychologisch-akustische Wirkung als ein Totalgefühl auf. In bezug auf die Analyse des vom Gehörseindruck geweckten Gefühls beschränkt sich Verf. darauf, die allgemeine Formel für die Werte der einzelnen aufgenommenen Tonbilder zu entwickeln, um diese erst später experimentell-psychologisch auf die Grade ihrer Subjektivität hin zu prüfen und zu korrigieren.

Für das Spanische hält Verf. die erhaltenen Unterschiede für zu groß, um einen Typus aufstellen zu können.

Auf S. 238 seiner Arbeit stellt Verf. den Satz auf: Je höher die Nebensilben eines Taktes bezüglich der Hauptsilbe liegen, desto mehr Ausdruckswert hat der Takt.

Die Ableitung der Haupttonsilben aus zusammengesetzten aber verstärkten Nebentonsilben ist allerdings eine geniale Kombination, die etwas sehr für sich gewinnendes hat. Sie ist aber doch mit Vorsicht aufzunehmen, da an sich das Problem der rhythmischen Elemente noch nicht ganz gelöst ist. Vorläufig darf man daher wohl noch keinen endgültigen Aufschluß erwarten über die letzten Gründe der Betonungsverschiebung innerhalb der prosaischen Sprache, die als unmittelbarster motorischer Gefühlsausdruck so modulationsfähig ist in bezug auf Starkton und Tonhöhe.

Was das Verhältnis der Starktöne unter sich im Satz betrifft, so bemerkt WAIBLINGER, daß diese auch nicht etwa gleichwertig sind. Diese Beobachtung läßt sich allerdings sehr deutlich an allen gesprochenen Phrasen machen. Sie scheint am besten vergleichbar zu sein den metrischen Phrasenverschiebungen in der Musik, z. B. $\frac{1}{4}$ - zu $\frac{2}{2}$ - oder 2 mal $\frac{2}{4}$ -Takt. (Vergl. hierzu auch *Die psychologische Wirkung von 2 Gruppen zusammengefaßten Schalleindrücken* bei GEORG DIETZE, WUNDT'S *Philos. Stud.* II, S. 393). Hiernach wäre es denkbar, daß wir beim Reproduzieren gleichfalls von einer Beanlagung beeinflusst würden, die Intensitäten zu differenzieren und infolgedessen den Starktonsilben in gesprochenen Sätzen unterschiedliche Werte beizulegen.

In der weiteren Beobachtung stellt Verf. dann (S. 254) das Prinzip auf: Je höher die Sprachtöne eines Satzes bezüglich der Primsilbe liegen, desto mehr Ausdruckswert hat der Satz.

Hierzu läßt sich sagen, daß sich praktisch die Verhältnisse auch anders darstellen könnten, wenn z. B. innerhalb einer Phrase der im Affekt fluktuierende Gerühlsverlauf spontan eine andere Richtung einschläge. Die von Verf. gemachten Schlüsse wären also zunächst nur gültig für die weniger komplizierten Verläufe, die ja allerdings in der Umgangssprache überwiegen.

Es ist im ganzen sehr zu rühmen, daß WAIBLINGER mit so großem Fleiß daran gegangen ist, einem Problem, das offenbar auf theoretischem Wege unlösbar ist, vermittelt der experimentell-phonetischen Methode näher zu treten. Darin liegt die Stärke dieser Arbeit, daß sie neben den rein subjektiv zu machenden Beobachtungen vermittelt des Ohrs eine Reihe objektiver Grundlagen darbietet, deren endgültige Bewertung allerdings wegen ihrer verhältnismäßig geringen Anzahl noch nicht zu erwarten ist.

HEINITZ

(Bei der Redaktion am 1. Februar 1916 eingegangen)

*Aus dem Phonetischen Laboratorium
des Seminars für Kolonialsprachen zu Hamburg*

(Leiter: Dr. G. Panconcelli-Calzia)

HAMBURGER PHONETISCHE VORTRÄGE

2.

ÜBER DIE PHONETISCHE SYSTEMATIK DES SANSKRIT

ŚAUNAKA: RIG-VEDA-PRATISĀKHYA

VON

ERNST BISCHOFF

Am 29. Januar fand im Phonetischen Laboratorium vor geladenen Gästen der *zweite* hamburger phonetische Vortrag¹ statt. Es waren sechsundzwanzig Zuhörer anwesend.

Professor MEINHOF begrüßt die Anwesenden und spricht seine Freude darüber aus, daß wieder eine so große Anzahl der Einladung gefolgt ist und daß sich zu den bisherigen noch neue Freunde der Phonetik gefunden haben. Er weist dann darauf hin, daß man die Phonetik als eine ganz moderne Wissenschaft bezeichnet, daß sie aber im Grunde doch so alt sei wie die Schrift, weil eine gute Schreibung natürlich die Unterscheidung der Laute zur Voraussetzung habe, und diese Unterscheidung sei ja eigentlich das Wesen der Phonetik. Man habe natürlich nicht mit einer historischen, sondern mit einer phonetischen Schreibung begonnen, und es sei auch heute noch für den Phonetiker wichtig, die verschiedenen Schreibarten zu studieren, die es in der Geschichte gegeben hat. So kann man z. B. feststellen, daß bei der Erfindung der hebräischen und griechischen Schrift recht gute Lautbeobachtungen gemacht worden sind. Die Vorliebe des Inders für theoretische Untersuchungen, hat ihn nun dazu veranlaßt, nicht nur für das Sanskrit eine gute phonetische Schreibung zu erfinden, sondern auch ein wissenschaftliches System dieser Schreibung aufzustellen.

Deshalb begrüßt der Vorsitzende es mit besonderer Freude, daß Herr Dr. Bischoff der Versammlung Mitteilung machen will, über das älteste uns bekannte System der Phonetik, nämlich das Indische. Herr Dr. Bischoff ist über die experi-

¹ Über den ersten Vortrag vgl. *Vox*, 1916, S. 45—54.

mentelle Psychologie zur Phonetik gekommen und wird also helfen können, die Brücke zwischen diesen beiden Wissenschaften zu schlagen. Die Eingeborenen, die im Kolonialinstitut arbeiten, sind bisher nur in phonetischer Hinsicht untersucht worden, und es würde sehr wertvoll sein, sie im Dienste der Völkerpsychologie, psychologischen Studien zu unterwerfen.

Hierauf erteilt der Vorsitzende Herrn Dr. Bischoff das Wort.

Bei der Behandlung phonetischer Probleme reicht für den modernen Forscher die Literatur nur selten über die letzten 50 bis 60 Jahre hinaus.

So könnte es den Anschein erwecken, als ob solche Fragestellung in unserer Zeit aufgetaucht sei. Diese Auffassung ist aber durchaus falsch, ja fast könnte man sagen, ganz im Gegenteil sei das Interesse für phonetische Fragen früher ein viel größeres gewesen, als es auch heute noch der Fall ist. Dieses früher bezieht sich allerdings auf eine weit, recht weit zurückliegende Zeit. Fast zwei Jahrtausende hindurch schien es so, als ob auf dem Gebiete, das wir heute Phonetik nennen, alle gestellten Fragen mehr oder weniger gelöst seien.

Das hing damit zusammen, daß Religion, Kunst und Wissenschaft zu einem gewissen äußerlich formalen Abschluß ihrer Ausdrucksmethoden gekommen waren. Und bei weitem mehr als die Entstehung und die Form des Wortes stand im Vordergrund des Interesses die Frage nach dem Zusammenhang von Wort und Begriff.

Bald nach ARISTOTELES beschäftigte diese Frage die nacharistotelischen Schulen. Und sie entwickelte sich im Mittelalter in der Form des Universalien-Streites zu einer Frage, die damals die ganze wissenschaftliche Welt aufs tiefste erregte.

Einen rechten Abschluß hat die Behandlung dieser Frage damals nicht gefunden und auch heute noch stehen wir ihr so gegenüber, daß wir sie am liebsten nur mit einigem Vorbehalt behandeln, und meist bei ihrer Behandlung bei der Frage nach dem Ding an sich enden.

In der Geschichte der abendländischen Wissenschaft liegt die Blüte der phonetischen wissenschaftlichen Entwicklung bei den Römern etwa in der Zeit CICEROS, bei den Griechen in der Zeit der Sofisten.

Natürlich zeigen diese beiden Abschnitte einen weitgehenden inneren Zusammenhang. Das Ziel der Bestrebungen waren in dieser Zeit nicht eigentlich wissenschaftliche Probleme, vielmehr in erster Linie politische Interessen. Man wollte durch schöne Reden Einfluß auf das Volk gewinnen, auch wenn man damit eine gute Sache schlecht oder eine schlechte Sache gut machte. Solche Ziele stellte sich der Unterricht in der Rhetorik, daneben

wurden phonetische Fragen behandelt in der Lehre von der Dichtkunst, in der Poetik.

Einem ganz anderen Interessengebiete entsprangen phonetische Untersuchungen in der Welt des Orients. Hier gaben zur Feststellung von Sprachregeln Anlaß die religiösen Motive: Um den Koran richtig lesen und vorlesen zu können, bedurfte es bestimmter Sprachfertigkeiten, und so finden wir im Arabischen und Persischen Werke über Phonetik.

In der indischen Religion war die Überlieferung der heiligen Lehre in der Schriftform an die Schüler verboten und diese mußten daher mündlich gelehrt werden.

So entsprang dann auch hier religiösen Interessen das von bekannten, alten Phonetikern am besten durchgearbeitete, wohl so älteste phonetische System, das wir im Sanskrit finden.

Die phonetische Grundlage dieser Sprache ist eine so überraschend weit ausgedehnte und breit ausgearbeitete, daß man fast sagen möchte diese Wissenschaft habe seitdem, bis zu ihrer neuen methodischen Entwicklung unserer letzten Zeit keinen wesentlichen Fortschritt gemacht.

Wir sind in der glücklichen Lage neben einer Reihe auf dem Gebiete der Phonetik liegenden Äußerungen der Sanskritgelehrten wie des PĀṆINI hier ausführliche Lehrbücher der Sanskrit-Phonetik erhalten zu haben, eines von ihnen führt den Namen Rig-Veda-Pratiśakhya.

Wir werden die Entstehung dieses Lehrbuches etwa in das Jahr 600 vor Chr. festlegen können, also für eine Zeit, in der für das Abendland eben im kleinasiatischen Gebiete die Geschichte der Philosophie beginnt.

Wesentlichen Einfluß auf die Entstehung dieses Lehrbuches hatte ein alter Gelehrter ŚĀKALYA und dessen Sohn. In ihrer Schule fanden die Regeln der Phonetik eine allgemeine und spezielle Behandlung.

Sie fanden um die erwähnte Zeit in ŚAUNAKA einen Bearbeiter, der ihnen die Form gab, die im wesentlichen uns heute noch erhalten ist.

Dieses Lehrbuch des ŚAUNAKA fand später einen Bearbeiter in UVĀTA, der ihm auch ein sorgfältiger Commentator wurde.

Ins Deutsche übersetzt gab MAX MÜLLER eine Bearbeitung heraus im Jahre 1869 unter dem Titel Rig-Veda-Pratiśakhya, das älteste Lehrbuch der vedischen Phonetik, Leipzig, F. A. Brockhaus.

Es standen ihm dafür zur Verfügung:

1. Eine in seinem Besitz befindliche Handschrift des Textes.
2. Die in Handschrift E. I. H. 1353 befindliche Abschrift des Textes.
3. Die in seinem Besitz befindliche Handschrift des Commentars.

4. Die Handschrift E. I. H. 28, die den Commentar ohne Text enthält.
5. Eine Handschrift, welche Dr. F. HALL der Bodleyanischen Bibliothek geschenkt hatte.
6. Eine weitere Handschrift derselben Bibliothek.
7. Ein von EGGELING in einer Kollektion eines Grantha-Manuskripts gefundenes Manuskript des Commentars.

SAUNAKAS Arbeit besteht in der Müllerschen Darstellung aus 1074 Zeilen, die zu 537 Doppelzeilen zusammengefaßt sind. Sie sind angeordnet in 3 Adhyayas zu je 6 Patalas zu 1—12 Vargas. Den Beginn des Werkes bildet eine Anrufung Gottes in der folgenden Form (Fig. 1).

॥ ॐ ॥

॥ नमः श्रीगणेशाय ॥

परावरे ब्रह्मणि यं सदाहुर्वेदात्मानं वेदनिधिं मुनीन्द्राः ।

तं पद्मगर्भं परमं त्वादिदेवं प्रणम्यर्चो लक्षणमाह (शैनकः) ॥ १ ॥

„Nachdem er sich vor dem höchsten ersten Gott, dem Lotusgeborenen, verneigt hat, vor ihm, den die grössten Weisen von Anfang bis zu Ende des Veda stets den Veda-Geist und den Veda-Hort nennen, so verkündet er (Saunaka) die Form der Rig-Verse.“

Fig. 1.

UVAṬA gibt in seinem Commentar dann den Ursprung des Werkes an: SAUNAKA habe es im Naimishwalde bei einem Opfer vorgetragen. Die Nützlichkeit eines solchen Werkes gehe daraus hervor, daß die vorgetragenen Lehren für einen Brahmanen unerläßlich seien. Ein Brahmane müsse nämlich den Veda auswendig lernen, studieren, repetieren, beim Opfer hersagen und endlich wieder seine Schüler lehren. Beim Studieren des Veda sind aber zwei Dinge zu berücksichtigen, Form und Gestalt, ohne eine vorherige Kenntnis der Form sei eine Kenntnis des Inhalts unmöglich.

Eine Ergänzung zu diesen Worten gibt ein Ausdruck im Anfange der Mundaha-upanishad: Zwei Wissen sind zu wissen, so ist's, was die Brahmaheweisen sagen; ein höheres und ein niederes. Das niedere ist der Rig-Veda, Yagur-Veda, Sama-Veda, Athara-Veda, die Lehrbücher der Phonetik, des Ceremoniells, der Grammatik, der Etymologie, der Metrik und der Astronomie. Das höhere Wissen ist das, wodurch das Vergängliche begriffen wird.

Zu Anfang der Sanhiti-Upanishad der Taittiriyas findet sich eine andere seine Bedeutung ergänzende Stelle: Ja die richtige

Aussprache und das richtige Verständnis ist beim Wissenteil von größerer Wichtigkeit als beim Werkteil denn, wenn beim Hersagen der Hymnen ein Fehler gemacht wird, so läßt sich dies durch Buße wieder gut machen, aber für falsche Erkenntnis gibt es weder Rettung noch Buße. *Als Titel der einzelnen Gegenstände der Phonetik werden angegeben: Varnah — Buchstabe, Svarah — Accent, Matra — Quantität, Balam — Intensität, Sama — Gleichmäßigkeit des Vortrags, Santanah — Verbindung der Buchstaben.*

Eine in das Gebiet der Erkenntnis-Theorie hineinreichende Frage berührt ŚAUNAKA dann in folgendem: Mit Hinsicht auf die Einheit des Selbst streiten ŚURAVIRA und sein Sohn über die Rangordnung von Stimme und Geist. Ein anderes Werk gibt darüber folgende Auskunft: ŚURAVIRA MĀNDUKEYA sagt, die Stimme ist das Erste, der Geist das Zweite, der Atem die Einheit; aber sein Sohn, der älteste, sagt: Nein der Geist ist das Erste, die Stimme das Zweite, denn zuerst denkt man mit dem Geist und dann spricht man mit der Stimme und deshalb ist der Geist das Erste und die Stimme das Zweite, und der Atem allerdings die Einheit.

In diesen Ausdrücken liegt neben den erkenntnis-theoretischen Überlegungen zugleich die physiologische Betrachtung, daß für das Sprechen der Atem das die Einzelheiten der Laute verbindende Mittel ist.

Als eine Art Inhaltsangabe fährt ŚAUNAKA weiter fort: Die Schwere, die Leichtigkeit, das Gleichmaß, die Kürze, die Länge, die Auslassung, die Hinzufügung, die Veränderung, die Prakriti, der Vikrama und der Krama, der Schleifton, der Hochton, der Tieftton, das Schallen, das Tönen und ihre Verbindung: dies alles muß der, welcher die Vedasprache liest, genau kennen. Die Kenntnis der Metra, ihre Form, die Kenntnis ihrer Wesenheit, die Allgegenwart der Metra, und die (durch sie bewirkte) Erlangung des Himmels und der Unsterblichkeit: damit man diese begreife, so werde ich im Folgenden dieses ganze Lehrbuch vortragen.

Diesem Schluß der Einleitung schließt sich der Schluß des ganzen Pratiśakhya an gleichsam mit einer Art Apotheose in den letzten Versen des Wortes: Wer diesen Unterschied der Metra kennt, und die Trishtubh-(schwer) artigen und Gagati-(leicht) artigen Wesen und alle Formen der Reihe nach, der kriegt den Himmel von ihnen und dann die Unsterblichkeit.

Den Beginn des sachlichen Teils stellt eine Angabe und Aufzählung der einzelnen Laute dar, die ein Bild der Anordnung von ŚAUNAKAS Sanskrit-Alphabet geben. Fig. 2 zeigt diese Anordnung in der Form des Textes.

अकारकोरावि उ ए औ ऐ औ पदाद्यन्तयोर्नल्कारः¹⁾ स्वरेषु ।

आकारादीन्दीर्घरूपान्द्वितीयान् ह्रस्वेषु पंचस्वपि तानि संति ॥ ९ ॥

„A, ri, i, u, e, o, ai, au (dies sind die Vokale, die Svaras).

Li, am Anfang und Ende von Worten, gehört nicht zu den Vokalen (d. h. ā kommt als Vokal nur im Inlaut vor).“²⁾

Zu diesen kurzen Vokalen (erkenne man) ā, ri, i, ū, ā, welche lang sind, als die Zweiten, die Dvityyas.

Diese langen Vokale (dirghāni) finden sich bei fünfen“ (also bei a, ri, i, u und ā).

कखी गघी ङ चछी जझी ञ टठी डढी ण तथी दधी न ।

तफी बभौ म यरलवा हश्षसा अः ×क ×प अं इति वर्णराशिः क्रमश्च³⁾ ॥ १० ॥

„K und kh, g und gh, N; k und kh, g und gh, ū; t und th, d und dh, n; t und th, d und dh, n; p und ph, b und bh, m; y, r, l, v; h, s, sh, s; h (i. e. der Visarganiya), χ (i. e. der Gilvāmūliya); φ (i. e. der Upadhmaniya), m (i. e. der Anusvāra)⁴⁾; dies ist die Buchstabenmenge und die Reihentolge.“⁵⁾

Fig. 2.

Fig. 3 in der Anordnung eines modernen Lehrbuches (STENZ-
ER-PISCHEL, Elementarbuch der Sanskritsprache).

Das Sanskrit (samskr̥tam) wird meist in dem Nāgarī-Alphabet geschrieben, das aus folgenden Silbenzeichen besteht:

a) Vokale und Diphthonge: अ a, आ ā, इ i, ई ī, उ u, ऊ ū, ऋ r, ॠ ṛ, ए e, ऐ ai, ओ o, औ au.

b) Konsonanten und Halbvokale:

1. Gutturale: क ka, ख kha, ग ga, घ gha, ङ ṅa.
2. Palatale: च ca, छ cha, ज ja, झ jha, ञ ṅa.
3. Cerebrale: ट ṭa, ठ ṭha, ड ḍa, ढ ḍha, ण ṇa.
4. Dentale: त ta, थ tha, द da, ध dha, न na.
5. Labiale: प pa, फ pha, ब ba, भ bha, म ma.
6. Halbvokale: य ya, र ra, ल la, व va.
7. Zischlaute: श śa (palatal), ष ṣa (cerebral), स sa (dental).
8. Hauchlaut: ह ha.
9. ँ Anusvāra, ृ Anunāsika, ः Visarga.

ळ ḷa (cerebral) in Vedaschriften.

Die in a. angeführten Zeichen gelten für die Vokale und Diphthonge im Anlaut. In Verbindung mit vorausgehenden Konsonanten wird अ a nicht besonders geschrieben, die übrigen auf folgende Weise: का kā, कि ki, की kī, कु ku, कू kū, कृ kr̥, कृ kṛ, क्ल ke. कै kai, को ko, कौ kau.

Fig. 3.

Für den Phonetiker besonders interessant und übersichtlich ist die Anordnung der 25 Konsonanten.

Im Sanskrit heißen diese Konsonanten *Sparsa*, das heißt Berührung. Diese Bezeichnung zeigt ganz deutlich, daß der für die physiologische Beurteilung der Aussprache grundlegende Punkt richtig erkannt ist, nämlich daß diese Konsonanten so zustande kommen, daß gewisse Teile des Sprachorgans sich berühren.

Die Reihenfolge in der Anordnung dieser Konsonanten zeigt nun auch weiter, daß die maßgebenden Berührungsstellen in psycho-physiologisch relativ einwandfreier Weise festgestellt worden sind. Die heutige Bezeichnung der einzelnen Gruppen von je 5 Konsonanten zeigt das.

Die erste Gruppe umfaßt die gutturalen, die Kehllaute, — die zweite die palatalen, die Gaumenlaute — die dritte die zerebralen das heißt die gegen das Gaumendach gesprochenen Laute — die vierte die dentalen, das heißt die Laute, bei denen die Zunge die Zahnwurzeln berührt — die fünfte die labialen, das heißt diejenigen, bei denen die beiden Lippen einander berühren.

Die Anordnung ist also so getroffen, daß die Linie systematisch und in geordneter Folge von hinten von der Kehle bis nach vorn zu den Lippen geht. Diese Anordnung wurde von den Sanskritgelehrten gefunden wesentlich nach der Methode der Selbstbeobachtung, die durch die objektive Beobachtung beim Sprechen ergänzt wurde. ŚAUNAKA sagt über die Laute dieses Alphabetes:

XXXIX. Das *a* ist in der Kehle (*kanthya*); *a* und *ā*.

XL. Ebenso zwei von den Ushmans (*flatus*), der erste und fünfte.

XLI. Einige nennen diese zwei *h urasya*, Brustbuchstaben.

XLII. *Ri* und *li*, sodann der sechste *Flatus* (der *Gihvamuliya*), diese sind *Gihvamuliya*, Zungenwurzelbuchstaben, und ebenso die erste Reihe, *k, kh, g, gh, n*.

XLIII. *E* und die *ca*-Reihe (*ca, cha, ja, jha, ñ*) *i* und *ai, yas*, sind Gaumenbuchstaben, *talavya*.

XLIV. *Sh* und die *T*-Reihe, also *ṭ, ṭh, ḍ, ḍh, ṇ* sind Gaumenbuchstaben.

XLV. Die *T*-Reihe wird da, wo die Zähne wurzeln, ausgesprochen: *t, th, d, dh, n*.

XLVI. Ebenso *s, r* und *l*. Auch diese sind Zahnwurzelbuchstaben.

XLVII. Einige nennen das *r varsya*.

XLVIII. Der Rest besteht aus Lippenbuchstaben (also *u, u, o, au, p, ph, b, bh, mv*) mit Ausnahme der Nasenbuchstaben (*nasikya*).

XLIX. Nämlich des Nasikya, der Yamas und des Anusvara.

L. Dies sind die Stellen, wo die Buchstaben ausgesprochen werden.

Die K-Reihe ist ausdrücklich als Zungenwurzelbuchstabenreihe bezeichnet, die palatale Reihe als Gaumenbuchstabe, die zerebrale Reihe als Gaumendachbuchstabe, die dentale Reihe wird da, wo die Zähne wurzeln, ausgesprochen; so heißt es ausdrücklich. Zu den Lippenbuchstaben rechnet er außer den labialen Konsonanten auch die Vokale u, o und den Diphthong au, auf Grund gewiß der Beobachtung, daß die Lippen gegenüber der Aussprechung des a bei u, o und au in eine entsprechende Tätigkeit treten.

Die allgemein-physiologische Darstellung findet sich im 13. Patala. Sie lautet in der Übersetzung:

DCCIX. Der Atem ist Wind, der Nachdruck kommt aus dem Unterleib; beim Öffnen und Schließen der Kehrlitze wird der Wind zu Hauch oder Ton.

DCCX. Oder der Wind nimmt beide Eigenschaften an zwischen den beiden.

DCCXI. Diese drei sind die Arten der Buchstaben.

DCCXII. Hauch für die Geräuschlosen (die harten, dumpfen, tonlosen Buchstaben).

DCCXIII. Für die übrigen Ton.

DCCXIV. Für die Spiranten und Auspiranten, Hauch und Ton.

DCCXV. Was ihre Dauer betrifft, das ist unter Nada gesagt.

DCCXVI. Die (weitere) Unterscheidung (der Buchstaben) heißt Karana, das Machen.

DCCXVII. Jetzt folgen die Arten des Karana: Berühren welches nicht verweilt.

DCCXVIII. Unvollkommenes Berühren aber für die vier, welche dem h vorhergehen.

DCCXIX. Für Vokale, Anusvara und die Ushmans gilt verweilendes Nichtberühren.

DCCXX. Einige Lehrer sagen, daß dem Kehl-Ushman das Verweilen nicht zukommt.

DCCXXI. Der Wind, der ein und derselbe ist, nimmt, indem er beim Zusammentreffen mit der Eigenschaft, d. h. dem Willen des Sprechers, zum Laut wird, faktisch viele Formen an, vermöge der Verbindung mit der jedesmaligen Eigenschaft.

Über die Aussprache findet sich weiter die folgende Bemerkung:

DCCCXXIII. Möge man die anderen Vokale in demselben

Zustände sprechen, in welchem das a hervor-
gebracht wird. Denn dies nennt man richtig.
Die andern Buchstaben, die Konsonanten,
suche man stets auszusprechen, als wenn ihnen
ein a folgt, denn dies ist das Richtige.

Diese physiologische Darstellung wird ergänzt durch die mehr
psycho-physiologischen Betrachtungen über die Schnelligkeit
des Sprechens, das Tempo. Die Einheit für die messende Be-
stimmung bildet der kurze Vokal:

XXCIII. Ein kurzer Vokal ist eine Matra.

XXX. Ein langer Vokal hat zwei Matras.

XXXI. Der Plutavokal, sagt man, hat drei Matras.

XXXIV. Die längere Svarabhakti (der gebrochene Vo-
kal, den man unwillkürlich hinter r und l
ausspricht, wenn man Hirse oder Milch sagt)
ist eine halbe Matra.

XXXVI. Die andere Svarabhakti ist eine viertel Matra.
Für die objektive Messung dieser Matra finden
sich die folgenden Angaben:

DCCLIV. Die Lehrer geben drei Arten von Stimmen
an: die langsame, die mittlere und schnelle.

DCCLV. Auch lehren sie, daß im Wechsel der Art der
Stimme der Unterschied gewisser Opferhand-
lungen liege.

DCCLVI. Bei jeder der drei Arten der Stimme tritt eine
besondere Matra ein.

DCCLVII. Beim Memorieren gebrauche man die schnelle
Art, beim Opfer die mittlere, beim Unterricht
der Schüler jedoch die langsame Art.

DCCLVIII. Der Holzhäher gibt eine Note von einer Matra,
die Krähe eine Note von zwei Matras, der Pfau,
wisse man, hat drei Matras.

Über die Tonhöhen finden sich die folgenden Angaben:

CLXXXVII. Der Udâtta, der Anudâtta und der Svarita
sind die drei Akzente. Sie gehören den Sylben
zu und werden vermittelt der Anspannung,
Senkung und des Anhaltens (der Sprechorgane)
hervorgebracht.

Udâtta der aufsteigende Hochtton, Anudâtta der Hochtton, und
der Svarita der Tiefstton. Unter diesen Akzenten sind nicht die
Bedeutung des Wortes beeinflussende Tonhöhen zu verstehen,
sondern eine lediglich für die Deklamation in Betracht kommende
Betonung, wie das hervorgeht aus den Vorschriften über die For-
malitäten des Unterrichts, wo es unter anderem heißt:

DCCCXXXVI. Und zwar spricht der Lehrer hierbei jedes
Wort, welches nur den Hochtton hat, bloß aus
einem Vokal besteht, nicht den Kshaipra-

sandhi hat, oder iti nach sich verlangt, zwei Mal aus.

DCCCXLII. Darauf mögen alle Schüler ohne Unterbrechung repetieren, und zwar durchweg mit dem ebenen Hochton.

Bei diesen außerordentlich ins einzelne gehenden Vorschriften war es natürlich, daß ihre Befolgung auf außerordentliche Schwierigkeiten stieß und deshalb bedurften die Fehler, die gemacht werden konnten und gemacht wurden, einer eigenen Behandlung. Die Zahl der angeführten Fehler ist eine außerordentlich große. Sie werden in der folgenden Weise behandelt.

DCCLX. Der Fehler Nirasta tritt ein beim Wegziehen des passiven und aktiven Organs.

DCCLXI. Beim Ausdehnen und Zusammenziehen entstehen die Fehler Vyasa und Pidana.

DCCLXII. Das was man geschlossen mit den Lippen ausspricht, ist der Fehler Ambukrita.

Und so geht es fort. Eine endlose Reihe bis schließlich der Verfasser selber zu dem abschließenden Resultate kommt:

DCCXX. Es ist unmöglich der Zahl nach das Ende der Fehler zu bestimmen, welche durch Verbindung von Vokalen entstehen oder von übrigen.

Und etwas scherzhaft pro domo mutet die Bemerkung an:

DCCXXV. Es kann aber aus diesem Lehrbuch heraus die ganze Beschaffenheit von einem tüchtigen Mann wohl erlernt werden.

Über die Grammatik finden sich die folgenden Bemerkungen:

DCIC. Das Nomen, das Verbum, die Präposition, die Partikel, vier Wortklassen nennen die Wortkundigen.

DCC. Das ist ein Nomen, womit man ein Wesen bezeichnet.

DCI. Das ist ein Verbum, womit man ein Sein bezeichnet; dies ist eine Wurzel.

DCCII. Pra, abbi, a, para, nih, duh, anu, vi, upa, apa, sam, pari, prati, ni, ati, adhi, su, ut, ava, api sind die zwanzig Präpositionen, welche zusammen mit den beiden andern, dem Nomen und den Verben, eine Bedeutung haben.

DCCIII. Die Übrigen sind Nipatas.

DCCIV. Von den zwanzig Präpositionen sind die neun einsilbigen hochbetont.

DCCVII. Das Nomen drückt eine Handlung aus, die Präposition macht einen Unterschied, das Nomen benennt ein Wesen, die Partikel füllt die Versteile.

Es ist nicht uninteressant diese sehr wenig umfangreiche grammatische Bearbeitung zu vergleichen mit der so umfangreichen und so sehr ins einzelne gehenden Bearbeitung nach den Gesichtspunkten der Phonetik hin.

Eine geradezu überraschend reiche Ausbildung hat im Sanskrit die Behandlung der Erscheinung erfahren, die in der Sprache sich finden, wenn der eine Laut dem anderen oder das eine Wort dem andern folgt. Im Sanskrit heißt diese Erscheinung des Aufeinanderfolgens zweier Worte Sandhi — die Vereinigung. Und hieraus bildete sich dann das Sandhi, eigentlich also Vereinigungsregeln. In der weiteren Entwicklung der Sprachlehre hat man nun auch die Ursache zu diesen Erscheinungen mehr betont und wir nennen sie jetzt Wohllautregeln.

Umfang und Bedeutung dieser Regeln für das Sanskrit gehen daraus hervor, daß die Hälfte aller Verse der Phonetik diesen Wohllautregeln gewidmet ist.

SANDHI IN BEISPIELEN

Vokale im Auslaut und Anlaut:

a + i wird e: na icchati wird necchati (er wünscht nicht):

न इच्छति नेच्छति

a + u wird o: tatra uvāsa „ tatrovasa (dort wohnte er):

तत्र उवास तत्रोवास

a + e wird ai: tathā eva „ tataiva (gerade so):

तथा एव तथैव

a + o wird au: sā osadhī „ sausadhī (dieses Heilkraut):

सा औषधिः सौषधिः

Konsonanten im Aus- und Anlaut:

ca, cha, ja und jha werden im Auslaut ka: praç wird prak

च छ ज भ क प्राच् प्राक्

(östlich)

r und s werden im Auslaut Visarga: punar wird punah (wieder)

र स् पुनर् पुनः

Tönende Konsonanten vor tonlosen Lauten werden tonlos:

apad kāle wird apatkale (zur Zeit des Unglücks)

अपद काले अपत्काले

Tonlose Konsonanten vor tönenden werden tönend:

apatat bhuvī wird apatadbhuvī (er fiel auf die Erde)

अपतत् भुवि अपतद्भुवि

Tonlose und tönende Konsonanten vor nasalen werden nasal:

ṣaṭ māsān wird ṣaṣmāsān (sechs Monate)

षट् मासान् षण्मासान्

Sandhi im Worte:

t (त) und th (थ) als Anlaute von Suffixen werden hinter tönenden Aspiraten tönend und nehmen die Aspiration auf sich:

budh + ta wird buddha (erwacht)

बुध् + त बुद्ध

Die Sanskritphonetik zieht außer den erwähnten Gebieten in den Kreis ihrer Betrachtungen auch die Lehre von den Metren; auch diese ist hier ganz außerordentlich weit ausgedehnt.

In der modernen Wissenschaft hat dieses Gebiet teilweise recht eingehende Untersuchungen erfahren durch seine Beziehungen zur Psychologie und Physiologie des Rhythmus und von da aus zum Zeitproblem.

Um nur ein oberflächliches Bild zu geben von dem was ŚAUNAKAS Rig-Veda-Prātisākhya über die Metren bringt, genüge es hier, eine Tafel über die Namen vorzuführen, bei der zugleich Einzelheiten über die Anzahl der Silben enthalten sind.

Liste der im Prātisākhya erklärten Metra.

- | | |
|--------------|--|
| 1) 8 8 8 | = 24 Gāyatrī. Siehe Sūtra 875. |
| 2) 6 6 6 6 | = 24 Gāyatrī 875 ¹ . |
| 3) 5 5 5 5 5 | = 25 Padapankti 877 ¹ . |
| 4) 5 5 5 5 6 | = 26 Padapankti bhurik 877. |
| 5) 5 5 5 4 6 | = 25 Padapankti (die Folge der Pādas ist frei) 877. |
| 6) 8 10 7 | = 25 Gāyatrī bhurik (kakubh, Anuk.) 879 ¹ . |
| 7) 7 7 7 | = 21 Gāyatrī virāg, pādanikrit 880. |
| 8) 7 6 7 | = 20 Gāyatrī atinikrit 881. |
| 8b) 6 8 7 | = 21 Gāyatrī atinikrit (Uvata) 882 ¹ . |
| 9) 6 7 8 | = 21 Gāyatrī vardhamānā, oder 883. |
| 9b) 8 6 8 | = 21 Gāyatrī vardhāmānā (Eke) 885 ¹ . |
| 10) 12 12 | = 24 Dvīpadā (Gāyatrī oder Gagatī) 884 ¹ . |
| 11) 7 10 7 | = 24 Gāyatrī Yavamadhya 886. |
| 12) 6 7 11 | = 24 Gāyatrī ushniggarbhā 887 ² . |

- | | | | |
|-------|-------------|------|--|
| 13) | 8 8 12 | = 28 | Ushnih 888. |
| 14) | 12 8 8 | = 28 | Pura-ushnih 889. |
| 15) | 8 12 8 | = 28 | Kakubh 889. |
| 16) | 7 7 7 7 | = 28 | Ushnih oder Anushutbh 891. |
| 17) | 11 12 4 | = 27 | Kakubh nyankusirâ nikrit 892. |
| 18) | 11 6 11 | = 28 | Ushnih pipîlikamadhyâ 893. |
| 19) | 11 11 6 | = 28 | Tanusirâ 894. |
| 20) | 5 8 8 8 | = 29 | Ushnih anushtubgarbhâ 895. |
| ----- | | | |
| 21) | 8 8 8 8 | = 32 | Anushtubh 896. |
| 22) | 12 12 8 | = 32 | Kriti 897. |
| 23) | 12 8 12 | = 32 | Pipîlikamadhyamâ 898. |
| 24) | 9 12 9 | = 30 | Kâvirâg 899. |
| 25) | 9 10 13 | = 32 | Nashtarûpâ 900. |
| 26) | 10 10 10 | = 30 | Virâg 901. |
| 26b) | 11 11 11 | = 33 | Virâg 901. |
| 27) | 5 5 5 5 5 6 | = 31 | Mahâpadapankti 902. |
| ----- | | | |
| 28) | 8 8 12 8 | = 36 | Brihatî 904. |
| 29) | 12 8 8 8 | = 36 | Purastâdbrihatî 905. |
| 30) | 8 8 8 12 | = 36 | Uparishtâdbrihatî 905. |
| 31) | 8 12 8 8 | = 36 | Nyankusârînî, Skandhogrîvî, Uro-
brihatî 905. |
| 32) | 12 12 12 | = 36 | Urdhvabrihatî virâg 906. |
| 33) | 8 10 10 8 | = 36 | Vishtârabrihatî 908. |
| 34) | 9 9 9 9 | = 36 | Brihatî 909. 910. |
| 35) | 13 8 13 | = 34 | Pipîlikamadhyamâ 911. |
| 36) | 9 8 11 8 | = 36 | Brihatî vishamapadâ 912. |
| ----- | | | |
| 37) | 8 8 8 8 8 | = 40 | Pankti 913. |
| 38) | 10 10 10 10 | = 40 | Virâg 914. |
| 39) | 12 8 12 8 | = 40 | Satobrihatî 916. |
| 40) | 8 12 8 12 | = 40 | Viparîlâ 917. |
| 41) | 8 8 12 12 | = 40 | Astârapankti 918. |
| 42) | 12 12 8 8 | = 40 | Prastârapankti 919. |
| 43) | 12 8 8 12 | = 40 | Samstârapankti 920. |
| 44) | 8 12 12 8 | = 40 | Vishtârapankti 921. |
| ----- | | | |
| 45) | 11 11 11 11 | = 44 | Tristubh 922. |
| 46) | 12 12 11 11 | = 46 | Upagagatî |
| 47) | 12 11 12 11 | = 46 | Trishtubh |

} 923. Die Folge der
Pâdas ist nicht be-
stimmt.

- 48) 10 10 12 12 = 44 *Abhisârinî* 925.
 49) 9 9 10 11 = 39 | *Virâtsthânâ* 926. Die Folge der
 49b) 10 10 9 11 = 40 | *Pâdas* ist nicht bestimmt.
 50) 10 10 8 8 8 = 44 *Virâtpûrvâ* oder *Panktyuttarâ* 927.
 (Auch *Mahâsatomukhâ* 1028).
 51) 11 11 11 8 = 41 *Virâdrûpâ* 928. Die Folge ist frei.
 52) 12 12 12 8 = 44 *Gyotishmatî* (*uparishtât*) 929.
 53) 8 12 12 12 = 44 *Gyotishmatî* (*purastât*) 929.
 54) 12 8 12 12 = 44 *Gyotishmatî* (*madhye*) 929.
 55) 12 12 8 12 = 44 *Gyotishmatî* (*madhye*) 929.
 56) 8 8 8 8 12 = 44 *Mahâbrihatî* 930. Die Folge ist nicht
 bestimmt.
 57) 8 8 12 8 8 = 44 *Yavamadhyâ* 931.
 58) 12 12 12 12 = 48 *Gagatî* 933.
 59) 8 8 8 8 8 8 = 48 *Mahâpankti* 934.
 60) 8 8 7 6 10 9 = 48 *Mahâpankti* 935.
 61) 8 8 8 12 12 = 48 *Mahâsatobrihatî* 936.

ATIKHANDAS

- 1) *Atigagatî* (12.12.12.8.8) = 52. 939.
 2) *Sakvarî* (8.8.8.8.8.8.) = 56. 940.
 3) *Atisakvarî* (16.16.12.8.8) = 60. 941.
 4) *Ashti* (16.16.16.8.8) = 64. 942.
 5) *Atyashti* (12.12.8.8.8.12.8) = 68. 943.
 6) *Dhriti* (12.12.8.8.8.16.8) = 72. 944.
 7) *Atidhriti* (12.16.8.8.8.12.8[?]) = 76. 945.

- 1) *Kriti* = 80. 948—949.
 2) *Prakriti* = 84.
 3) *Akriti* = 88.
 4) *Vikriti* = 92.
 5) *Sankriti* = 96.
 6) *Abhikriti* = 100.
 7) *Utkriti* = 104.

PRAGATHAS

- 1) *Bârghata* = *Brihatî* + *Satobrihatî*
 8.8.12.8 + 12.8.12.8 (1002).
 2) *Kâkubha* = *Kakubh* + *Satobribatî*
 8.12.8 + 12.8.12.8 (1002).
 3) *Anushtubha* = *Anushtubh* + 2 *Gâyatrîs*
 8.8.8.8. + 8.8.8 + 8.8.8. (1004).
 4) *Gâyatra bârghata* = *Gâyatrî* + *Brihatî*
 8.8.8 + 8.8.12.8 (1006¹).

- 5) *Gâyatra kâkubha* = *Gâyatri* + *Kakubh*
8.8.8. + 8.12.8 (1007¹).
- 6) *Aushniha* = *Ushnih* + *Satobrihati*
8.8.12 + 12.8.12.8 (1008¹).
- 7) *Pânktakâkubha* = *Kakubh* + *Pankti*
8.12.8 + 8.8.8.8.8 (1009¹).
- 8) *Mahâbârhata* = *Mahâbirhati* + *Mahâsatobrihati*
8.8.8.8.12 + 8.8.8.12.12 (1011).
- 9) = { *Brihati* + *Gagati*
12.12.12.12 (1012¹)
- 9) *Bârhata* = { *Brihati* (*Uparishtât*) + *Atigagati*
8.8.8.12 + 52 (1013¹).
- = { *Brihati* + *Yavamadhyâ*
8.8.12.8 + 8.8.12.8.8 (1014¹).
- 10) *Viparîtânta* = *Brihati* + *Viparîtâ*
8.8.12.8 + 8.12.8.12 (1016²).
- 11) *Dvipadâdhika* = *Brihati* + *Satobrihati* + *Dvipadâ*
8.8.12.8 + 12.8.12.8 + 12.8 (1047¹).
- 12) (*Anushtubha-gâgata*) = *Anushtubh* (*virâg*) + *Gagati*
10.10.10 + 12.12.12.12 (1018¹).
- 13) (*Dvaipada bârhata*) = *Dvipadâ* (*brihati*) + *Brihati*
(*pipîlikamadhyâ*) 12.12 + 13.8.13 (1019¹).
- 14) *Kâkubha bârhata* = *Kakubh* + *Brihati*
8.12.8 + 8.8.12.8 (1020¹).
- 15) *Anushtubhaushniha* = *Anushtubh* + *Ushnih*
8.8.8.8 + 12.8.8 (1021¹).
- 16) (*Bârhâtânushutbha*) = *Brihati* + *Anushtubh*
8.8.12.8 + 8.8.8.8 (1022¹).
- 17) (*Anushtubha pânkta*) = *Anushtubh* + *Pankti*
8.8.8.8 + 8.8.8.8.8 (1023¹).
- 18) (*Kâkubha traishtubha*) = *Kakubh* + *Trishtubh* (*gyotish-*
mati madhye) 8.12.8 + 12.8.12.12 (1024¹).
- 19) (*Anushtubha traishtubha*) = *Anushtubh* + *Trishtubh*
8.8.8.8 + 11.11.11.11 (1025¹).
- 20) (*Bârhata traishtubha*) = *Brihati* + *Trishtubh* (*gyotish-*
mati madhye) 8.8.12.8 + 12.8.12.12 (1026¹).
- 21) (*Traishtubha gâgata*) = *Trishtubh* + *Gagati*
11.11.11.11 + 12.12.12.12 (1027¹).
- 22) (*Anushtubha traishtubha*) = *Anushtubh* + *Mahâsa-*
tomukhâ 8.8.8.8 + 10.10.8.8.8. (1028¹).
- 23) *Gâgata* = *Gagati* + *Trishtubh*
12.12.12.12 + 11.11.11.11 (1029¹).
- 24) *Traishtubha* = *Trishtubh* + *Gagati*
11.11.11.11 + 12.12.12.12 (1030¹).

Damit ist ungefähr eine dispositionelle Inhaltsangabe dieser ältesten vedischen Phonetik gegeben.

Um nun aus der Sprache heraus noch einen Blick zu werfen

in die allgemeine Kultur, von der die Sprache ja nur ein Teil ist, mögen zum Schluß die Vorschriften angegeben werden, die für den Unterricht der Schüler durch den Lehrer in dem Pratisakhya sich finden.

- DCCCXXVIII. Ein Lehrer, der ein Brahmakerin gewesen, möge das Hersagen anstellen für Schüler, die sich ihm und diesem Studium gewidmet haben. Er setze sich dabei nach einer guten Gegend, nach Osten, Norden oder Nord-Osten.
- DCCCXXIX. Ein Schüler setze sich nach rechts (nach Süden) oder auch zwei.
- DCCCXXX. Sind es mehrere, so setzen sie sich so wie Raum da ist.
- DCCCXXXI. Nachdem alle Schüler des Lehrers Füße umfaßt und dieselben auf ihren Kopf gelegt haben, so laden sie ihn ein, indem sie sagen: Lies, o Herr!
- DCCCXXXII. Der Lehrer erwidert: Om! Diese Erwidmung besteht aus drei Matras, und sie ist udatta in der betreffenden Skala. Oder sie besteht aus vier Matras, und die erste Hälfte ist anudatta. Oder sie besteht aus sechs Matras, und hat zweimal einen akzentuierten Vokal.
- DCCCXXXIII. Möge dieses beste Gebet, welches die Tür zum Himmel für Schüler und Lehrer ist, stets den Anfang des Studiums bilden.
- DCCCXXXV. Und möge man diesees Om, wenn es den Anfang des Studiums bildet, nicht mit dem was folgt verbinden.
- DCCCXXXV. Aufgefordert fängt der Lehrer an (herzusagen) und zwar in der Reihenfolge, die später vorgeschrieben ist,
- DCCCXXXVI. Und zwar spricht der Lehrer hierbei jedes Wort, welches nur den Hochton hat, bloß aus einem Vokal besteht, nicht den Kshaipra sandhi hat, oder iti nach sich verlangt, zwei Mal aus.
- DCCCXXXVII. Wenn eine Wortgruppe von zwei oder mehreren Wörtern (vom Lehrer) vorgesagt ist, so sagt der erste Schüler das erste Wort her.
- DCCCXXXVIII. Wenn aber etwas zu erklären ist, so sei die Anforderung mit Bho! und nachdem es erklärt ist, sei die Zustimmung Om Bho!
- DCCCXXXIX. Man gibt als Beispiel hier die folgenden: den Paripanna-Sandhi, den gewöhnlichen

Ushma, Sandhi, Elision des n und seine Verwandlung zu r und zu einem Ushman, den nicht verbundenen Sandhi mit folgendem ri, den Repha-Sandhi und den Hiatus.

DCCCXL. Nachdem er dieselbe Rede des Lehrers nachgesagt, soll der Schüler die Aufforderung sagen: Bho! oder auch nicht. Am Ende des Halbverses aber soll diese Aufforderung wegbleiben; am Ende des Lesens erlaubt die Überlieferung beides.

DCCCXL. Der Lehrer sagt des Schülers erstes Wort vor, wenn es ein Kompositum ist; wenn es kein Kompositum ist, sagt er zwei.

DCCCXLI. Nachdem sie auf diese Weise einen Prasna beendigt, so sollen alle Schüler wieder memorieren.

DCCCXLII. Darauf mögen alle Schüler ohne Unterbrechung repetieren, und zwar durchweg mit dem ebenen Hochton, wobei selbständige Wörter nicht contrahiert, Kompositionsglieder leise getrennt werden.

DCCCXLIII. Der Lehrer sagt zuerst den Prasna an den Schüler zur Rechten; darauf gehen die Schüler nach rechts um ihn herum.

DCCCL. Nachdem alle in dieser Weise, Prasna nach Prasna ihre Lektion hergesagt, und die Füße des Lehrers umarmt haben, werden sie entlassen, wohin sie wollen.

* * *

Prof. MEINHOF: Wir sind Herrn Dr. BISCHOFF zu großem Dank verpflichtet für seine überaus interessanten Mitteilungen, die uns Phonetiker sehr überrascht haben. Das haben wir nicht gewußt, daß die Inder so tief und gründlich in das Problem eingedrungen sind. Wie im Sanskrit, so ist übrigens auch an anderer Stelle das religiöse Bedürfnis die Ursache phonetischer Festsetzungen gewesen. Das Vorlesen der hebräischen Texte war dadurch erschwert, daß zumiest nur die Konsonanten, und nicht die Vokale bezeichnet waren. Bei der Eigentümlichkeit der hebräischen Sprache wird aber der Sinn eines Wortes durch den Wechsel der Vokale in sehr hohem Maße beeinträchtigt. Und so erfanden nun die Masorethen ein sehr sorgfältig durchdachtes Vokalsystem, durch das das richtige Lesen der Texte ermöglicht wurde. Wenn der Vortragende auch mitteilte, daß die arabische Gelehrsamkeit sich nicht so eingehend mit der Phonetik beschäftigt hat, wie die indische, so ist doch der Araber an dem Problem der Phonetik nicht völlig vorübergegangen; das beweist die

Erfindung des phonetisch sehr sorgfältig durchdachten arabischen Alphabets.

Prof. Koxow: Zuerst möchte ich Herrn Dr. Bischoff danken für seine sehr interessanten Mitteilungen. Auf das eigentlich Phonetische werde ich mich nicht einlassen. Was ich zu sagen habe, ist rein philologisch. Mein Kollege, Herr Prof. MEINHOF hat bemerkt, daß die Phonetik so alt sei wie die Schrift. Ich glaube, man kann sagen, sie sei noch älter. Zur Beurteilung dieser Frage mag es natürlich sein, uns zu vergegenwärtigen:

1. wie alt ist die Schrift in Indien;
2. wie alt ist das phonetische Studium daselbst.

Das allerälteste indische Schriftstück, das wir bis jetzt besitzen, reicht nicht weiter zurück als Mitte des 3. Jahrhunderts vor Chr. So viel wir bis jetzt wissen, wurde die Schrift selbst etwa im 8. Jahrh. vor Chr. nach Indien gebracht, kann jedenfalls nach den Formen der Buchstaben zu urteilen, kaum früher in Indien gebraucht worden sein. Die Zeit des ŚAUNAKA andererseits steht nicht fest. Es ist aber ganz sicher, daß ŚAUNAKA älter sein muß, als der Grammatiker PĀṆINI. Um PĀṆINIS Zeit hat man auch vielfach gestritten. Die allgemeine Annahme ist wohl die, daß er um 300 vor Chr. gelebt hat. Diese Annahme ist aber auf ungenügender Grundlage aufgebaut. Wir können mit großer Wahrscheinlichkeit behaupten, daß PĀṆINI gegen Ende des 4. Jahrhunderts vor Chr. als die größte Autorität galt, sodaß er wohl in das 5., 6. oder sogar in das 7. Jahrh. vor Chr. zurückgelegt werden muß. Er nennt ein Wort für *Schrift*, nämlich *lipi*, das höchstwahrscheinlich dem Altpersischen entlehnt ist, und er hat die Schrift sicher gekannt. Aber ob die Schrift lange vor seiner Zeit in Indien bekannt geworden ist, ist nach dem Gesagten äußerst zweifelhaft. Wir würden somit ŚAUNAKA in das 7. oder sogar in das 8. Jahrh. vor Chr. zurückversetzen müssen. ŚAUNAKA war aber nicht der erste, der sich mit Phonetik abgab, sondern er setzt eine ziemlich lange vorhergehende Entwicklung des Studiums voraus.

Es entsteht nun die Frage, wie die Inder dazu gekommen sind, sich so früh und so gründlich mit phonetischen Fragen zu beschäftigen. Die Antwort ist verhältnismäßig leicht. Die alten indischen Bücher wurden in alter Zeit nur mündlich überliefert, und so kam es, daß die Überlieferung zum Teil nicht ganz einheitlich blieb. Es entstanden verschiedene Schulen. Nicht bloß so, daß die verschiedenen Zweige des heiligen Wissens von verschiedenen Schulen gepflegt wurden, sondern jedes einzelne Werk zerfiel in verschiedene Schulen, die *sākhās* oder Zweige genannt wurden. Jede Schule hatte ihren

besonderen Text, und diesen Text mußten die Schüler sehr genau lernen. Zu diesem Zweck wurden jedenfalls zwei verschiedene Textformen aufgestellt, eine zusammenhängende und eine, in der der Kontext aufgelöst wurde, sodaß jedes Wort in seiner besonderen grammatischen Form einzeln aufgeführt wurde. Jede Schule oder *sākhā* hatte nun ihr eigenes phonetisches Lehrbuch, und diese phonetischen Lehrbücher nennen sich *Prātisākhyas*, d. h. je zu einer *sākhā* gehörig. Der Zweck dieser Lehrbücher war der, das Verhältnis zwischen diesen beiden verschiedenen Textformen zu lehren und zu zeigen, wie man aus dem aufgelösten Text den fortlaufenden herstellte. Dazu waren phonetische wie grammatische Kenntnisse erforderlich. Und namentlich war es notwendig zu genauem Verständnis von dem Verhältnis und den Modifikationen der Laute, wenn sie miteinander in Verbindung treten, zur klaren Erkenntnis zu kommen. Es versteht sich deshalb, weshalb in den *Prātisākhyas* die Wohllautsregeln so viel Platz beanspruchen und auch, weshalb diese Wohllautsregeln Zusammensetzungsregeln heißen. Sie sind die Regeln, wonach die Worte zusammengefügt werden. Der Grund, diese heiligen Texte, phonetisch so genau zu fixieren, war der, daß es für das Gelingen des Opfers notwendig war, alles genau richtig auszusprechen. In einem grammatischen Werke aus dem 2. Jahrh. vor Chr. erfahren wir, weshalb man Grammatik studieren müsse, und aus diesen Bemerkungen können wir auch Schlüsse ziehen, auf die Gründe, die die Inder veranlaßt haben, auch die Phonetik zu studieren. Es heißt, man müsse Grammatik studieren, um den Wortlaut zu bewahren und um den Sinn zu verstehen u. s. w. Außerdem müsse man die Grammatik kennen, um richtig betonen zu können. So würde der Name *Indrasātru* mit Endbetonung ein *Besieger des Indra* bedeuten, dagegen mit Betonung der ersten Silbe *einer, der von Indra besiegt wird*. Ein Segenswunsch für *Indrasātru* wurde nun, dadurch, daß die Betonung falsch war, zu seinem Verderben. Die Grammatik lehre weiter, wie man jeden Buchstaben richtig aussprechen könne, und wie wichtig das sei, könne man aus dem Beispiel der Asmas ersehen, welche in dem Worte *arayo* ein *l* anstatt eines *r* sprachen und dadurch des Resultates ihrer Opfer verlustig wurden. Um ihre heiligen Texte rein zu erhalten und um sicher zu gehen, daß die Verwendung derselben, namentlich beim Opfer, zum erwünschten Ziele führen sollte, mußte somit das Studium einsetzen. Und daß dies notwendig war, verstehen wir, wenn wir die speziellen Verhältnisse im alten Indien erwägen. Wir wissen, daß die altindische Kultur von einem fremden Eroberervolk entwickelt worden ist, von dem sogenannten arischen. Wann diese Arier nach Indien gekommen sind, das wissen wir noch

immer nicht mit Sicherheit. Die gewöhnliche Annahme, daß es 1000 oder 1200 Jahre vor CHR. gewesen, ist auf vollständig haltlosen Schlüssen und Annahmen aufgebaut. Wir wissen, daß der BUDDHA um das Jahr 500 vor CHR. lebte. Seine Lehre setzt aber eine lange Entwicklung der indischen Kultur voraus, und in der vorbuddhistischen Literatur können wir mehrere Stufen unterscheiden. Für jede von diesen hat man sodann willkürlich einen Zeitraum von 200 Jahren angenommen, und man ist somit zu dem genannten Resultate gekommen. Es ist klar, daß eine solche Methode vollständig unbefriedigend ist. Die einzelnen wirklich wissenschaftlichen Versuche, die gemacht worden sind, die Zeit der arischen Kulturanfänge in Indien zu bestimmen, führen in eine viel ältere Zeit, zwischen der Mitte des fünften und der Mitte des dritten Jahrtausends vor CHR. Wenn wir uns nun vergegenwärtigen, daß die arischen Inder somit viele Jahrhunderte unter Fremdvölkern wohnten, wobei sich auch ihre eigene Sprache vielfach änderte, so begreifen wir, daß die genaue Überlieferung der alten Texte mit gewissen Schwierigkeiten verbunden war. Schon die ältesten uns vorliegenden Texte zeigen denn auch deutliche Spuren einer wissenschaftlichen Redaktion, und die Sprachform wich vielfach von der der gesprochenen Dialekte ab. Um Fehler zu vermeiden, war es deshalb notwendig, die alten Texte grammatisch und phonetisch zu analysieren, damit die Kraft, die übernatürliche Macht, die in dem heiligen Wort lag, und die das Eigentum der Arier war, nicht verloren ginge. Diese Kraft hatte den Ariern den Sieg über die früheren Einwohner gebracht, und sie mußte ihnen auch für die Zukunft gewahrt werden. So fingen denn die Inder an, die Aussprache ihrer heiligen Schrift zu systematisieren. Es war dazu ein sehr scharfer Sinn für Laute und Lautunterschiede notwendig und einen solchen besitzen die Inder noch am heutigen Tage; sie sind als Lautbeobachter uns weit überlegen. Das hängt wohl mit ihrer Musik zusammen. Es ist, so viel ich weiß, sicher, daß die Inder viel feinere Intervalle als wir unterscheiden. Und als Phonetiker haben sie jedenfalls großes geleistet.

Diese Bemerkungen mögen genügen, um das frühe Aufkommen einer wissenschaftlichen Phonetik im alten Indien verständlich zu machen, und sie werden hoffentlich auch von Interesse sein für die Beurteilung der Frage, ob es notwendig ist, anzunehmen, daß die Phonetikerarbeit erst anfängt, wo die Schrift beginnt.

Prof. MEINHOF: Ich gebe bereitwillig zu, daß die Phonetik älter sein muß als die Schrift, wenigstens als die Lautschrift. Die Wortschrift ist ohne vorhergehendes phonetisches Nachdenken möglich. Aber es kam mir darauf an, zu zeigen, daß

die Phonetik jedenfalls so alt ist wie die Erfindung der Buchstabenschrift, und nicht eine moderne Wissenschaft. Ich habe aber auch die Beobachtung bei schriftlosen Afrikanern gemacht, daß sie für Lautunterschiede, die wir nicht beobachten, ein sehr scharfes Ohr haben. Bei ihnen geht jedenfalls die phonetische Beobachtung der Schrift voran, und so wird es wohl auch an anderer Stelle gewesen sein. Es würde nun besonders interessant sein, wenn wir erst einen indischen Lektor am Kolonialinstitut hätten, Röntgenbilder von seiner Aussprache zu erhalten, um auf diese Weise festzustellen, wie die Inder die Laute artikulieren. Auch wäre es nützlich, von einem Zoologen feststellen zu lassen, welche Unterschiede in der angeführten Vogelstimme bestehen, um auf diese Weise möglichst genau ermitteln zu können, was der indische Phonetiker mit den Unterschieden der Vogelstimmen gemeint hat.

Dr. SOKOLOWSKY: Ich bedaure, antworten zu müssen, daß ich auf diesem speziellen Gebiete, das hier von der Tierpsychologie in Frage kommt, nicht so bewandert bin. Ich glaube, daß Forschungen sonderlich bei den anthropoiden Affen sicher in phonetischer Hinsicht ein großes Studienmaterial bieten würden. Ich denke zum Beispiel auch an Gibbons, und andererseits befürchte ich, daß bisher sehr wenig in dieser Hinsicht gearbeitet worden ist, und daß die Tierpsychologie gegenwärtig hier nur erst sehr wenig vordrang.

Prof. TSCHUDI: Über den Mangel einer systematischen arabischen Phonetik bin ich von Dr. BISCHOFF mißverstanden worden oder habe mich nicht klar ausgedrückt. Im Arabischen finden sich ebenso wie im Sanskrit viele phonetische Materialien, nur mit dem Unterschiede, daß sie für diese Sprache noch nicht oder wenigstens nicht genügend bearbeitet worden sind. Es wäre gut, wenn von phonetischer Seite diese reiche, aber vollkommen brachliegende Fundgrube ausgearbeitet werden würde.

Dr. PRINZ: Auf die Äußerung des Herrn Prof. KONOW, daß die Inder viel feinere Intervalle als wir unterscheiden, möchte ich bemerken, daß im Wiener Phonogrammarchiv Aufnahmen von indischer Musik existieren. Sie wurden von ERWIN FELBER bearbeitet und 1912 unter dem Titel *Die indische Musik der vedischen und der klassischen Zeit* veröffentlicht. Als Nebentitel trägt die Arbeit die Anmerkung *Studien zur Geschichte der Rezitation*. Herr Privatdozent BERNHARD GEIGER hat die Bearbeitung der Texte und ihre Übersetzung übernommen.

Prof. MEINHOF: Aufnahmen von indischen Sprachen haben wir im Laboratorium bisher nicht gemacht, aber einen in Europa gesprochenen indischen Dialekt, den Dialekt der Zigeuner haben wir untersucht und haben geradezu Musterbeispiele für den Unterschied von Tenuis und Aspirata erhalten.

Prof. KOSOW: Mit Bezug auf die Aussprache des kurzen *a* im Altindischen möchte ich bemerken, daß dieselbe mit der des langen *a* kaum qualitativ identisch war. Es mag genügen, auf die letzte Regel der Grammatik PĀṆINIS hinzuweisen. Dieselbe lautet in ihrer eigentümlichen Kürze einfach *a a*, und besagt, daß das kurze *a*, das in der Grammatik als qualitativ mit dem langen identisch behandelt worden ist, in der lebendigen Sprache doch anders gesprochen werden muß.

Prof. MEINHOF: Es ist mit dem *a* überhaupt eine böse Sache. Wir haben früher gelehrt, daß bei der Aussprache des mittleren *a* die Zunge unverändert im Munde läge und waren alle sehr verwundert, als Frl. HOFFMANN uns ein normales *a* im Röntgenbilde vorlegte, wo sich die Zunge ganz anders verhielt, als wir gedacht haben. Es gibt außerordentlich verschiedene Arten des *a*. Im Hebräischen z. B. wird das lange *a* mit einem anderen Zeichen wiedergegeben als das kurze und dadurch ausgedrückt, daß es nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ davon verschieden ist.

Dr. PANCONCELLI-CALZIA: Bei vielen früheren französischen Grammatikern und auch noch heute in verschiedenen Lehrbüchern der französischen Sprache erwähnt man einen Unterschied zwischen *pâte* und *patte* nur in bezug auf die Dauer des *a*, einen Unterschied in der Klangfarbe desselben Vokals stellt man nicht fest. Also durch die Quantität sind die Verfasser über die Qualität irreführt worden.

Prof. MEINHOF: Wir haben im Arabischen auch mit zwei Arten des *a* zu tun, von denen das eine die Neigung hat, sich dem *o* zu nähern, das andere aber neigt zum *e*. Ganz das gleiche läßt sich in vielen Hamitensprachen beobachten.

Dr. BISCHOFF (Schlußwort): Der Eindruck, daß die Phonetik eine außerordentliche Erweiterung unseres Einblickes in das Leben der Sprache bedeutet, und daß sie uns auf weite noch unbebaute Gebiete hinweist und uns eine große Reihe neuer Aufgaben stellt, entsteht wohl nicht nur bei dem Sprachforscher, der die Sprache wesentlich nach grammatischen, logischen, etymologischen und ähnlichen Gesichtspunkten behandelt, sondern sie entsteht auch bei demjenigen, der vom Standpunkte des Physiologen und Psychologen her sich mit phonetischen Versuchen beschäftigt. Kaum eine andere Sprache ist von so vielen Seiten behandelt worden wie das Sanskrit, namentlich wegen der Beziehungen seiner *Wurzeln* zu den übrigen bestehenden Sprachen. Kaum eine andere Sprache wohl hat schon in frühester Zeit eine so gründliche phonetische Bearbeitung gefunden wie das Sanskrit; und doch ergeben sich gleich bei den ersten Versuchen an diese Sprache mit den modernen Methoden der Phonetik heranzutreten eine große Reihe ganz neuer Fragen. Als Beispiel möchte ich nur

anführen die zweite *K*-Reihe, jetzt *ca, cha ja, jha*. Wir pflegen sie gegenwärtig mit deutlicher Charakteristik als Dentallaute auszusprechen und doch spricht der systematische Aufbau des Sanskritalphabets, wie *Prāṭisākhya* schildert, durchaus dafür, daß dieser Laut mit Berührungen viel weiter hinten am Gaumen ausgesprochen werden müßte. Im Seminar für indische Kultur bei Herrn Prof. STEN KONOW beschäftigten wir uns seit einiger Zeit auch mit dieser Frage speziell.

Bezüglich der Bemerkung von Herrn Dr. SOKOLOWSKY glaube ich, daß die Anordnung eines tierpsychologischen Versuchs, wie er für die erwähnte Zeitbestimmung in Frage kommt, nicht so große Schwierigkeiten darbieten würde. Wir hatten so oft Gelegenheit, uns von dem freundlichen und interessierten Entgegenkommen von Herrn Professor VOSSELER und Herrn Dr. SOKOLOWSKY bei allen wissenschaftlichen Fragen, in denen der Zoologische Garten uns helfen konnte, zu überzeugen, daß wir auch da bestimmt hoffen dürfen, zu befriedigenden Resultaten zu kommen.

Zum Schluß möchte ich noch Herrn Professor STEN KONOW dafür danken, daß er in uns, seinen Schülern im Seminar, ein so lebhaftes Interesse für Sanskrit hervorzurufen verstanden hat und uns überall bei unseren Arbeiten in so freundlicher Weise unterstützte.

* * *

Mit einem Dank an die Anwesenden schloß Herr Prof. MEINHOF die Sitzung.



Verlag von Fischer's medicin. Buchhandlung H. Kornfeld,
Berlin W. 62, Keithstraße 5.

Diagnostik der Krankheiten des Nervensystems

Eine Anleitung zur Untersuchung Nervenkranker

von

Geh. Med.-Rat Prof. Dr. A. Goldscheider (Berlin).

Vierte, verbesserte und vermehrte Auflage unter Mitwirkung von Dr. K. Kroner
(Berlin-Schlachtensee).

Mit 55 Abbildungen. Geheftet 8 Mk. Gebunden 9 Mk.

Bestens empfohlen:

Therapeutisches Taschenbuch der

Nervenkrankheiten

von Dr. W. Alexander, (Berlin) und Dr. K. Kroner, (Berlin-Schlachtensee).

Mit Vorwort von Geh. Med.-Rat Prof. Dr. A. Goldscheider (Berlin).

Mit 6 Abbildungen. Preis: Gebunden und durchschossen 3.50 Mk.

„... Jedenfalls kann der Praktiker, wenn er das vorliegende Buch benutzt, nicht in Verlegenheit kommen. So kritisch das Material angeordnet ist, so übersichtlich ist es auch... Wir wünschen dem Buch dieselbe Ausbreitung wie den anderen, in dem gleichen Verlag und in der gleichen Ausstattung erschienenen therapeutischen Taschenbüchern.“ (Zentralblatt f. inn. Medizin).

Aeltere Jahrgänge

der

Monatsschrift für Sprachheilkunde

aus den Jahren 1891, 1892, 1893, 1894, 1895 und 1896
werden, soweit noch vorhanden, zum Preise von je 8 Mk. abgegeben,
auch werden die Einbanddecken zu je 1 Mk. noch nachgeliefert.

Die Jahrgänge 1897 und Folge kosten je 10 Mk.

Fischer's medicin. Buchhandlung H. Kornfeld
Berlin W. 62, Keithstraße 5.

Verlag von Fischer's medicin. Buchhandlung
H. Kornfeld, Herzogl. Bayer. Hof- und K. u. K. Kammer-Buchhändler
in Berlin W. 62, Keithstraße 5.

Sprachheilkunde

Vorlesungen über die Störungen der Sprache
mit besonderer Berücksichtigung der Therapie

von

Prof. Dr. Hermann Gutzmann

Leiter des Universitäts-Ambulatoriums für Stimm- und Sprachstörungen
zu Berlin.

Zweite, völlig umgearbeitete Auflage.

Mit 131 Abbildungen im Text.

Preis: Geheftet 15 Mark — gebunden 16,50 Mark.

Inhaltsverzeichnis:

I. Allgemeiner Teil.

1. Physiologie der Lautsprache	45
2. Psychologie der Lautsprache	88
3. Entwicklung der Lautsprache	112
4. Untersuchung sprachgestörter Patienten	147
5. Die allgemeinen Grundlagen der Sprachheilkunde	147

II. Spezieller Teil.

1. Die peripher-impulsiven Sprachstörungen	195
2. Die Aphasien	257
3. Die Sprachstörungen bei angeborenen und in der Jugend erworbenen Defektpsychosen von Dr. M. Nadoleczny	305
4. Die Stummheit	348
5. Das Poltern	362
6. Das Stottern	373
7. Aphthongie und Aponia spastica	451
8. Die funktionellen Störungen der Stimme	463
9. Das Stammeln	490
10. Die mechanischen Dyslalien	520
11. Die symptomatischen Sprachstörungen von Dr. Hugo Stern	580
Alphabetisches Sachregister	644

INTERNATIONALES
ZENTRALBLATT FÜR
EXPERIMENTELLE
PHONETIK

VOX



NEUGEGR. MIT UNTERSTÜTZUNG DER
HAMBURGISCHEN
WISSENSCHAFTLICHEN
STIFTUNG
VON H. GUTZMANN UND
G. PANCONCELLI-CALZIA

FISCHERS MEDIZINISCHE BUCHHANDLUNG BERLIN W. 62.
L. FRIEDERICHSEN & C. HAMBURG.

Heft 3, 1916

EX LIBRIS

XIX 8

Internationales Zentralblatt
für experimentelle Phonetik

VOX

1916: 26. Jahrgang

(Fortsetzung der 1891 von A. und H. GUTZMANN gegründeten
*Medizinisch-pädagogischen Monatsschrift für die gesamte Sprach-
heilkunde*)

neugegründet mit Unterstützung der Ham-
burgischen Wissenschaftlichen Stiftung

und herausgegeben von

Prof. Dr. H. Gutzmann und Dr. Panconcelli-Calzia

Leiter des Universitäts-Ambu-
latoriums für Stimm- u. Sprach-
störungen, Berlin

Leiter des phonetischen Labora-
toriums des Seminars für Kolonial-
sprachen, Hamburg.

Redaktionssekretärin:

A. Oelfke,

Technische Hilfsarbeiterin am Phonetischen Laboratorium
des Seminars für Kolonialsprachen, Hamburg.

VOX erscheint alle zwei Monate; 6 Hefte (18 Bogen) bilden einen
Band. Abonnementspreis: M. 10, — pro Jahr.

VOX nimmt nur Originalarbeiten an. Sammelreferate, Zusammen-
fassungen über bestimmte Themata usw. werden entweder von der
Redaktion erbeten, oder müssen derselben vorgeschlagen und begründet
werden. Mitarbeiter erhalten pro Druckbogen M. 32, — Honorar und
30 Separata gratis. Die Beiträge können in deutscher, englischer, fran-
zösischer, italienischer und lateinischer Sprache verfaßt sein.

Manuskripte von Arbeiten aus dem *pathologischen* Gebiete der
Phonetik werden an Prof. Dr. H. Gutzmann, Zehlendorf-Mitte bei Berlin,
die von Arbeiten aus dem *normalen* Gebiete an Dr. Panconcelli-Calzia,
Hamburg 36, Phonetisches Laboratorium, erbeten.

Zur Rezension bestimmte Bücher, Separata usw. bittet man nur an
Dr. G. Panconcelli-Calzia, Hamburg 36, Phonetisches Laboratorium,
zu senden.

Geldsendungen, Anfragen usw. betr. Abonnements, Annoncen usw.
sind nur an Fischer's medicin. Buchhandlung H. Kornfeld, Berlin W. 62,
Keithstraße 5, zu richten.

Inhalt von Heft 3:

Originalarbeiten:

PETERS, *Verbesserungen in der Methode der direkten Luft-
übertragung von glyphischen Aufnahmen auf berußtes Papier* 121

Berichte:

MEINHOF, *Ursprüngliche und abgeleitete musikalische Töne
in afrikanischen Sprachen* 125

HOFFMANN, *Die Klangfarbe der Stimmen und der Laute* . . . 140

Phonetische Bibliothek:

Neudruck von HELMONT besorgt von Prof. W. VIETOR. . . 1—32

INTERNATIONALES ZENTRALBLATT FÜR EXPERIMENTELLE PHONETIK

VOX

Heft 3

26. Jahrgang

1916

*Aus dem Phonetischen Laboratorium
des Seminars für Kolonialsprachen zu Hamburg
(Leiter: Dr. G. Panconcelli-Calzia)*

VERBESSERUNGEN IN DER METHODE DER DIREKTEN LUFTÜBERTRAGUNG VON GLYPHISCHEN AUFNAHMEN AUF BERUSSTES PAPIER

VON
W. E. PETERS

In *Vox*, 1913, S. 261 veröffentlichte ich unter dem Titel: *Two Methods of Enlarging Gramophone Records* die Beschreibung einer Methode zur direkten Übertragung von Grammophon-Aufnahmen auf das Kymographion. Das Prinzip dieser Methode ist die Herstellung eines Luftweges mittels eines an keiner Stelle verengten Schlauches von der Grammophon-Schalldose zur Schreibkapsel. In den Abbildungen 1 und 2 der gegenwärtigen Nummer der *Vox* ist diese Verbindung von Schreibkapsel und Schalldose leicht erkenntlich.

Für meine bisherigen Arbeiten, welche die Darstellung der großen Bewegungen des Sprech- und Gesangstones zum Ziele hatten, genügte es nun, das Kymographion und Grammophon je von ihrem eigenen Motor antreiben zu lassen und nur das Verhältnis ihrer Umdrehungsgeschwindigkeiten festzustellen. Dagegen war es zur Untersuchung der exakten Tonhöhen und ihrer Beziehungen erforderlich, so viel wie möglich die Fehlerquellen, die sich in den Uhrwerken der erwähnten Apparate vorfinden, auszuschließen. Besonders die Arbeiten

von H. STREIM¹ haben mich auf die Notwendigkeit aufmerksam gemacht, von vornherein durch die Vervollkommnung meiner Arbeitsweise dem Zweifel an der Genauigkeit meiner Resultate möglichst jeden Boden zu entziehen. Zwar betrug nach

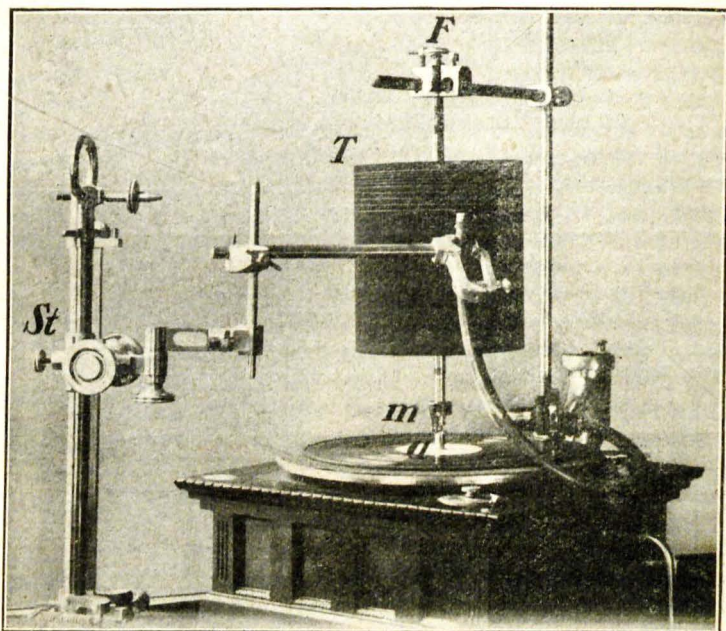


Abb. 1. Übertragung von Grammophon-Aufnahmen auf berußtes Papier.
T Kymographion-Trommel; *m* Mitnehmer; *a* Aufsatz; *F* Führungsschraube;
St Stativ.

wiederholten Feststellungen die durch Unregelmäßigkeiten im Gange des Uhrwerks hervorgerufene Schwankung der Tonhöhe fast niemals mehr als 2% der Schwingungszahl (d. h. statt genau 100 Schwingungen per Sekunde fanden sich z. B. auf der gleichen Strecke 99—101 Schwingungen), aber um auch diesen kleinen Fehler zu beseitigen, stelle ich die Apparate wie folgend zusammen. Ich ließ zunächst die beiden Laufwerke von einem einzigen Motor antreiben, indem ich entweder das Kymographion mittels Schnurlauf vom Grammophon antrieb oder umgekehrt. Und um selbst hier noch mögliche Fehler auszuschalten, setze ich jetzt die Trommel des

¹ H. STREIM, *Inwieweit Ausmessungen von kymographischen Tonhöhen-Aufnahmen mit der Wirklichkeit übereinstimmen*. Vox, 1915, S. 1 ff.

Kymographions direkt auf die Achse der Grammophonplatte, wie die Abbildung 1 zeigt.

Die hier gezeigte Zusammenstellung ist provisorisch, aber genau arbeitend. Die Achse der Trommel *T* eines gewöhnlichen ZIMMERMANN'schen Kymographions läuft oben in der dem Kymographion entnommenen Führungsschraube *F* (vergl. *F* Abbildung 2), die in der abgebildeten Weise oder irgendwie anders lotrecht über der Grammophon-Achse befestigt ist. Über das Achsenende des Grammophons ist eine Hülse *a* gesteckt, die oben eine genau zentrale Vertiefung hat, in die das untere Ende der Trommelachse paßt. An diesem Ende der letzteren ist ein sogenannter Mitnehmer *m* angebracht, der mit einer Klaue über einen seitlichen Vorsprung der Hülse *a* greift. Bei der Umdrehung der Grammophonachse wird die Trommel durch diese Kuppelung mit herum gedreht und zwar mit genau derselben Geschwindigkeit. Auch kommt es gar nicht darauf an, ob das Uhrwerk schneller oder langsamer läuft, da das Verhältnis der Geschwindigkeiten immer dasselbe bleibt.

Die Übertragung geschieht, wie sie in der anfangs erwähnten Veröffentlichung beschrieben wurde, nur muß, da hier die

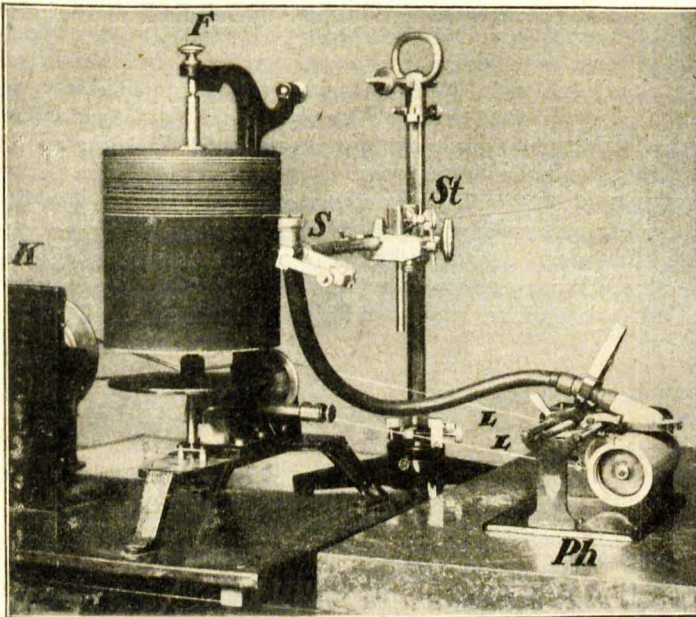


Abb. 2. Übertragung von Phonograph-Aufnahmen auf berußtes Papier.
K Kymographion; *S* Schreibkapsel; *St* Stativ; *LL* Laufschnur; *Ph* Phonograph; *F* Führungsschraube.

Trommel feststeht, die Schreibkapsel auf oder nieder geführt werden, um die spiralische Aufzeichnung zu erhalten. Durch Drehen der seitlichen Schraube an dem Stativ *St* (besser ist ein Schlittenstativ) steigt oder sinkt die Schreibkapsel. Natürlich ist eine genaue Ausrichtung der Apparate erforderlich, um ein leichtes und vollständiges Beschreiben der Trommelfläche zu erzielen. Schließlich wird nach der für die Platte vorgeschriebenen Umdrehungsgeschwindigkeit des Grammophons die Länge einer $\frac{1}{100}$ Sekunde folgendermaßen berechnet: Es sei n die vorgeschriebene Anzahl der Umdrehungen per Minute, u der Umfang der mit Papier bespannten Kymographion-Trommel in cm, dann ist $\frac{n \times u}{60 \times 100}$ die Länge einer

Strecke des Papiers, die in $\frac{1}{100}$ Sekunde durchlaufen wird. Man kann auch das Grammophon auf die erforderliche Geschwindigkeit einstellen und mit der Normalstimmgabel 100 Schwingungen per Sekunde aufschreiben.

Es würde möglich sein, auch die Phonographenwalze auf der Achse des Kymographions anzubringen, oder umgekehrt, dem Phonographen eine Trommel hinzuzufügen. Da aber die gewöhnlichen Phonographenaufnahmen bis jetzt nicht für die genauesten Untersuchungen in Frage kommen, so genügt die in Abbildung 2 gezeigte Anordnung. Dort wird ein Phonographenwerk, aus dem die Feder entfernt ist, durch den Schnurlauf *LL* von dem elektrischen Kymographion angetrieben. Der Fehler beträgt hier $\frac{1}{3}\%$ der Tonhöhe, ist also wirklich minimal. Sonst ist die Anordnung dieselbe wie bei der Grammophon-Übertragung.

Durch sorgfältiges Verfahren lassen sich jetzt bei Anwendung dieser Methoden alle glypischen Aufnahmen, soweit sie noch gut hörbar sind, auf berußtes Papier übertragen. Man kann also ohne Übertreibung sagen, daß hierdurch ein ungeheures Feld für sprachliche und musikalische Studien eröffnet worden ist.

(Bei der Redaktion am 24. September 1915 eingegangen)

*Aus dem Phonetischen Laboratorium
des Seminars für Kolonialsprachen zu Hamburg*

(Leiter: Dr. G. Panconcelli-Calzia)

HAMBURGER PHONETISCHE VORTRÄGE

3.

URSPRÜNGLICHE UND ABGELEITETE MUSIKALISCHE TÖNE IN AFRIKANISCHEN SPRACHEN

VON

CARL MEINHOF

Im Phonetischen Laboratorium fand am 17. Februar 1916 der dritte Hamburger phonetische Abend¹ statt, dem zweiundzwanzig geladene Gäste beiwohnten.

Dr. PANCONCELLI-CALZIA eröffnete die Sitzung mit folgenden Worten: Ich danke Ihnen, meine Damen und Herren, daß Sie wieder in so freundlicher Weise der Einladung, sich an unserem dritten phonetischen Abend zu beteiligen, gefolgt sind. Heute hätte eigentlich Herr Oberstabsarzt Dr. DEMPWOLFF über *Ein Beispiel für sekundäre Entstehung musikalischer Tonhöhen in der Kätesprache (Deutsch Neuguinea)* reden sollen. Er wurde aber plötzlich abberufen und an seiner Stelle wird Herr Professor MEINHOF einen Vortrag über *Ursprüngliche und abgeleitete musikalische Töne in afrikanischen Sprachen* halten. Ich bitte Herrn Professor MEINHOF das Wort zu seinem Vortrag nehmen zu wollen.

* * *

Die Erscheinung des musikalischen Tones ist den Sprachforschern zunächst im Chinesischen aufgefallen und galt hier als eine Merkwürdigkeit, die das Chinesische von allen anderen bekannten Sprachen unterschied. Im Lauf des vorigen Jahrhunderts gelang es, in einer ganzen Reihe afrikanischer Sprachen das Vorkommen des musikalischen Tones ebenfalls nachzuweisen. Ich beziehe mich auf die Arbeiten von SCHLEGEL und WESTERMANN über das Ewe, von CHRISTALLER über das Tshi, von ENDEMANN über das Sotho, von WALLMANN über das Nama

¹ Vgl. Vox, 1916, S. 45 und S. 98.

usw. Im Laufe der Zeit mehrten sich die Beobachtungen, und schließlich hat uns besonders EDUARD SIEVERS die Bedeutung des musikalischen Tones auch für unsere Muttersprache ausführlich dargetan. Bei der Fremdartigkeit der ganzen Erscheinung lag es nahe, daß sie zuerst nicht richtig aufgefaßt wurde. Man dachte sie sich als entstanden aus dem Bedürfnis, sonst gleichlautende Wurzeln zu unterscheiden. Ich weiß nicht, ob man es sich jemals wirklich so vorgestellt hat, daß eine ursprünglich identische Wurzel in verschiedene Bedeutungen auseinandergegangen wäre, und daß man diese beiden Bedeutungen dann durch musikalische Töne gekennzeichnet hätte. Wenn man sich den Vorgang auch nicht derartig mechanisch und rational gedacht hat, so schwebte doch wohl den Sprachforschern der älteren Zeit im allgemeinen der Gedanke vor, daß bei einer fortschreitenden Synonymität der Wurzeln die musikalischen Töne benutzt worden wären, um sonst gleichlautende Wurzeln auseinanderzuhalten, so etwa als wenn z. B. der Franzose die große Fülle seiner Synonymen durch Tonhöhen unterschiede, wie z. B. cent, hundred, sans, ohne, sens, der Sinn, sent, er fühlt, s'en usw. Jedenfalls war man zu der Ansicht geneigt, daß die musikalischen Töne der Sprache ursprünglich fremd waren und erst später aus irgend einem praktischen Bedürfnis eingeführt wurden.

Man sah sie also als ein durchaus sekundäres Moment an. Bei der Erforschung der afrikanischen Sprachen sind wir nun eigentlich zu der genau entgegengesetzten Ansicht gekommen. Wir machen die Beobachtung, daß die musikalischen Töne der Wurzeln merkwürdig konstant sind. In vieler Beziehung sind sie widerstandsfähiger als Konsonanten und Vokale. Wenn in verwandten Sprachen die Konsonanten durch Lautverschiebung geändert werden, so bleiben die Töne dieselben. Wenn bei Zusammenziehungen die Vokale verschmelzen, oder wenn ein Vokal vor dem anderen ausfällt, so bleibt in vielen Fällen der musikalische Ton erhalten. Für das Verständnis des Gesprochenen z. B. im Ewe ist das Festhalten des musikalischen Tones das allerwichtigste. Man kann sogar auf die Artikulation der Konsonanten und Vokale verzichten und lediglich die Tonhöhe durch Singen, Pfeifen, Trommeln andeuten, so ist man imstande, bis zu einem gewissen Grade sich den anderen verständlich zu machen. Natürlich bezieht sich eine derartige Verständigung auf Worte und Sätze, die man verabredet hat. Aber diese Sätze nehmen doch einen so großen Umfang ein, daß man eigentlich jede gewünschte Mitteilung auf diesem Wege telegraphieren kann. Man kommt deshalb zu dem Eindruck, daß man in einer großen Zahl afrikanischer Sprachen die Tonhöhe nicht ansehen kann als ein sekundäres Moment zur Unterscheidung sonst gleichlautender Worte. Die Tonhöhen gehören vielmehr gerade so notwendig zu einer Wurzel wie Kon-

sonanten und Vokale. Und wenn wir im Deutschen einen Zusammenhang zwischen Biene und Bohne, Tinte und Tante nicht anerkennen, und nicht glauben, daß hier ursprünglich gleichlautende Wurzeln vorliegen, die dann nur durch verschiedene Vokalfärbung getrennt worden sind, so wäre der Stand der Dinge für die afrikanische Tonsprache in Bezug auf die Tonhöhe ganz der gleiche. Ein tieftoniges Wort ist von einem hochtonigen so völlig verschieden, wie im Deutschen Biene von Bohne. Sie werden von dem Europäer als gleichlautend empfunden, aber nicht von dem Eingeborenen. Es ist meist auch beim besten Willen nicht möglich, zwischen den Bedeutungen von Wurzeln mit verschiedenen Tönen irgend welche Beziehungen aufzufinden.

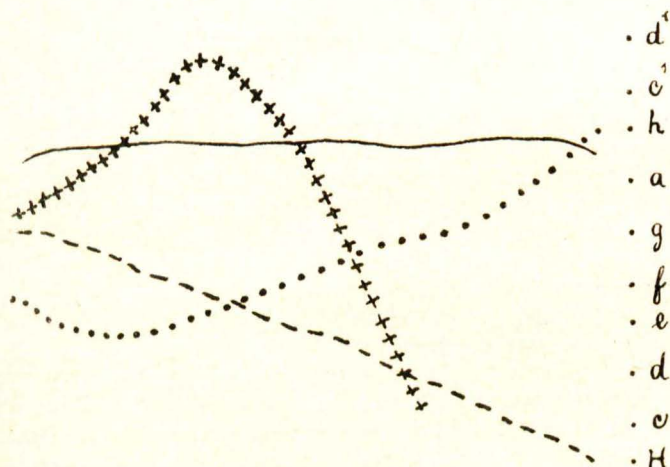


Fig. 1

Tonhöhen im Chinesischen

- 知 *tschi*¹ wissen
- 直 *tschi*² gerade
- 指 *tschi*³ zeigen
- ++++++ 至 *tschi*⁴ hingelangen

Weil uns die Beobachtung der musikalischen Töne so ungewohnt ist, halten wir diese Feststellungen für besonders schwer, während wir es für sehr leicht halten, den Starkton (dynamischen Akzent) eines Wortes zu ermitteln. Hier hat uns nun das Experiment belehrt, daß die musikalische Betonung ein sehr einfacher Vorgang ist, der abhängt von der Anzahl der Schwingungen, die die Stimmbänder in einer bestimmten Zeit machen. Die Aufzeichnung und Ausmessung der Schwingungen

ergibt Kurven, die die Bewegung der Stimme an beigefügter Skala erläutern (Fig. 1, S. 127). Wir nennen einen Teil der Skala hoch (H), einen anderen mittel (M), einen dritten tief (T) (Fig. 2). Die musikalische Betonung wird auch von Kindern schon frühzeitig beachtet, und in der allereinfachsten Kindersprache spielen schon die Tonhöhen eine Rolle, ebenso wie in den jedermann verständlichen Lautbildern. Der Starkton dagegen ist ein sehr komplizierter Vorgang, der sich in einer verschiedenen Artikulation der Vokale und Konsonanten äußert, sich sogar in vielen Fällen mit dem musikalischen Ton verbindet und wegen dieser Kompliziertheit mit Hilfe des Apparates nicht sicher festzustellen ist.

Die Angehörigen verschiedener Sprachen und Dialekte folgen auch in Bezug auf den Starkton sehr verschiedenen Regeln. Ich erinnere nur daran, daß viele Deutsche die Tenuis durch den Starkton zu Aspiraten verwandeln, während andere dies nicht tun. So ist es von vornherein unwahrscheinlich, daß der Starkton in der Sprache früher vorhanden gewesen sein soll als der musikalische Ton, und wir dürfen wohl mit Recht von ursprünglichen musikalischen Tönen reden.

So war unsere Anschauung, als wir begannen nach musikalischen Tönen in den Papuasprachen zu suchen. Die Papuasprachen unterscheiden sich in ihrem Bau völlig von den melanesischen und polynesischen Sprachen. Und als die erste wirklich einwandfreie Papuagrammatik von HANKE erschien¹, fiel die Ähnlichkeit im Bau dieser Sprache mit zentralafrikanischen Sprachen sofort auf. Diese grammatische Ähnlichkeit wurde noch verstärkt durch gewisse Übereinstimmungen im Lautbestande. Als besonders charakteristisch für die zentralafrikanischen Sprachen hatten sich die Velarlabialen herausgestellt, die gebildet werden mit gleichzeitigem Verschuß am Velum und mit den Lippen (Fig. 3, S. 129). Ganz dieselben eigentümlichen Laute fanden sich nun bei den Papua. Es lag nahe, unter diesen Umständen auch nach dem musikalischen Ton in den Papuasprachen zu suchen, der für die zentralafrikanischen Sprachen so wichtig ist. Es darf dabei nicht wundernehmen, daß die Sprachforscher in Neu-Guinea nicht ohne eine solche Anregung von außen her auf die Beobachtung des musikalischen Tones gekommen sind. Der Vorgang ist uns, wie ich schon im Anfang sagte, so fremd-

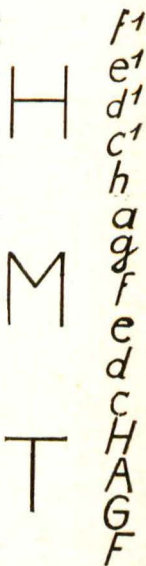


Fig. 2

¹ Grammatik und Vocabularium der Bongu-Sprache. Archiv für das Studium deutscher Kolonialsprachen. Bd. VIII, Berlin, 1909.

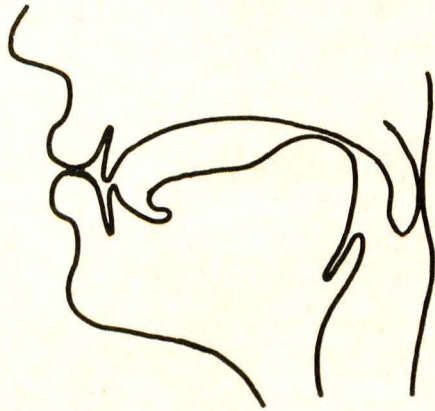


Fig. 3

Labiovelares \dot{p} \dot{b}

artig, daß man erst darauf aufmerksam gemacht werden muß, um ihn zu hören. Auch in Afrika haben wir immer wieder erlebt, daß Leute, die jahrelang mit den Eingeborenen verkehrten und ihre Sprache redeten, doch die Erscheinung des musikalischen Tones nicht bemerkt hatten, weil ihre Aufmerksamkeit auf diese Vorgänge nicht eingestellt war. Wir verdanken Herrn Oberstabsarzt Dr. DEMPWOLFF, der heute an meiner Stelle hatte sprechen wollen, den Nachweis, daß tatsächlich auch in den Papuasprachen die Tonhöhen vorliegen. Diese seine Ansicht ist inzwischen durch die an Ort und Stelle arbeitenden Missionare vollauf bestätigt worden. Vor nicht langer Zeit erhielt ich erst den Brief eines Missionars aus Neu-Guinea, der mir hierüber ausführliche Mitteilungen machte. Was nun aber bei den Beobachtungen von Dr. DEMPWOLFF besonders wichtig ist, ist der Zusammenhang der Tonhöhen mit Eigentümlichkeiten der Artikulation. Und diese Beobachtungen haben Dr. DEMPWOLFF bewogen, die gefundenen Tonhöhen nicht als ursprünglich anzusehen, sondern als Ersatz für andere Vorgänge, die im Schwindnen begriffen sind. Es kann nicht meine Aufgabe sein, die Entdeckungen meines verehrten Freundes Ihnen mitzuteilen, zumal er sie noch mit allem Vorbehalt geben möchte. Ich bin dazu umso weniger imstande, als mir das Beweismaterial für das Einzelne fehlt. Nur soviel sei gesagt, daß wir unter dem Eindruck stehen, daß die Tonhöhen hier eine sekundäre Erscheinung in der Sprache sind. Weitere Forschungen werden sich mit der Frage zu beschäftigen haben, ob dies für alle Tonhöhen und für alle Sprachen dieser Gruppe gilt. Mich hat diese Entdeckung veranlaßt, nun aufs Neue darüber nachzudenken, ob nicht doch einige der afrikanischen Töne auch

als sekundär anzusehen sind. EDUARD SIEVERS hat schon darauf aufmerksam gemacht, daß bei der Bildung von Lauten, bei denen die Zunge zurückgebogen wird, wie z. B. bei den Cerebrallauten, unwillkürlich der hintere Teil der Zunge nach hinten und unten gedrückt wird, und infolgedessen auch der Kehlkopf tiefer zu stehen kommt als bei anderen Lauten. Deshalb beobachtete er, daß in der Nachbarschaft von Cerebrallauten und von sehr tiefere Töne gesprochen werden, als da, wo diese Laute fehlen. Bekannt ist, daß der Engländer sein (weites) o als tief bezeichnet, und auch tatsächlich Worte wie *small* mit tiefem Ton zu sprechen pflegt. Beobachtungen dieser Art können wir in Afrika wenig machen. Im Ewe gibt es z. B. *cerebrales d* neben *dentalem d*, aber die Wurzeln mit *cerebralem d* sind keineswegs immer tief-tonig, und die Wurzeln mit *dentalem d* keineswegs immer hochtonig, sondern bei beiden Artikulationen finden sich Tiefton und Hochton ganz in gleicher Weise. Ebensowenig können wir beobachten, daß die Vokale o und u die tiefen und die Vokale e und i die hohen Töne bevorzugen, obwohl uns das von vornherein wahrscheinlich ist. Hier spielt ja nicht nur die Stellung der Zunge, sondern auch der Eigenton der Mundhöhle eine Rolle, und wir Europäer sind im Anfang immer geneigt, Silben, in denen ein i vorkommt, für hoch und Silben, in denen ein o vorkommt, für tief zu halten. Bei näherer Beobachtung stellt sich aber jedesmal heraus, daß wir uns geirrt haben, und daß der Ton, den wir gehört zu haben glaubten, eben nicht der Grundton war, sondern der Eigenton der Mundhöhle. Immerhin sind einige Beobachtungen gemacht, die auf eine Beziehung zwischen Klangfarbe und Tonhöhe hindeuten. Aber auch hier kann man nicht von sekundären Tonhöhen sprechen, sondern die Sache liegt so, daß der Hochton konservierend auf die Vokale und ihre Klangfarbe wirkt. Eine Beobachtung ist allerdings von Wichtigkeit, daß nämlich im Ewe tief-tonige Lautbilder den tiefen Ton behalten, wenn sie sich auf ein großes Ding beziehen; beziehen sie sich auf ein kleines Ding, so wird ein einschränkendes e, das mit Hochton gesprochen wird, angehängt, und dieses e hat nun die Wirkung, daß das ganze Wort hoch gesprochen wird. Hier liegt aber wohl nicht nur eine Assimilation an das hoch-tonige e vor, sondern zugleich die psychologische Beziehung zu der Vorstellung von großen Dingen, die man unwillkürlich durch die tiefe Stimme kennzeichnet, und kleinen Dingen, die man mit hoher Stimme beschreibt, wie auch wir das tun, wenn wir den Kindern Märchen erzählen.

Etwas ganz anderes ist die gegenseitige Beeinflussung der Töne im Wort und Satz. Wird ein Vokal mit dem anderen verschmolzen, so erhält in vielen Fällen der neue Vokal beide Töne. Sie erinnern sich der Eigentümlichkeit des Griechischen, daß kontrahierte Vokale mit Vorliebe den Circumflex erhalten.

Das ist ein anderer Ausdruck für den eben geschilderten Vorgang. Wenn z. B. im Duala in dem Satz *ba si alo* (sie sind nicht gegangen) das hochtonige *i* weggelassen wird, so muß dafür das folgende tieftonige *a* mit Hochtiefton gesprochen werden (vgl. Fig. 4 u. 5).

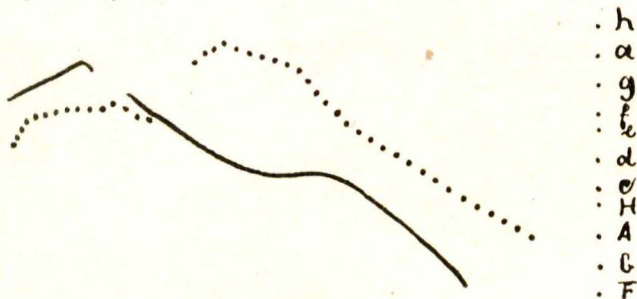


Fig. 4.

Duala: ————— *ba mala* sie gehen
 *ba si mala* sie gehen nicht

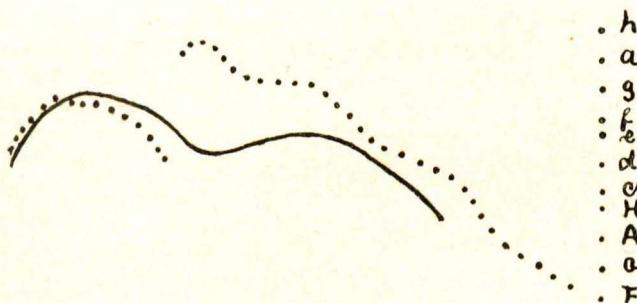


Fig. 5.

Duala: ————— *balo* sie sind gegangen
 *basalo* sie sind nicht gegangen

Benachbarte Töne können auch noch in anderer Weise die Töne beeinflussen, sie assimilieren, oder auch durch Dissimilation sich schärfer von ihnen abheben. Es können sogar Tauschbewegungen eintreten, daß statt des theoretischen tief-hoch, ein hoch-tief erscheint. Alle diese Vorgänge werden im Satz noch stärker hervortreten. Das Ewe ist eine Sprache, die ursprüngliche Tonhöhen mit erstaunlicher Festigkeit bewahrt. Trotzdem besteht ein sehr erheblicher Unterschied zwischen der Bewegung der Stimme, wie sie im Satz empirisch vorliegt, und den Tonhöhen, die man theoretisch annehmen sollte, wenn man die einzelnen Wurzeln zusammensetzt. Ich gebe ein Beispiel für diese Unterschiede (vgl. Fig. 6, S. 132) und verweise im übrigen auf die Ausführungen in meinem Aufsatz Theoretische und empirische Tonhöhen im Ewe in Nr. 2, 1916 der *Vox*.

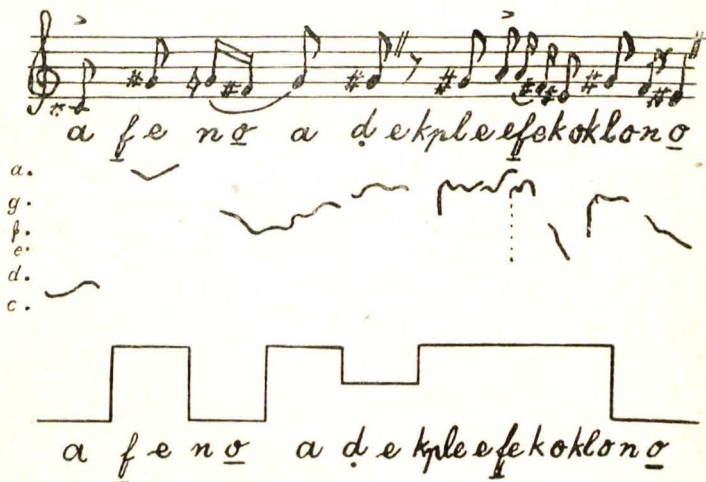


Fig. 6

Empirische (oben) und theoretische Tonhöhen im Ewe

Wenn schon in einer reinen Tonsprache, wie es das Ewe ist, der Unterschied zwischen der empirischen und der theoretischen Tonhöhe der Worte im Satz ein so großer ist, so ist in anderen Sprachen, die neben den musikalischen Tönen noch dynamische Akzente haben, der Unterschied sehr viel größer. Ein besonders gutes Beispiel ist hier das Duala. Auch im Duala hat jedes Wort seine ganz bestimmte Tonhöhe, aber diese Tonhöhe wird im Satz nach gewissen Regeln geändert. So wird z. B. am Satzende ganz entsprechend unserer Redeweise der Ton tiefer, als er theoretisch sein sollte. Das Wort *mbo*, der Hund, hat Hochtöne, wird aber am Satzende tief. Die transitiven Verba, die in zweiter Silbe tieftönig sind, werden regelmäßig hochtönig, sobald sie im Präsens ein Objekt nach sich haben. Z. B. *na malongo* ich singe, mit tieftönigem *o* am Schluß, aber *na malongo* miënge ich singe ein Lied, mit hochtönigem *o* am Schluß. Die Vorsilbe *ma* im Präsens ist im Hauptsatz tieftönig, im Relativsatz mitteltonig. Z. B. *bwele bo mabwane* heißt der Baum ist giftig, wenn *ma* tieftönig gesprochen wird; aber wenn *ma* mitteltonig gesprochen wird, der Baum, welcher giftig ist. Hier werden die ursprünglichen Tonhöhen also nach bestimmten grammatischen Regeln verändert.

Eine Veränderung der Tonhöhe, die uns besonders wichtig ist, ist die Modulation unter dem Einfluß des Affektes. Wir sprechen z. B. das deutsche Wort so in ganz verschiedener musikalischer Betonung je nach dem Affekt, in dem es gesprochen wird. Natürlich fehlt dieser Einfluß den afrikanischen Sprachen

auch nicht ganz, aber er verläuft anders, als wir's uns denken. So erscheint es uns als selbstverständlich, daß man bei einer Frage zum Schluß die Stimme hebt. Im Ewe dagegen bleibt die Tonhöhe in der Frage unverändert, dem Satz wird nur ein tief toniges a angefügt, sodaß für unser Ohr der Frageton vollkommen fehlt. Auch der Frageton des Duala weicht von dem unseren stark ab (vgl. Fig. 7).



Fig. 7

Duala: ————— ibi dibo er hat den Kürbis gestohlen
 ibi dibo e hat er den Kürbis gestohlen?

Die Veränderungen der Tonhöhe durch den Affekt sind nun in afrikanischen Sprachen noch sehr wenig studiert. Für die Bewegung der Stimme in europäischen Sprachen spielt auch die konventionelle Melodie eines Dialektes eine sehr bedeutende Rolle. Der geübte Dialektforscher kann an dieser Melodie mit großer Sicherheit die Heimat des Redenden erkennen, und wir pflegen diese Melodie auch in fremden Sprachen beizubehalten und sind dadurch immer als Fremde kenntlich. Derartige Vorgänge können auch in afrikanischen Sprachen vorliegen. Herr PETERS, der lange bei uns im Laboratorium gearbeitet hat, glaubt z. B. (Tonhöhenkurven einer grammophon. Aufnahme der Ewesprache, *Vox* 1916, S. 57—82) im Ewe gefunden zu haben, daß man gewisse Kontrastwirkungen bevorzugt. Die Sache bedarf aber noch weiteren Studiums und wird vermutlich wesentlich dazu beitragen, zu erklären, warum die empirische Tonhöhe der Sätze so stark von der theoretischen abweicht. Es gehört dazu aber eigentlich das Ohr eines Afrikaners oder eines Europäers, der unter Afrikanern geboren und aufgewachsen ist, um derartige Forschungen in Afrika auszuführen. Das Studium der sekundären Tonhöhen bietet also sicher noch viel Gelegenheit zu neuen Entdeckungen.

Ich möchte aber nicht verschweigen, daß die von DEMPWOLFF uns gegebene Anregung doch vielleicht für Afrika eine Revision unserer Anschauungen notwendig macht. Wer die westafrikanischen Sudansprachen mit den ostafrikanischen vergleicht, sieht, daß die westafrikanischen fast nur vokalisch auslautende Wurzeln haben, während die ostafrikanischen sehr häufig konsonantische Auslaute aufweisen. WESTERMANN hat nun gezeigt, daß auslautendes k in vielen Fällen in Westafrika noch durch

Nasalierung des Vokales angedeutet wird. Der Vorgang ist natürlich vermittelt in der Weise, daß k zunächst zu ñ wurde, und daß dieses ñ dann die Nasalierung des Vokals veranlaßte. Man müßte untersuchen, ob die Sache nicht so liegt, daß die verschiedenen konsonantischen Auslaute die Ursache der verschiedenen Tonhöhe sind. Eine Funktion dieser Auslaute hat sich bisher nicht nachweisen lassen. Wir wissen nicht einmal sicher, ob sie wirklich Suffixe sind, oder ob sie ursprünglich zum Wort gehörten. Ich halte einen solchen Zusammenhang mit den Tonhöhen nicht für sehr wahrscheinlich, aber die Untersuchung ist notwendig. Diese ganzen Fragen haben nicht nur für die afrikanische Sprachforschung Bedeutung, auch nicht nur für die Erforschung der Papuasprachen. Ich darf mich wohl beziehen auf das Auftreten der Tonhöhen in den ostasiatischen Sprachen, mit denen wir begonnen haben. Auch im Chinesischen hat man doch schon die Frage erwogen, ob nicht auch hier die Tonhöhen zum Ersatz für ausgefallene Endungen eingetreten sind, und ob nicht ein Zusammenhang zwischen der Artikulation der Silben und ihrer Tonhöhe besteht. Bekanntlich ist der Zusammenhang des Türkischen mit den ostasiatischen Sprachen noch keineswegs so klar festgestellt, wie man wünschen möchte. Besonders ist meines Wissens nichts darüber ermittelt, welche Entsprechungen für die Tonhöhen der ostasiatischen Sprachen in den Turksprachen vorliegen. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß eine Beziehung zwischen den vorderen Vokalen des Türkischen und dem Hochton nachweisbar ist und ebenso eine Beziehung zwischen den hinteren Vokalen und dem Tiefton. Dabei möchte ich auch hier die Frage offen lassen, welcher der beiden Vorgänge der ursprüngliche ist. Nach unserer alten Anschauung müßte die Tonhöhe das Ursprüngliche sein und die Artikulation das Spätere. Nach den neueren Forschungen von DEMPWOLFF ist das Umgekehrte wahrscheinlicher. Wenn es gelingt, diese Fragen zu beantworten, so wären wir einen guten Schritt weiter, nicht nur in Bezug auf die Erkenntnis der Tonhöhen, sondern auch in Bezug auf das Wissen über die Geschichte der menschlichen Sprache.

* * *

Dr. PANCONCELLI-CALZIA: Ich danke Herrn Professor MEINHOF für seine interessanten Ausführungen und eröffne die Diskussion.

Prof. KONOW: Ich möchte nur zu dieser interessanten Frage (Herr Prof. MEINHOF hat schon auf die chinesischen Sprachen hingewiesen) darauf aufmerksam machen, daß ein deutscher Gelehrter die ganze Frage von der Tonhöhe im Chinesischen ganz gründlich behandelt hat und zwar Prof. CONRADI in seinem Buche *Eine indo-chinesische Causativ-Denominativ-Bildung*.

Hier ist ein großes Material zusammengebracht worden, nicht bloß aus der heutigen chinesischen Sprache, sondern auch aus dem älteren Chinesisch, aus dem Siamesischen und den birmanischen und tibetschen Mundarten. Es hat sich nun herausgestellt, daß in allen diesen Sprachen unbetonte Vorsilben in großer Anzahl vorhanden sind oder gewesen sind. In einer Reihe von Dialekten sind diese Präfixe noch heute bewahrt, z. B. im Westtibetschen, in anderen sind sie verloren gegangen. Nun zeigt es sich, daß diejenigen Dialekte, die die Vorsilben bewahrt haben, die Tonhöhen nicht unterscheiden, dagegen sind in den Dialekten, wo diese Präfixe fehlen, Tonhöhen vorhanden. CONRADI ist zu dem Schluß gekommen, daß der Hohton in den indo-chinesischen Sprachen das Resultat des Schwundes solcher Präfixe ist, daß er folglich sekundärer Natur ist und der ursprünglichen Sprachstufe fremd war. Auch in anderen Sprachen, wo verschiedene Tonhöhen unterschieden werden, kann Ähnliches nachgewiesen werden: die Tonunterschiede scheinen sekundär zu sein, wenn wir z. B. die norwegischen Wörter *bönder*, (gesprochen *bönnner*) und *bönnner* (Bauern oder Gebete oder Bohnen respektive) miteinander vergleichen, so wird ersteres mit eingipfligem, zweiteres mit zweigipfligem Akzent gesprochen; *bönder* ist nun in der altnordischen Sprache einsilbig, während *bönnner* zweisilbig war. Man hat nun gefunden, daß bei ursprünglich einsilbigen Wörtern der Ton tief einsetzt, dann um ungefähr eine Terz oder eine Quarte steigt. Ist dagegen das Wort schon im Altnordischen zweisilbig wie *bönnner*, so setzt es mit einem hohen Ton ein, sinkt eine Terz, steigt eine Quarte: die Stimme beginnt in starkem Mittelton, gleitet in der ersten Silbe ungefähr durch eine Terz herab und springt in der schwachen Endsilbe ungefähr eine Quarte aufwärts. Obgleich heutzutage der Lautstoff in den beiden Wörtern derselbe ist, bleibt der alte Unterschied durch den Ton bewahrt.

Das natürliche Resultat solcher Erwägungen ist, daß die verschiedenen Tonhöhen in den Tonsprachen wesentlich sekundär sind und meistens auf Kompensation für verlorenen Lautstoff beruhen. Darauf weisen namentlich die indo-chinesischen Sprachen hin, und wir haben heute gehört, daß sich auch in den afrikanischen Sprachen Andeutungen finden, die in dieselbe Richtung führen. Damit soll aber nicht gesagt werden, daß jeder Tonunterschied auf diese Weise zu erklären ist. Die Tonunterschiede, die man bei Kindern und auch bei Erwachsenen nachweisen kann, wenn es sich darum handelt, z. B. etwas Großes und etwas Kleines zu unterscheiden, sind doch wohl sicher anderer Art, und derartiges konnte ja in den afrikanischen Sprachen weiter entwickelt worden sein. Daß die Tonhöhen auch grammatische Ziele verfolgen, läßt sich auch in den alten indo-germanischen Sprachen wahrscheinlic

machen. So beruhen die Akzentunterschiede im ältesten Indischen auf Verschiedenheit der Tonhöhe. Und hier, wie in anderen verwandten Sprachen finden wir, wie der Wechsel des Akzents auch grammatische Bedeutung hat. So wurden, in gewissen Kasus- und Verbalformen die Wurzelsilben betont, in anderen die Schlußsilben. Ich möchte allerdings nicht behaupten, daß diese Differenzierung durch verschiedene Tonhöhen ursprünglich ist, ein Verhältnis, worauf ich aber heute nicht näher eingehen werde. Ich habe bloß betonen wollen, daß das Problem überhaupt recht kompliziert ist. Der richtige Weg zur Lösung aller dieser Fragen ist sicher derjenige, den das phonetische Laboratorium in Hamburg eingeschlagen hat, die Phänomene möglichst genau mechanisch zu untersuchen und die Resultate sorgfältig zu registrieren, und ich möchte den energischen Leitern des Laboratoriums meinen besten Glückwunsch aussprechen zu der vorzüglichen Weise, in der diese Untersuchungen angefangen wurden.

Dr. KENN: Ich möchte nur in sprachpsychologischer Hinsicht eine kurze Anfrage stellen. In unserer eigenen Sprache besteht die Möglichkeit, den Sinn von Sätzen dadurch zu charakterisieren und auch zu variieren, daß wir die Modi des Fragens, Ausrufens, Zweifelns, Verwunderns usw. allein durch die betreffende Art der Sprechweise kundgeben. In einer anderen Weise sprechen wir aus: *es ist schön?* als Frage, und: *es ist schön!* als Ausruf. Gibt es dazu Analoga in den behandelten afrikanischen Sprachen? Wie weit und in welcher Form geben sich sowohl die bezeichneten Denkformen, als auch mehr gefühlsmäßige Affekte, wie etwa Neid, Haß, Kummer, Liebe, Hoffnung, Freude in der Sprach- bzw. in der Sprechform dieser Völker zu erkennen, oder ist dies überhaupt nicht der Fall? Von Interesse wäre es auch zu wissen, ob vielleicht durch besondere Sprach- oder Sprechzeichen diese Motive zur Wirkung kommen, so wie in unserer eigenen Sprache, allerdings nur in der schriftlichen Darstellung, für einige Denkmodi, z. B. für das Fragen, Ausrufen, Aussagen besondere Schriftzeichen in den besonderen Interpunktionszeichen bestehen.

Dr. BISCHOFF: Bei der Betrachtung und der Behandlung der Tonhöhen in der Sprache ist man ganz unwillkürlich versucht, von *musikalischen* Momenten zu sprechen, und mehr oder weniger zu übersehen, daß es wertvoll ist, daß das Wichtigste bei diesen Tonhöhen in der Sprache nicht musikalische, sondern rein logische Momente sind. Die ideale Tonhöhen-sprache würde gerade die sein, in der durch verschiedene Tonhöhen verschiedene logische Begriffe bezeichnet werden ohne einen anderen Zusammenhang, der auf andere Momente deutet. So würde z. B. schon die Bezeichnung eines großen Mannes durch die tiefere Tonhöhe des Wortes Mann gegenüber der

Bezeichnung eines kleinen Mannes durch eine höhere Tonhöhe unter Umständen nicht mehr den reinen Charakter einer Tonhöehensprache enthalten: weil wir mit der Vorstellung groß und klein einen gewissen Affekt verbinden, den wir hier wie auch an anderer Stelle durch tiefe und hohe Tonlage zum Ausdruck bringen. Herr Professor MEINHOF hat in seinem Vortrag schon kurz darauf hingewiesen, daß wir wohl in allen Sprachen solchen Tondifferenzen begegnen. Gerade dieser Zusammenhang mit dem Affekt würde sich dem Charakter des musikalischen Moments in hohem Grade nähern. Dieser Zusammenhang der Musik mit dem Affekt ist so wichtig, weil wir gerade über den Affekt von der ausgebildeten Sprache her zu dem eigenartigen systematisch-psychologischen Aufbau der Sprachlehre kommen, auf den WUNDT mit größtem Erfolge hingewiesen hat. Der Affekt nämlich produziert im Organismus des Menschen eigentümlich allereinfachste Ausdrucksbewegungen. Als volkstümliches, allgemein bekanntes Beispiel möchte ich anführen das Rot- und Blaßwerden. Die instrumentelle Methode gibt uns nun die Möglichkeit, diese und andere verwandte physiologische Erscheinungen zu verfolgen z. B. im Verlauf des Pulsdruckes. Der Pulsdruck aber schon hängt mit gewissen Bewegungserscheinungen im Herzen und in den Gefäßen zusammen und so findet sich der systematische Übergang zu jenen anderen Bewegungen z. B. der Abwehr- und Greifbewegung, die wohl im Zusammenhang mit der Entstehung unserer Schrift stehen mag, und weiter zu jenen Bewegungsphänomenen, die uns in der Form der Kehlkopf- und Rachen-Mund-Bewegungen gegenübertreten, und die bei uns das vornehmste Werkzeug sprachlicher Ausdrucksbewegungen geworden sind. In unserer Kultur haben auch wir ein großes Gebiet, auf dem wir in anderer Weise uns ausdrücken und zwar im wesentlichen Gefühlsverläufe und Affekte ausdrücken, und das ist die Musik, bei der uns die Tonhöhen ja etwas völlig Vertrautes und Selbstverständliches geworden sind. Wir haben also gewissermaßen auch in unserer Kultur eine im höchsten Grade ausgebildete Tonhöehensprache. Nur verbinden wir damit nicht wie bei den streng charakteristischen Tonhöehensprachen begriffliche Vorstellungen, sondern in erster Linie eigenartige Gefühlsverläufe.

In der Musik haben wir als Schriftsystem die Noten gewählt, in der Sprache die Schrift. Gerade die Darstellungen, die Herr Professor MEINHOF uns heute in Bildern von den Tonhöhen der behandelten Sprache gab, erinnern nun schon in hohem Grade an solche Notenschrift. Wir brauchen gewissermaßen nur das Notenliniensystem auf die dargestellten Kurven hinaufzulegen. Herr Professor MEINHOF wies darauf hin, wie es so sehr lange gedauert hat, und wie wir so große Schwierigkeiten hatten, hinter das Wesen der Verwendung

verschiedener Tonhöhen in der Sprache zu kommen. Ich sehe den Grund dafür gerade in der bisher angewandten Einseitigkeit in der Darstellung unserer sprachlichen Äußerungen, und die Einseitigkeit beruht darin, daß wir völlig aufgingen in der Ansicht, daß eine Sprache dann erschöpft sei, wenn sie schriftlich festgelegt ist. Von dieser Einseitigkeit hat uns gerade die Verwendung der modernen phonetischen Methoden befreit, und, natürlich unter selbstverständlich vollkommener Anerkennung der großen Verdienste der bisherigen Arbeit auf dem Gebiete der Sprachforschung, es stellt diese Erweiterung ein äußerst bedeutsames Moment dar; und daß es gerade unsere Hamburger Arbeitsanstalten gewesen sind, die besonders fruchtbar auf diesem Gebiete schaffen konnten, ist gewiß darauf zurückzuführen, daß uns frühzeitig die gegenwärtig noch umfangreichen Mittel für diese Darstellungsmethode zur Verfügung gestellt und organisiert worden sind, daß uns gleichsam an Stelle des bisherigen Schreibgriffels der Phonograph, der Röntgenapparat, der Mundtrichter, der künstliche Gaumen und alle die anderen Instrumente zur Verfügung standen, und daß auch hier die Möglichkeit gegeben war, in diese Arbeit jenes System zu bringen, ohne das die rein mechanischen Mittel natürlich wertlos sind.

Prof. MEINHOF (Schlußwort): Ich möchte in erster Linie Herrn Prof. KONOW danken für seine wertvollen Ergänzungen. Ich bezweifle nicht, daß diese wichtigen Arbeiten in den ostasiatischen Sprachen uns weiterhelfen werden. Wir haben auch im Sotho in ganz ähnlicher Weise gefunden, daß ausgelassene Silben durch einen Hochtou ersetzt wurden. Es wird nun die Frage die sein, ob alle Tonhöhen auf diesem Wege entstanden sind.

Dann danke ich Herrn Dr. BISCHOFF für seine Ausführungen. Die Frage ist außerordentlich schwierig für die ursprünglichen Tonhöhen, sodaß man sie wohl ähnlich ansehen muß wie die andere Frage, warum bestimmte Vokale für irgend ein Wort gewählt sind. Daß die Laute zunächst unwillkürliche Ausdrucksbewegungen sind, gebe ich gern zu. Wir haben es angenommen bei *papa* und *mama* und *dada*. Auch glaube ich, daß WENDT recht hat, wenn er behauptet, daß wir bei einem Wort für die Zunge irgend einen Laut wählen, der besonders mit der Zunge zu tun hat. Sonst sind wir auf diesem Gebiet noch ganz in den Anfängen.

Der Affekt bei der Wahl der Tonhöhe spielt in den Sudansprachen nicht entfernt die Rolle, wie das bei uns im Deutschen ist. Man sagt z. B. bei uns, wenn jemand wütend würde, spräche er von selbst mit höherer, immer höherer Stimme. Es hatte einmal mein Freund WESTERMANN in Afrika zwei Frauen getroffen, die sich darum stritten, ob sie sich zwei oder drei Fünfpfennigstücke gegeben hätten. Sie wie-

derholten die Zahlworte unablässig (2, 3, 2, 3 usw.), ohne den Ton zu erhöhen. Zweifellos spielt ja in den Sprachen der Afrikaner der Affekt ebenso eine Rolle wie in unseren Sprachen, sie haben nur eine andere Methode, das auszudrücken. Wir haben den Gewährsmann im Hottentottischen in allerlei Stimmungen sprechen lassen. Das Ergebnis war aber doch, daß die Kurven nur wenig verändert waren. Dabei ist das Hottentottische keine Sudansprache, sondern ist mit den nordafrikanischen Sprachen verwandt und hat wohl die musikalischen Töne von den Buschmannsprachen aufgenommen. Im Ewe sind die Veränderungen der Tonhöhe z. B. im Fragesatz einfach minimal. Wir haben Sätze sagen lassen wie *du hast das Buch gesehen; — hast du das Buch gesehen?* — Es waren nicht die geringsten Unterschiede in der Tonhöhe zu hören, nur daß ein tiefes *a* dem Fragesatz angehängt wird. Der Europäer hält das für eine Aussage. Die Behauptung, daß man durch den Affekt veranlaßt werde, ein Wort besonders zu betonen, kann man im Ewe auch nicht belegen. Man stellt das Wort voran, aber an der Tonhöhe wird nichts geändert. Immerhin spricht man im Zusammenhang des Satzes die Töne nicht so, wie man theoretisch erwarten sollte. Aber die Gesetze für diese Veränderungen sind noch wenig bekannt. Ich hoffe, daß die Untersuchungen von Herrn PETERS uns dazu helfen werden, etwas auf diesem Gebiet weiter zu kommen. Bis jetzt sind die Resultate noch ziemlich dürftig, und ich stehe der Sache noch etwas kritisch gegenüber.

Eine Untersuchung für sich ist das Verhältnis der Ton-sprachen zur Musik. WUNDT hat rein theoretisch die Behauptung aufgestellt, daß in den Tonhöhesprachen es keine besondere Melodie in der Musik geben könne, weil dann die Worte etwas anderes bedeuten würden. Die Musik müsse da im wesentlichen rhythmisch sein. Wir haben versucht, die Leute ein Lied singen zu lassen und dann den Text sprechen lassen. Aber sowie der Eingeborene das Lied sprechen soll, fängt er an zu singen. Vielleicht liegt es so, daß die Bewegung der Stimme im Lied ähnlich ist wie bei der gesprochenen Sprache, aber daß die Intervalle größer sind. Das ist sicher, daß in der afrikanischen Musik der Rhythmus eine ganz besondere Rolle spielt. Wie wir neben eine Melodie eine zweite setzen, z. B. in der Fuge, so macht es der Afrikaner mit dem Rhythmus. Er kann bis zu sechs verschiedene Rhythmen gleichzeitig spielen und gleichzeitig hören, und ist imstande, die verschiedenen Trommelrhythmen zu identifizieren

*

*

*

Hierauf schloß Dr. PANCONCELLI-CALZIA die Sitzung.

*Aus dem Phonetischen Laboratorium
des Seminars für Kolonialsprachen zu Hamburg*

(Leiter: Dr. G. Panconcelli-Calzia)

HAMBURGER PHONETISCHE VORTRÄGE

4.

DIE KLANGFARBE DER STIMMEN UND DER LAUTE

VON

CLARA HOFFMANN

Der vierte Hamburger phonetische Abend¹ fand im Phonetischen Laboratorium am 23. März 1916 vor neunundvierzig geladenen Gästen statt.

Herr Professor MEINHOF eröffnete die Sitzung mit folgenden Worten: Wir werden heute einen Vortrag hören, der uns nicht in die Sprachwissenschaft, sondern in die Pflege des Gesanges hineinführt. Ich hoffe aber, daß wir auch von dort werden die Brücke schlagen können zu anderen phonetischen Studien. Dabei ist es mir eine besondere Freude, daß Fräulein HOFFMANN, die schon so manches Jahr hier im Laboratorium gearbeitet hat, heute abend zu uns sprechen wird.

* * *

Vortrag von Fräulein Hoffmann

Lassen Sie mich beginnen mit einem Dank gegen unsere Behörde, gegen den Direktor des Seminars für Kolonialsprachen und gegen den Leiter des Phonetischen Laboratoriums. Ich fühle mich bevorzugt unter den Gesanglehrenden. Denn bis zum Kriegsausbruch war es mir fünf Jahre hindurch gestattet, gemeinsam mit Herrn Dr. CALZIA und Herrn Dr. med. OTT aus Lübeck regelmäßige Stimmuntersuchungen auszuführen. So konnte ich hier lernen, welche Tätigkeit im Ansatzrohr stattfindet bei bestimmten Klangfarben, während andere Gesanglehrer sich auf ihr Gehör allein verlassen müssen. Das ist besonders in meinem Spezialfache von unschätzbarem Wert.

Kürzlich wurde hier im Phonetischen Laboratorium die Frage aufgeworfen, woher es käme, daß mehr als siebzig Gelehrte Untersuchungen über die Klangfarbe der Vokale gemacht hätten, daß aber die Resultate sich durchaus nicht decken wollten. Diese Frage muß jeden von uns Anwesenden interessieren, einerlei

¹ Vgl. Vox, 1916, S. 45, S. 98 und S. 125.

in welcher Weise der Beruf des einzelnen Beziehungen zur Phonetik hat. Wir alle müssen das Wesen der Vokale, jeder von seinem Standpunkte aus, beachten.

Hier ein Beispiel, wie verschieden die Resultate der Untersuchungen ausgefallen sind.

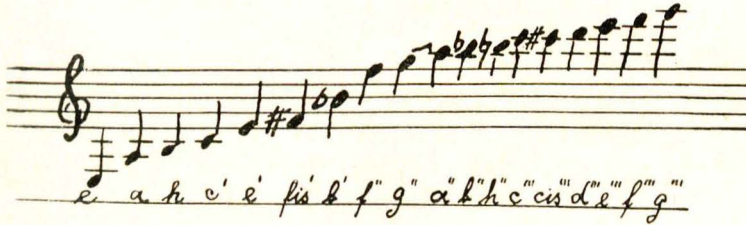


Bild 1

Obenstehende Tonreihe (Bild 1) zeigt Ihnen, welchen hauptsächlich charakteristischen Partialton der Vokal a haben soll nach Meinung von ebenso vielen Untersuchenden, wie Sie hier Noten sehen. Es sind also achtzehn verschiedene Tonhöhen im Umfange von e (162,94) bis g³ (1559,164) angegeben.

Woher kommt es, daß die Resultate so verschieden ausfallen konnten?

1. Man kann die Stärke eines Tones vorläufig nicht einwandfrei feststellen und berechnen.
2. Die Tonhöhe wurde nicht immer genau bestimmt, beim gesprochenen Laut wohl gar ganz vergessen. Es fehlt oft der Zusatz, ob die Versuchsperson einen Sopran, Alt, Tenor oder Baß besaß.
3. Die Untersuchungsweisen waren ganz verschiedenartig, wie man das aus folgenden Beispielen ersehen kann.

Es haben u. a. folgende Forscher die Klangfarbe mit dem Gehör untersucht:

DONDERS beobachtete die geflüsterten Vokale.

AUERBACH klopfte mit einem Finger gegen den Kehlkopf und stellte den dadurch hervorgerufenen Ton fest; vorher hatte AUERBACH einen Vokal gesagt und den Mund in der für den Vokal erforderlichen Stellung gelassen.

HELMHOLTZ bediente sich eines Resonators und beobachtete damit den Ton eines Vokals.

KÖNIG hielt eine Stimmgabel vor den Mund.

BOURSEUL nahm mit dem Mund die Stellung eines Vokals ein, klopfte auf die Zähne und stellte den Ton fest.

Es haben u. a. folgende Forscher mit Hülfe der objektiven Methode gearbeitet:

HERMANN machte eine phonographische Aufnahme und übertrug mit Hülfe eines Spiegels und eines Lichtstrahls die Glyphen auf photographisches Papier.

SAMOYLOFF sprach in einen Trichter und führte die Schallschwingungen gegen eine Membran aus Kork, die mit einem Spiegelchen versehen war. Mit einem Lichtstrahl schrieb er auf photographisches Papier die Schallschwingungen.

ROUSSELOT, RIGAL, POPOVICI untersuchten die Laute mit Hilfe eines sogenannten schreibenden Ohrs (einer Röhre, die mit einer Fischblase überzogen war und mit Hilfe eines Hebels auf das beruhte Papier schrieb).

In der letzten Zeit hat man sich viel des Lioretgraphen bedient.

4. Man nimmt aber auch an, daß die Klangfarbe der Stimmen bei den Untersuchungen nicht genügend beachtet wurde. Dieses kann freilich ganz verschiedene Resultate verursachen. Was verstehen wir unter Klangfarbe?

Die Linguisten unter Ihnen denken jetzt: Gewiß, ob ein Deutscher, Franzose, Däne oder Russe diesen Vokal spricht, macht einen Unterschied. Sie haben erwiesenermaßen recht damit. Ein anderer Linguist sagt: Es genügt ja in einem einzigen Lande die verschiedene Klangfarbe gleichgeschriebener Laute zu beachten. Ich bitte Herrn Dr. CALZIA, Ihnen einige Beispiele zu geben:

Demonstration: Französische Nasallaute, Aussprache mit verschiedener Klangfarbe, wie sie in den verschiedenen Gegenden Frankreichs gebräuchlich sind.

Inzwischen denkt der Psychologe: Es gibt auch eine völlig verschiedene Klangfarbe des a je nach dem seelischen Ausdruck des Satzes und sogar des einzelnen Wortes, in dem der Laut vorkommt. Man wird unwillkürlich das a in dem Worte Strahl ganz anders sprechen als in Qual oder das ä in Scherz ganz anders als in Schmerz. Es ist sicher anzunehmen, daß auch das verschiedene Resultate gibt.

Allgemein bekannt ist der Einfluß der vorangehenden und nachfolgenden Laute auf den dazwischen stehenden Vokal und umgekehrt der Einfluß der Vokalfarbe auf die benachbarten Konsonanten.

Demonstration: Vokal a nach k und b in kann, Band-Konsonant r vor u und i in rund, Ring.

Nicht genügender Wert wird aber auf die Klangfarbe gelegt, deren Ursache in verschiedener Stimmbildung zu suchen ist. Bestimmte Forderungen hat in dieser Richtung der Italiener FIORENTINO¹ aufgestellt. Er sagt: Falls man meine Untersuchungen wieder aufnehmen will, so empfehle ich, eine Ver-

¹ I. Internationaler Kongreß für Experimentelle Phonetik, Hamburg, April 1914.

suchsperson mit wohlklingender Stimme zu wählen und weiter ich würde empfehlen, keine Berufssänger zu wählen oder im allgemeinen keine Personen, die schon Gesangunterricht genossen haben usw. FIORENTINO hält seine Untersuchungen eben deshalb für sehr wichtig, weil er bei der Wahl der Stimmen obigen Grundsätzen gefolgt ist.

Wenn wir aber rein wissenschaftlich arbeiten wollen, so müssen wir alle Stimmen untersuchen, auch solche, die nicht wohlklingend sind. Außerdem läßt sich nicht feststellen, welche Stimmen FIORENTINO wohlklingend erscheinen. Wie verschieden die Ansichten hierüber sind, ist ja jedem von uns bekannt. Da die Beurteilung durch das Gehör allein gar zu subjektiv bleibt, hat man seit Jahren angefangen, die phonographischen Aufnahmen mathematisch auszumessen. Nach dieser Weise hat Herr Prof. Dr. GUTZMANN eine Arbeit über das Wesen der Nasalität¹ veröffentlicht, d. h. über die Partialtöne, die die Charakteristik des normalen und des genäseltten Klanges bilden.

Demonstration: Vokal a genäselt und normal.

Wie verschieden sowohl die Klangkurven als auch die mathematischen Ausmessungen bei den beiden Klangfarben ausfallen, mögen Ihnen diese Abbildungen (vgl. Bild 2 u. S. 144 Bild 3) zeigen.

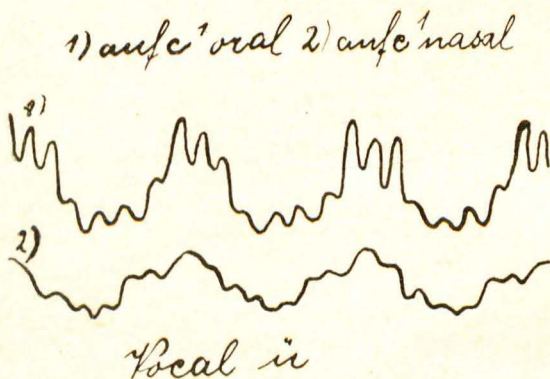


Bild 2 (nach GUTZMANN l. c.), ii auf c¹ nasal und oral. Klangkurven. Man sieht, daß Berg und Tal wohl oben und unten gleichmäßig sieben Zacken haben, daß aber die untere, die Nasen-Kurve (2), eine viel geringere Ausladung zeigt, daß man also beide Kurven deutlich unterscheidet.

¹ HERMANN GUTZMANN, Untersuchungen über das Wesen der Nasalität. Archiv f. Laryngologie und Rhinologie, XXVII, 1.

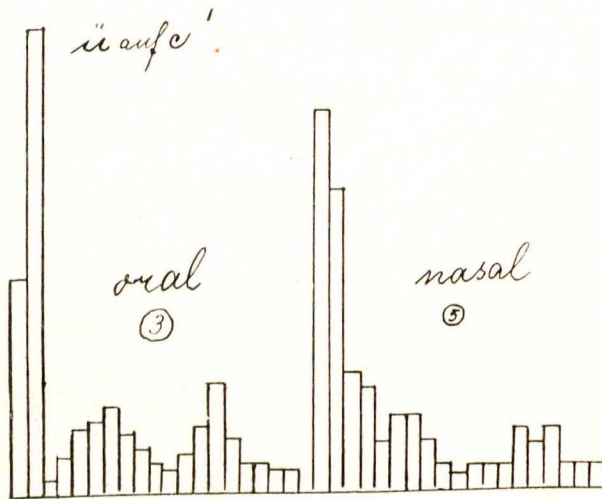


Bild 3 (nach GUTZMANN l. c.), ü auf c¹ nasal und oral. Graphische Darstellung der mathematischen Ausmessung der Klangkurven. Das Bild zeigt, daß zwar bei der oralen, sowohl als bei der nasalten Wiedergabe die beiden ersten Säulen beweisen, diese beiden Partialtöne treten am stärksten hervor (während die übrigen dagegen unwesentlich erscheinen); aber bei (3) ist die erste Säule weit niedriger als die zweite, während bei (5) die erste Säule die zweite etwas überragt.

Das Näseln, d. h. der durch die Nase klingende Ton, ist also eine der Klangfarben, auf die wir Ihre Aufmerksamkeit lenken möchten. Der Arzt SOKOLOWSKY¹ spricht schon von fünf Farben: 1. dem normal gebildeten Ton, 2. dem gequetschten oder gekehlten Ton, 3. dem Gaumenton, 4. dem übermäßig nasalen Ton und 5. dem übermäßig offenen, dem plärrenden Ton.

Es gibt aber selbstverständlich noch viel mehr Klangfarben dieser Art und auf jede müßte bei den Untersuchungen Rücksicht genommen werden. Wie die Farben der Instrumente des Orchesters völlig verschiedenen Klangcharakter haben, so auch die Menschenstimmen. Wie verschieden z. B. die Klangkurven ausfallen, wenn von Waldhorn und Trompete dieselbe Tonhöhe untersucht wird mag Ihnen dieses Bild (vgl. Bild 4, S. 145) zeigen.

Dieser bestimmte Klangcharakter beruht aber wiederum nicht allein auf der dem bestimmten Menschen eigenen Bildung und Form seines Kehlkopfes, seiner Resonanzräume usw. Sondern der Charakter einer Stimme beruht auch auf der verschiedenen

¹ I. Internationaler Kongreß für Experimentelle Phonetik, Hamburg, April 1914.

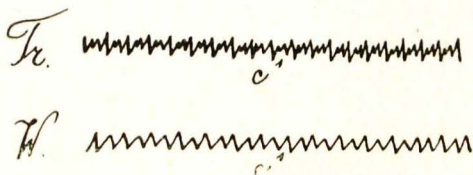


Bild 4, Kurven von c¹, Waldhorn und Trompete¹. Die Verschiedenheit der Kurven fällt ohne weiteres ins Auge.

Einstellung seines Stimmorgans. Z. B. hören Sie alle leicht den Unterschied zwischen einem mit Fistelstimme gegebenen Ton und einem sogenannten Brustton der Männerstimme.

Demonstration: Ein Herr singt den gleichen Vokal in der gleichen Tonhöhe abwechselnd mit Fistelklang und Brustklang.

Von dem Vorgang, der sich bei diesen beiden Klängen innerlich abspielt, kann ich Ihnen zwei Röntgenbilder zeigen:

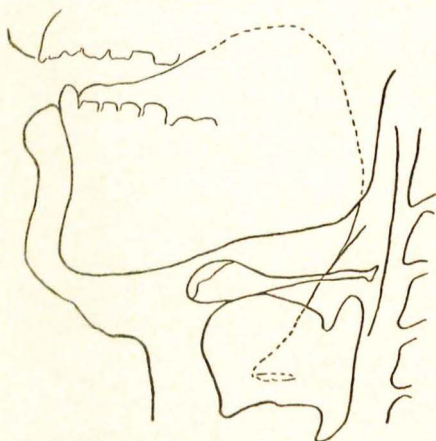


Bild 5², Vokal a, Fistelstimme auf d¹, zeigt Zg.³ hinten sehr hoch gezogen, Stimmkanal (Raum zwischen Zunge und Rachenwand) gut 1 cm weit (Originalaufnahme), Mund wenig geöffnet, Zgb.³ etwas von der Kieferkontur entfernt. Schildknorpel und Zgb. scheinen sich zu berühren.

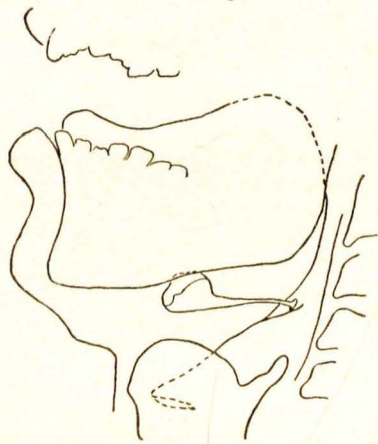


Bild 6, Vokal a, Bruststimme auf d¹, Mund weiter geöffnet, Zunge (nach meiner Ansicht) in günstigster Lage, Stimmkanal 1/2 cm weit, Zgb. näher dem Kieferknochen zu sehen, zwischen Schildknorpel und Zgb. ist etwa 1 cm Abstand bei der Originalaufnahme festzustellen.

¹ KÖBLER'sche Schallkurven vom lebenden menschlichen Trommelfell. Berichte über Apparate und Anlagen von Leppin u. Masche, Berlin, 1910. VII, 2, S. 2.

² Alle hier ohne nähere Angaben veröffentlichten Röntgen-Bilder sind von Dr. Panconcelli-Calzia photographiert, dann abgepaust und der Deutlichkeit halber nur schematisch (sehr verkleinert) wiedergegeben.

³ Abkürzungen: Zg. Zunge, Zgb. Zungenbein.

Es sind also nicht allein für die Artikulation, für die Bildung der verschiedenen Laute, ganz bestimmte Einstellungen nötig, die Ihnen ja allen geläufig sind. Sondern trotz bestimmter Einstellung für einen Laut, z. B. a oder o, kann gleichzeitig die bestimmte Einstellung für eine besondere Klangfarbe der Stimme stattfinden, wie Sie eben bei Fistel- und Brustklang schon hörten und sahen. Diese Einstellung wirkt dann auch durchaus nicht allein auf die Klangfarbe der Vokale, sondern ebenso auf die der tönenden Konsonanten.

Demonstration des n wie es in Hamburg gebräuchlich ist und des n, wie ich es bei guter Tonbildung von meinen Schülern verlangen würde.

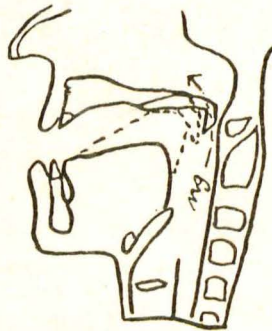


Bild 7, (nach LILLI LEHMANN¹⁾) Einstellung des weichen Gaumens und der Zunge bei ng. Hinter dem weichen Gaumen führt ein weiter Weg in die Nase hinauf.

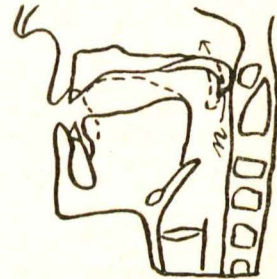


Bild 8, (nach LILLI LEHMANN¹⁾) Einstellung von Zunge und weichem Gaumen bei n. Ein enger Weg führt hinter dem weichen Gaumen in die Nase hinauf. Man beachte den großen Resonanzraum zwischen Zunge und weichem Gaumen.

Umgekehrt ist die ganz bestimmte Einstellung nicht immer unbedingt nötig, um einen Laut deutlich erscheinen zu lassen. Ich kann z. B. das n mit der vorschriftsmäßigen Zungenlage einsetzen, und kann dann die Zunge verschieben und zurückziehen, ja sogar den Unterkiefer bewegen, ohne daß der Laut undeutlich würde oder eine wesentliche Klangveränderung einträte.

Demonstration des n mit Zungen- und Kieferbewegungen.

¹⁾ Verkleinerte schematische Zeichnung aus: LILLI LEHMANN, *Meine Gesangskunst*. Berlin, Verlag der Zukunft, 1902.

Oder ein deutliches k kann man sowohl vorn, als hinten im Munde bilden:

Demonstration des k vorn und hinten gebildet.

Es kann vorkommen, daß ein solcher Klangcharakter auf allem liegt, was der Betreffende spricht oder singt. Z. B.

Demonstration eines Liedanfanges a) genüßelt, b) mit (nach meiner Ansicht) gutem Klang.

Es kommt aber auch vor, daß bestimmte Laute oder Lautverbindungen eine von der übrigen Stimme abweichende Klangfarbe zeigen. Herr Dr. CALZIA hat sich selbst erboten, Ihnen ein Beispiel zu geben:

Demonstration: Beim Vorlesen ei-n stärker genüßelt als die andern Laute.

Von diesem genüßelten Klange haben wir eine gute Röntgenaufnahme (vgl. Bild 9 weiter unten).

Demonstration des Klanges mit gesenktem Gaumen.

Den Gegensatz zu dem genüßelten Klang bildet der hohle Klang, bei dem der weiche Gaumen übermäßig gehoben ist (vgl. Bild 10 weiter unten).

Demonstration des Klanges mit zu hoher Gaumenstellung.

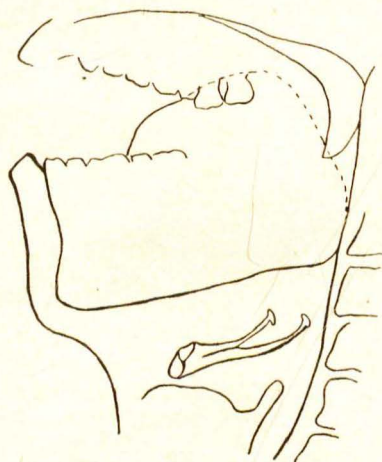
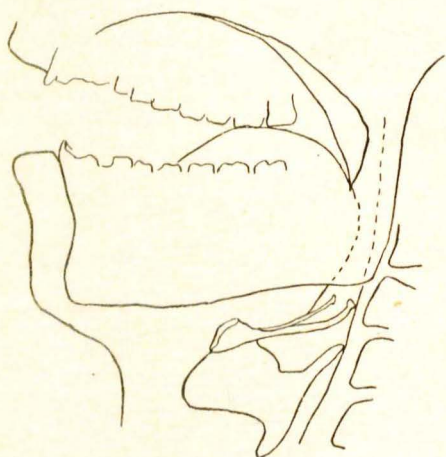


Bild 9, Vokal a auf a¹ mit gesenktem Gaumen gesungen.

Bild 10, Vokal a auf a¹ mit zu hoher Gaumenstellung.

Man besehe die Bilder noch einmal und beachte, welche Wirkung die Einstellung des weichen Gaumens auf den Kehlkopf ausübt. Bei dem gesenkten Gaumen ist der Kehlkopf für das Auge verhältnismäßig dicht unter die Kieferkontur gerückt. Das Horn des Schildknorpels sieht man der Rachenwand angelehnt. Die Hörner des Zungenbeins berühren beinahe die Rachenwand. Auf dem Bilde des zu hoch gezogenen Gaumens steht dagegen der Kehlkopf sehr tief, selbst das Zungenbein sieht man noch tief unter der Kontur des Unterkiefers, das sichtbare Horn des Schildknorpels läßt einen erheblichen Raum vor der Rachenwand frei. Auch das Zungenbein ist erheblich vorgeückt. Diese Einwirkung der Gaumenstellung auf die Kehlkopfstellung beobachtet man regelmäßig.

Demonstration des gequetschten Klanges (vergl. Bild 11).

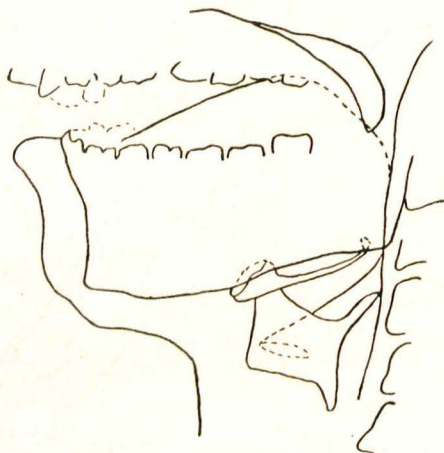


Bild 11, Einstellung bei gequetschtem Klang, der sogenannten Knödelstimme.

Der weiche Gaumen ist gesenkt (man hört bei dem Klang auch gleichzeitig eine nasale Färbung), das Zungenbein tritt unter die Kontur des Kieferknochens. Der Kehlkopf steht sehr hoch. Das sichtbare Horn des Schildknorpels liegt der Rachenwand an. Kehldeckel und Zunge laufen im Bilde in eins zusammen und zwischen Rachenwand und Zunge ist kein freier Weg mehr sichtbar. Wie dort das Auge keinen Ausweg für den Ton mehr wahrnehmen kann, so erhält das Ohr den Eindruck des gefangenen Klanges beim Hören des Knödeltones.



Bild 12, Vokal i auf a₁ mit verhauchtem Klang gesungen (vergl. S. 150).

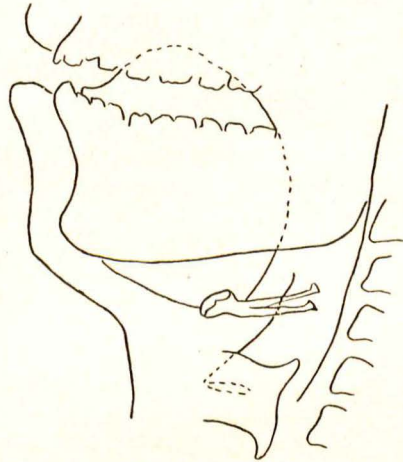


Bild 13, Vokal i mit klarer Stimme gesungen von derselben Versuchsperson und in derselben Tonhöhe (vergl. S. 150).

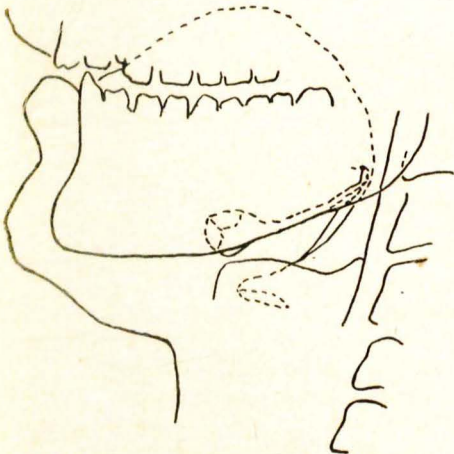


Bild 14, Vokal i mit engem dünnem Klang (vergl. S. 150).

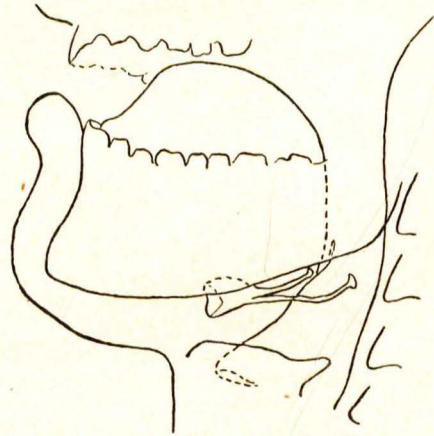


Bild 15, Vokal i mit gutem Klang (vergl. S. 150).

Demonstration des verhauchten Klanges (vergl. Bild 12 S. 149).

(Zu den Bildern 12 und 13). Beim *i* sieht man einen sehr weiten Stimmkanal (Raum zwischen Zunge und Rachenwand). Man sieht auch die Wölbung der Zunge im Vordermund. Bei dem *i* mit gutem Klang sieht man vom Zungenbein aus die Zunge in ebenmäßiger Linie aufsteigen, sodaß der Stimmkanal etwa die gleiche Weite behält und dem ausströmenden Ton kein Hindernis entgegengesetzt ist. Beim *i* mit verhauchtem Klang ist dagegen die Zunge etwas nach hinten unten zurückgezogen und drückt den Kehldeckel wieder zu der Lage der Hörner des Zungenbeins, sodaß auf dem Bilde alles sich trifft und mit einem Winkel in den Stimmkanal hineinragt. Daherr ührt also der verhauchte Klang.

Demonstration des *i* mit engem dünnem Klang durch die Versuchsperson des Bildes 14 (vergl. Bild 14, S. 149).

(Zu Bild 14). Die Zähne berühren sich fast. Trotzdem verschwindet das Zungenbein zum Teil unter der Kontur des Kiefers. Der Kehlkopf steht ganz hoch, dicht unter dem Zungenbein. Der Kehldeckel und die Hörner des Zungenbeins nähern sich der Rückwand, der Stimmkanal scheint auf der Originalaufnahme nur noch $\frac{1}{2}$ cm weit an seiner engsten Stelle.

Demonstration des *i* mit gutem Klang durch die Versuchsperson des Bildes 15 (vergl. Bild 15, S. 149).

(Zu Bild 15). Auf diesem Bilde ist der Abstand zwischen den Zahnreihen weiter. Trotzdem verschwindet das Zungenbein weniger unter der Kieferkontur als auf dem vorigen Bilde. Der Kehlkopf steht etwa $1\frac{1}{2}$ cm tiefer (Originalaufnahme) als bei engem *i*. Der Stimmkanal behält eine Weite von etwa 2 cm von unten bis oben.

Weitere Demonstrationen durch Frauenstimme:

Scharfer Klang, verbesserter Klang; Knödelklang, verbesserter Klang.

Demonstration einer Reihe der auffallendsten und am häufigsten vorkommenden Stimmfehler: a) Atemverschwendung, b) verhaucht durch Vorlegen des Zgb., c) starrer Unterkiefer, d) Druck am Mundboden, e) Knödelklang, f) Kehlkopf zu hoch, g) Kehlkopf zu tief, h) Gaumen zu hoch, i) Gaumen zu tief, k) großer Bauchmuskel versteift, l) Schultern vor, m) Nacken starr, n) Kiefer nicht genügend geöffnet, o) Kiefer übermäßig weit geöffnet.

Daß diese Klänge in höherem oder geringerem Maße, gesondert oder gleichzeitig in einer Stimme vorkommen können, bedarf wohl keiner weiteren Erwähnung. Wie die Fehler abzustellen sind, gehört heute nicht hierher.

Wir fassen also noch einmal zusammen: Jede menschliche Stimme trägt eine bestimmte Klangfarbe, die nicht allein durch den Bau des Kehlkopfes und der Resonanzräume bedingt ist. Sondern sie ist außerdem bedingt durch die Gewohnheit, den Stimmapparat in dieser oder jener Weise einzustellen. Unabhängig von der Einstellung für diese oder jene Klangfarbe der Stimme kann aber der Mensch gleichzeitig alle die verschiedenen Einstellungen für Artikulation und Tonhöhe ausführen. Es ist also eine bestimmte Stimmbildung d. h. ein bestimmter Klangcharakter der Stimme festzustellen, einerlei ob man spricht oder singt, ob man Sopran, Alt, Tenor oder Baß hat, ob man deutsch, griechisch oder hebräisch spricht. Die Klangfarbe der Stimme ist unabhängig einzustellen, gleichzeitig mit den Einstellungen, die durch Tonhöhe und Artikulation hervorgerufen werden.

* * *

Prof. MEINHOF: Wir alle sind der Vortragenden dankbar für das viele Neue, was sie uns geboten hat. Es wäre nun wertvoll, wenn man vom linguistischen Standpunkt das Gehörte ergänzen könnte.

Dr. CALZIA bedauert, daß seitens der Forscher die heute abend von Fräulein HOFFMANN behandelte Frage so wenig Berücksichtigung gefunden hat, wünscht eine planmäßige Untersuchung des Gegenstandes. Dabei sei die Hilfe eines phonetisch ausgebildeten Gesangspädagogen unentbehrlich.

Dr. OTT (Lübeck): Ich möchte auf das, was Herr Dr. CALZIA eben gesagt hat hinweisen und Sie besonders aufmerksam machen auf die Schulkinder. Unter den Schulkindern findet man die natürlichen Stimmfehler in einer ganz erschreckenden Menge. Fräulein HOFFMANN und ich haben das feststellen können, als wir in den vergangenen Jahren hier in Hamburg und in Lübeck etwa viertausend Schulkinder von diesem Standpunkt aus untersuchten. Da fand sich das merkwürdige Resultat, daß ganz und gar nicht, wie man so häufig glaubt, die Kinder in den ersten Schuljahren eine verhältnismäßig gute Stimme haben; im Gegenteil der Prozentsatz der fehlerhaften Stimmen ist hier schon erschrecklich groß, ich habe die Zahlen nicht mehr genau im Gedächtnis — aber es sind mindestens 60%; in den späteren Schuljahren wächst die Zahl noch bedeutend an. Hier wäre ein gutes Gebiet des Studiums für die Herren Lehrer, die könnten da der Wissenschaft gute Dienste leisten, vorausgesetzt, daß sie sich erst selbst das entsprechende Gehör verschafft haben, um die Stimmfehler zu hören; das hat man nicht von Natur, sondern das muß man lernen, dadurch daß man selbst praktisch auf phonetischem Gebiete tätig ist, daß man selbst eine klare und gute Sprache erlernt.

Herr W. HEINITZ: Fräulein HOFFMANN wies vorhin darauf hin, daß zum objektiven Vergleich der Klangqualitäten die Klanguntersuchung der Musikinstrumente gute Dienste leisten würde. Auch ich halte das für wichtig. Das wäre ein Gebiet, auf dem wir uns noch eingehend zu beschäftigen hätten. Es gibt über solche Untersuchungen bereits eine ziemlich eingehende Arbeit von GEORG MEISSNER (*Klangaufnahmen an Blasinstrumenten*, Archiv f. d. ges. Physiologie, CXVI, S. 543 ff.). MEISSNER hat versucht, eine Grundlage für das Verständnis der menschlichen Stimme zu geben. Er hat seine Arbeit nicht vollenden können; das nachgelassene Manuskript ist erst nach seinem Tode veröffentlicht worden. Auch MEISSNER zeigt in einer Reihe von Klanganalysen solche Erscheinungen, wie sie vorhin im Vortrage erwähnt wurden, in denen also nicht der sogenannte Grundton die größte Intensität aufweist. Es kommt sehr oft vor, daß z. B. der erste Partialton, die Oktave also, am meisten verstärkt wird. In bezug auf unser Hören braucht uns diese objektive Merkwürdigkeit nicht sehr zu überraschen. Bekanntlich ist es schwierig, selbst für Personen mit gutgeschultem Ohr, einen dargebotenen, nicht sehr vertrauten Ton bezüglich seiner Oktavlage mit großer Treffsicherheit sofort zu bestimmen. Es sei nur hingewiesen auf die Oktavbestimmung bei Kontrabaß-Tönen, die eine Oktave tiefer stehen als sie notiert sind, und ferner auf die Oktavbestimmung der menschlichen Pfeiftöne. Die letztere Bestimmung ist namentlich schwierig, wenn es sich um die Unterscheidung eines gesungenen und desselben gepiffenen Tones bei einer Männerstimme handelt. Die gelegentliche Erfahrung bei anderen Versuchen hat uns gezeigt, daß die männliche Vp. den Pfeifton unbewußt eine Oktave zu hoch intoniert. Bei Frauenstimmen ist eine solche Selbsttäuschung nicht so leicht möglich, da diese an sich schon eine Oktave über den Männerstimmen liegen.

Würde uns für solche Fälle die mathematische Analyse von Instrumentaltönen gutes Vergleichsmaterial bieten, so wäre sie doch auch noch in anderer Beziehung wünschenswert.

Einen einmal gesprochenen oder gesungenen Laut können wir auf keine Weise ganz gleichartig zum zweiten Male produzieren. Beim Instrumentalton, besonders von Blas- oder Schlaginstrumenten, ist das anders. Dort können wir wegen der mechanischen Verhältnisse wenigstens annähernd genau einen bestimmten Ton zum zweiten Mal hervorbringen. Allerdings ist dieses bei einigen Instrumenten (Blasinstrumenten) ja z. T. auch wieder abhängig von physiologischen Bedingungen (Luftdruck, Lippendruck usw.). Es ist nun sehr wichtig, daß wir bei unseren Untersuchungsaufnahmen einen Reizton zweimal wenigstens in ähnlicher Weise geben können.

Bei der menschlichen Artikulation bleibt nicht einmal ein einziger Ton an sich in bezug auf seine Höhe, selbst während geringer Zeitdauer, derselbe. Wahrscheinlich verhält es sich in bezug auf die Klangfarbe eines gesprochenen oder gesungenen Tones nicht anders. Alsdann aber ist wohl anzunehmen, daß die Momente, die den betreffenden Ton charakterisieren, nur periodisch, oder gar aperiodisch in verhältnismäßig längeren Intervallen seiner Schwingungsreihe auftreten. Hierin läge dann aber ein für die subjektive Beurteilung der Klangfarbe wichtiges psychologisches Moment. Ähnlich verhält es sich offenbar mit dem subjektiven Eindruck, einer Klang- oder Stimmfarbe überhaupt.

Wenn z. B. eine Person die Gewohnheit hätte, einen bestimmten Laut, etwa das *e* oder das *i* sehr stark zu näseln, die übrigen Vokale aber mehr oder weniger rein artikulierte, so könnten wir sehr leicht den Eindruck einer näselnden Stimme haben, obgleich wir in Wirklichkeit doch nur nach den *e* und *i* die Stimme beurteilen. Die Folge davon wäre, daß wir bei der Analyse eines der übrigen Laute keine charakteristischen Merkmale des Näsels finden.

Es genügt also offenbar keineswegs, sich bei den analytischen Untersuchungen zur Feststellung eines Stimmcharakters auf einzelne Laute zu beschränken, ja nicht einmal, sich bei einzelnen Lauten mit einigen Stichproben aus ihrer Schwingungsreihe zu begnügen, sondern man müßte weitestgehend alle tangierenden Umstände berücksichtigen.

Wollen wir bei entsprechenden Untersuchungen feststellen, wie sich innerhalb eines Lautes die Obertöne zueinander gruppieren, so machen wir in der Regel eine Auslese aus der mit dem Lioretgraphen aufgenommenen Schwingungsreihe des betreffenden Tones. An der Schwingungsreihe ist dabei dann oft schon mit dem Auge festzustellen, wie sich das Konturbild der einzelnen Schwingungen während des Tonverlaufs verändert. Wäre diese Formenveränderung etwa auf die Superposition verschiedener Grundtöne oder verschiedengradig verstärkter Partialtöne zurückzuführen, so entspräche das etwa im Prinzip der Vokaltheorie von JAENSCH (vergl. *Die Natur der menschlichen Sprachlaute*, Zeitschrift für die Physiologie der Sinnesorgane, LXXIV, S. 219 ff.). JAENSCH nimmt an, daß die Vokale nicht (nach HELMHOLTZ) aus der merkwürdigen Anordnung von Obertönen bedingt sind, sondern aus einer Anzahl sich superponierender mehr oder weniger tonhafter Geräusche oder geräuschhafter Töne. Alle diese Beobachtungen würden uns aus der Instrumentalklanganalyse vergleichsweise zur Verfügung stehen bei der mathematischen Untersuchung der unterschiedlichen Stimmfarben.

Hinzufügen möchte ich noch etwas zu dem, was Fräulein

HOFFMANN in bezug auf die Konsonanten gesagt hat. Wenn der erwähnte Laut, das *k*, einmal vorn (alveolar) und einmal hinten (guttural) gesprochen wird, so wird dadurch wahrscheinlich auch die Klangfarbe des Lautes beeinflußt. Wesentlich erscheint mir aber, daß sich die Tonhöhe des *k* verändert. So viel ich vorhin beobachtet habe, handelte es sich bei den beiden von Fräulein HOFFMANN gesprochenen *k* um eine Quarte. Im Hinblick auf diese Tatsache müßten wir berücksichtigen, daß wir aus psychologischen Ursachen die durch die Artikulation veränderte Tonhöhe leider irrtümlich für ein Moment der Klangfarbe auffassen können.

Zum Schluß möchte ich in bezug auf die Klangfarbe, bezw. Stimmfarbe noch eine andere Unterscheidung erwähnen. Wenn man von näselnden, knödelnden Tönen u. s. w. spricht, so könnte man alle diese Tonerscheinungen als anormale bezeichnen: ihnen gegenüber stünden dann die rein ästhetischen Charakteristika, z. B. hell oder dunkel u. s. w., wie sie vorhin Fräulein HOFFMANN in den Wörtern *Qual* und *Strahl* demonstrierte. Bei einer Besprechung dieser Phänomene dürfte man, glaube ich, eine Arbeit nicht unerwähnt lassen: Die RUTZ'sche Typenlehre. Es sei dabei gleich erwähnt, daß diese Lehre nicht von RUTZ eigentlich selbst begründet worden ist, sondern daß ähnliche Bestrebungen schon von dem Wiener Gesanglehrer MANDL (erwähnt in MERKELS *Anthropophonik* S. 52) geübt wurden.

Es ist somit eine schon sehr alte Ansicht, daß irgend eine bestimmte Klangfarbe durch die Einstellung der Organe, namentlich der Atmungsorgane beeinflußt werde, sodaß z. B. mit abdominaler Atmung ein anderer Klang erzeugt werde als mit thorakaler Atmung.

RUTZ unterscheidet bekanntlich in diesem Sinne drei Haupttypen: den abdominalen, den thorakalen, den aszendierenden, bezw. deszendierenden Typus. Diese Hauptarten teilt er in eine Reihe von Unterarten: den warmen, den kalten, den lyrischen, den dramatischen Typus u. s. w. (vergl. OTTOMAR RUTZ *Musik, Wort und Körper als Gemütsausdruck*, Leipzig, Breitkopf u. Härtel, 1911). SIEVERS, der sich gleichfalls eingehend mit den RUTZ'schen Typen befaßt hat, unterscheidet 96 Unterarten bei den verschiedenen Einstellungen. Wahrscheinlich aber gibt es noch mehr. Die Untersuchung von RUTZ ist im großen und ganzen nicht anerkannt worden. Das liegt daran, daß RUTZ keine objektiven Beweise für seine Behauptungen antreten konnte. Naturgemäß sind ja solche Beweise sehr schwierig. Wir können wohl das *Tempo* des Atems untersuchen, wir können ebenfalls den Luftdruck eines Atems messen, aber wir können bis heute nicht einwandfrei feststellen, welche einzelnen Muskelgruppen an den Funktionen der verschiede-

nen Atmungen beteiligt sind. Wir können bestenfalls die Klangfarbe, die durch eine Phonation mit einer bestimmten AtemEinstellung hervorgerufen wird, subjektiv als hell, dunkel u. s. w. charakterisieren oder sie objektiv der mathematischen Analyse unterziehen. Nach RUTZ hat die Stimme bei der sogenannten *kalten Art* in der höheren Tonlage einen runderen Klang als in den tieferen, wo die Stimme *breiter* klingt. Bei der sogenannten *warmen Art* ist es nach RUTZ gerade umgekehrt. Wäre das richtig, so könnte man wohl verstehen, daß ein Individuum, das gewohnt ist, in einem bestimmten Typus zu atmen, in einem willkürlich oder zufällig benutzten anderen Typus mangels Gewohnheit bei der Phonation einen unangemessenen Klang produzierte.

Es wäre vielleicht interessant, zu untersuchen, inwieweit das Näseln oder das Knödeln u. s. w. von einer solchen *falschen* Einstellung der Atmung und somit (nach RUTZ) auch des Kehlkopfes hervorzurufen wäre. Im wesentlichen entspräche eine solche Methode dann auch der von Fräulein HOFFMANN geübten, die ja auch als Ursache für schlechtes Sprechen oder Singen eine unangemessene Benutzung der Phonations-Organen annimmt.

Prof. MEINHOF: Dieser Hinweis auf RUTZ ist besonders interessant. Ich habe Gelegenheit gehabt, SIEVERS selbst darüber zu hören. Mein Bedenken ist, daß man die Vorgänge noch nicht objektiv gemessen hat. Geheimrat SIEVERS macht die Sache ausgezeichnet vor und spricht mit großer Ueberzeugung, sodaß man zuerst garnicht anders kann, als ihm zustimmen. Meines Wissens hat er neuerdings angefangen, auch experimentell zu arbeiten. Ich habe aber noch keine objektiven Resultate gesehen.

Die Klangfarbe der Vokale ist für die Linguisten ein sehr wichtiger Vorgang. Ich kann mich doch nicht überzeugen, daß HELMHOLTZ recht hat, der annimmt, daß die Verhältnisse der Obertöne zum Grundton das Ausschlaggebende sind. Wenn das richtig wäre, müßte der Klangcharakter eines Vokals derselbe bleiben, je nachdem ich den Phonographen langsam oder schnell stelle. Das ist aber nicht der Fall. Verlangsame ich den Gang des Phonographen, so wird *a* über *o* zu *o* und *u*, beschleunige ich den Gang, so wird *a* zu *o* und *e*. Dabei ist das Verhältnis der Obertöne zum Grundton ja das gleiche geblieben. Es müssen also gewisse absolute Tonhöhen das Bestimmende für den Charakter des Vokals sein. Daß ferner Beziehungen vorliegen zwischen Klangfarbe der Vokale und der Artikulation der gesamten Laute einer Sprache unterliegt ja keinem Zweifel. Für die einzelnen Sprachen, ja für einzelne Dialekte innerhalb einer Sprache ist es von Wichtigkeit, in welcher Klangfarbe gesprochen

wird. Ein Araber artikuliert ganz anders als ein Italiener. Wenn man beide Sprachen einmal gehört hat und hört sie von weitem wieder, z. B. im Nebenzimmer, wo man kein Wort im einzelnen erkennen kann, wird man doch unterscheiden, welche der beiden Sprachen gesprochen wird. Wenn ein Plattdeutscher spricht, so hat er von vornherein eine ganz andere Klangfarbe als ein Oberdeutscher. Dabei bleibt noch zu untersuchen, ob die Klangfarbe verschieden wurde, weil die Artikulation der einzelnen Laute verschieden ist, oder ob umgekehrt die Artikulation verschieden ist, weil man sich von vornherein auf eine verschiedene Klangfarbe der ganzen Sprache eingestellt hat. Es ist wohl möglich, daß das Letztere der Fall ist. Der Klangcharakter ist z. B. abhängig von der Beschäftigung des Volkes. Wir haben ganze Völker, die alle Bauern sind. Dort fehlt natürlich das, was für die Sprache der Räuber oder der Fischer charakteristisch ist. Bei einem afrikanischen Hirtenvolke klingt die Sprache wie Kommando. Die Sprache der Somali z. B. ist gewiß für den Gesangspädagogen geradezu fehlerhaft. Er würde sie schrecklich finden und meinen, daß der Somali seine Stimme in kurzer Zeit ruinieren würde. Bei den Angehörigen eines Handelsvolkes ist die Sprache dagegen elegant, freundlich. Der Kaufmann muß mit allen gut auskommen, er darf nicht kurz kommandieren, das verbietet ihm sein Geschäft. Ich glaube, wenn man dem nachginge, würde man eine Reihe von Beziehungen zwischen Lautbildung und Klangfarbe finden.

Dr. BISCHOFF: Der Vortrag von Fräulein HOFFMANN hat uns mit großer Deutlichkeit gezeigt, wie außerordentlich viel verschiedene Laute es gibt, um unser Denken und Fühlen auszudrücken. Ich möchte nur in aller Kürze darauf hinweisen, wie in der Sprache eine außerordentliche Vereinfachung zu finden ist, wie die Sprache sich z. B. bei uns beschränkt auf etwa 24 Zeichen und das kommt daher, daß die Sprachforschung allgemein das Bestreben zeigt, die Sprache nach der Schrift hin zu entwickeln. Das läßt uns aber auch daran denken, welcher Gefahr diese Richtung der Sprachforschung ausgesetzt ist in bezug auf eine Armseligkeit von Vorstellungen gegenüber dem reichen Gebiet aller Ausdrucksmöglichkeiten, die uns in der Stimme zur Verfügung stehen.

Fräulein HOFFMANN hat ferner darauf aufmerksam gemacht, wie außerordentlich verschieden bei den einzelnen Menschen das Hervorbringen eines Lautes sein kann. Wir müssen daraus die Lehre ziehen, daß für die Erforschung des ganzen Gebietes nicht nur die in der Gesangspädagogik natürlich erstrebenswerten Gesetzmäßigkeiten und Ziele zur Erreichung des besten Ausdrucks in Frage kommen, sondern auch alle diese beobachteten einzelnen Erscheinungen. Lange Zeit stan-

den wir in der Psychologie auch auf dem Standpunkte, daß unsere Ziele nur die gesetzmäßigen generellen Erscheinungen waren. Die volle Berücksichtigung der Beobachtung bei der einzelnen Versuchsperson, deren Resultate häufig ganz aus diesen Gesetzmäßigkeiten herausfielen, hat uns das große Gebiet der differentiellen Psychologie eröffnet, dem sich hier das Gebiet der differentiellen Phonetik systematisch anschließen würde.

Für die Pädagogik werden wir hier so den Begriff Individualisierung am besten fundieren können, und man wird sich dessen bewußt bleiben müssen, daß Erscheinungen, die wir schlecht zu nennen versucht sind, die wir als Entartung ansehen, nur eine Abartung darstellen. Und für die Erforschung des ganzen Gebietes muß es betont werden, daß nicht immer nur ein einzelner Weg zum Ziele führt, sondern daß hier z. B. mit einer Kehlkopfstellung, die uns zunächst fremdartig erscheint doch ein ähnliches Resultat durch Heranziehung anderer Sprachorgane erzielt werden kann, wie wir es für schön halten; dazu kommt noch die Subjektivität des Begriffes schön, die ebenso der Erziehung und Übung zugänglich ist wie etwa der Gebrauch eines bestimmten Muskels hier im Sprechorgane. Das würde hinüberführen in das Gebiet der Anpassung, der Übung und der Gewöhnung; es würde sich schließlich fragen, ob durch ständige Übung sich bei einer uns zunächst falsch scheinenden Kehlkopfstellung ein passender, uns im Resultat richtig erscheinender Laut erzielt werden kann.

Im Extrem führen diese Gedankengänge zu der Frage, ob nicht z. B. ein Mensch, der völlig unmusikalisch scheint, durch ständige Übung doch so weit gefördert werden kann, daß er am Ende etwa so musikalisch ist wie BEETHOVEN, wenn er nur alt genug würde, um Zeit zu haben, sich genügend lange üben zu können.

Dr. ORT (Lübeck): Um gleich an das Letzte von meinem Herrn Vorredner anzuknüpfen, muß ich dem nach unserer Erfahrung entschieden widersprechen. Es ist meines Erachtens physiologisch unmöglich, daß ein Mensch mit der Organhaltung, wie sie bei der Knödelstimme geschieht, eine wesentlich andere Stimme hervorbringen kann, als eben eine Knödelstimme. Mag der Mensch die Knödelstimme durch alle möglichen Kompensationen zu verdecken suchen, der Knödelklang wird immer bleiben, weil dieser Klang von der Form der Mundhöhle abhängt.

Prof. MEINHOF: Wir haben durch Fräulein HOFFMANN gehört, was eine Musikpädagogin leisten kann. Aber wenn ich auch bei Fräulein HOFFMANN in die Schule gegangen wäre, wäre ich doch nie ein musikalischer Mensch geworden. Ich habe etwas

von der Theorie der Musik verstanden, aber um ein Komponist zu werden, dazu gehört doch vor allem natürliche Anlage. Deren Fehlen läßt sich durch Erziehung nur bis zu einem gewissen Grade ausgleichen.

Dr. BISCHOFF: Die von mir erwähnten Gedankengänge stellen nur ein Problem dar und sind für die Praxis ohne weiteres natürlich nicht zu verwerten. So würde der erwähnte unmusikalische Mensch es zu einem BEETHOVEN bringen können, natürlich nur, wenn er über ein Alter von hundert, vielleicht tausenden von Jahren verfügen könnte. Das Beispiel ist übrigens nicht von mir originaliter herangezogen, sondern ein Zitat.

Fräulein HOFFMANN (Schlußwort): Herrn HEINITZ zur Antwort: Es ist gewiß richtig, daß man mit der menschlichen Stimme noch weit schwerer einen Laut zweimal völlig gleich hervorbringen kann, als mit einem toten Instrument. Bei Tonhöhen-Ausmessungen habe ich auch selbst die Erfahrung gemacht, daß die Untersuchung eine ganze Anzahl verschiedener Tonhöhen im Zeitraume von zwei Sekunden ergab, wo unser Ohr nur einen einzigen, völlig rein erklingenden Ton festzustellen imstande war. Wo die Ursache für diese seltsame Erscheinung zu suchen ist, vermag ich mit Sicherheit nicht zu sagen. Ich konnte jedoch beobachten, daß sich bei sehr hartem Stimmklang eine ziemlich gleiche Tonhöhe feststellen ließ, während die Tonhöhen-Abweichungen sich bei der Ausmessung um so größer erwiesen, je weicher und schwebender der gesungene Ton klang. Beide Male nahm das Ohr nur *einen* rein gesungenen Ton wahr.

Eine gleiche Erfahrung bei den Klangfarben, von denen der Vortrag handelte, ist jedoch völlig ausgeschlossen. Die Röntgenphotographien haben Ihnen gezeigt, daß sich z. B. beim genäselten Klang der weiche Gaumen stark senkt, während der Kehlkopf emporsteigt. Es gibt aber keinen Menschen, der im Laufe einer einzigen Sekunde seinen *Gaumen* und *Kehlkopf* fortwährend auf- und abwärts bewegen könnte, wenn auch die *Stimmbänder* so rascher Bewegungen fähig sind.

Ferner möchte ich Herrn HEINITZ und Herrn Dr. BISCHOFF gleichzeitig erwidern: Sowohl durch die Röntgenbilder als auch durch die Demonstrationen ist Ihnen bewiesen, daß die ausgeprägten Klangcharaktere, von denen ich sprach, gerade auf der dargestellten Einstellung des Stimmapparates *beruhen*. Denn ob Sie Photographien unserer Nachahmungen oder Photographien von Naturfehlern sahen, das Typische der Einstellung blieb das gleiche. Ob ich Ihnen den gequetschten Klang *willkürlich* demonstrierte oder ob Sie den *natürlichen* Stimmfehler hörten: Ihr Ohr stellte sofort den verwandten

Klang fest, der eben durch dieselbe Einstellung bedingt ist. Diese Tatsachen sind von Herrn Dr. OTT, Dr. CALZIA und mir im Laufe unserer bis jetzt fünf Jahre ausgedehnten Untersuchungen an etwa 750 Personen geprüft, ehe ich Ihnen darüber sprach.

Zur Rutz'schen Typenlehre möchte ich bemerken: Sie wurde uns einmal von einem eifrigen Anhänger dringend empfohlen. Der Herr bemühte sich, mir die richtige Einstellung für SCHUMANN'S *Der Himmel hat eine Träne geweint* beizubringen. Ich sollte dazu fünf Punkte einziehen: es ist aber eine Unmöglichkeit, überhaupt einen Punkt einzuziehen, es wird immer ein Muskelstrang in Tätigkeit treten. Meine Haltung wurde—vielleicht weil mir die Sache zu neu war—so starr, daß ich nur noch laute Töne, aber keinen einzigen leisen Ton hervorzubringen vermochte. Es erscheint mir also geradezu gefährlich, die Rutz'sche Typenlehre bei Schülern anzuwenden. Sollte aber diese oder jene Einstellung zur psychologischen Charakteristik einmal notwendig sein, so vertraue ich darauf, daß sie sich sowohl beim Sprechen als auch beim Singen infolge des seelischen Empfindens von selbst einstellt.

Selbstverständlich denken wir garnicht daran, die überragende Bedeutung einer Persönlichkeit, wie es Herr Prof. SIEVERS auf phonetischem Gebiete ist, auch nur im Entferntesten antasten zu wollen. Aber das Wesentliche ist bei Rutz die Frage der Klangfarbe, d. i. der Stimmbildung. Wollten wir diese aus der Sprache ausschalten, so kämen nur noch die nicht tönenden Konsonanten in Betracht. Selbst wenn wir vom Singen ganz absehen, so weiß ich doch kein gesprochenes Wort, in dem nicht irgend ein tönender Laut enthalten wäre. Vielleicht gibt es solche Worte im Russischen? Die Klangfarbe eines einzigen gesprochenen Lautes ist aber bei jedem Menschen schon wieder eine verschiedene. Diese Unterschiede zu hören, muß also ein Ohr erzogen sein, mit Stimmbildung muß man sich eingehend beschäftigt haben, um sich über Rutz' Typenlehre ein selbständiges Urteil bilden zu können. Es bedarf dazu aber keinswegs des musikalischen Tonhöhen-Gehörs, sondern des Gehörs für Klangfarbe und Geräusche. Darum kann auch ein ganz unmusikalischer Redner lernen, seine Stimme wieder anstrengungslos zu gebrauchen.

Herr Prof. MEINHOF erzählte von dem unhygienischen Klange der Somali-Sprache, und wünschte eine Erklärung, warum die Somalis solches Sprechen ohne Beschwerden aushalten könnten. Gibt es nicht auch bei uns Tausende von Menschen, deren Stimmen gequält und scheußlich klingen und die auch keine Anstrengung beim Sprechen empfinden oder sie für unvermeidlich halten? Die Sprechmuskulatur gewöhnt sich allmählich ebenso an die Mißhandlung, wie viele Frauen ein

gewisses Marterinstrument ein ganzes Leben hindurch tragen, oder wie die Chinesinnen auf ihren verkrüppelten Füßen gehen können. Wer jedoch zartere Organe hat, erträgt den Zwang nicht und klagt über Druck und Schmerzen.

* * *

Prof. MEINHOF: Ich darf in aller Namen Fräulein HOFFMANN herzlich danken, daß sie uns diesen genußreichen Abend bereitet hat. Auf die angeregten Fragen werden wir ja noch manches Mal zurückkommen müssen.



PHONETISCHE BIBLIOTHEK
HERAUSGEGEBEN VON PROF. DR. WILHELM VIËTOR

FRANZ MERCURIUS VAN HELMONT

KURTZER ENTWURFF
DES EIGENTLICHEN NATUR-
ALPHABETS DER HEILIGEN
SPRACHE
(1667)

NEUDRUCK
BESORGT VON
WILHELM VIËTOR

FISCHER'S MEDICINISCHE BUCHHANDLUNG
BERLIN W 62
L. FRIEDERICHSEN & CO. HAMBURG
1916

Internationales Zentralblatt **VOX**
für experimentelle Phonetik

1916 : 26. Jahrgang

(Sonderabdruck)

EINLEITUNG

Dank dem freundlichen Entgegenkommen der Herausgeber der *Vor* ist es mir ermöglicht, die vor gerade dreißig Jahren begonnene, aber wegen der Auflösung des Verlags alsbald wieder eingestellte *Phonetische Bibliothek*, eine Sammlung von Neudrucken älterer Facharbeiten, nach so langer Unterbrechung fortzusetzen.

Der Wiedergabe von CHRISTOPH FRIEDRICH HELLWAGS vortrefflicher *Dissertatio de formatione loquelae*, Tübingen 1781 (Heilbronn, Gebr. Henniger 1886)¹, folgt nunmehr die von FRANZ MERCURIUS VAN HELMONT'S (oder HELLMONT'S) *Kurtzem Entwurff des Eigentlichen Natur-Alphabets der Heiligen Sprache*, Sulzbach 1667, 12^o, der deutschen Fassung seines gleichzeitig ebenda auch lateinisch im selben Format unter dem Titel *Alphabeti verè Naturalis Hebraici brevissima delineatio* erschienenen Buches über das hebräische Alphabet.

Über Leben und Werke F. M. VAN HELMONT'S findet man die erste verläßliche Auskunft bei C. BROECKX, *Le Baron François-Mercure van Helmont (Extrait des Annales de la Société de Médecine d'Anvers, 1870)*. Wie BROECKX nachweist, wurde HELMONT am 20. Oktober 1614 (nicht 1618!) in Vilvorde bei Brüssel getauft. Er selbst hat seinen Bildungsgang im Vorwort zum *Ortus medicinae* seines Vaters (1648 u. ö.) geschildert. Eine Universität hat er nicht besucht, wurde aber von Kind auf zu Hause in die Chemie und Medizin eingeführt, ergab sich besonders dem Studium der Theodizee und unternahm längere Reisen. In England verkehrte er in der vornehmen Gesellschaft, hielt in Holland den Ärzten der Hauptstadt medizinische Vorträge, lebte einige Jahre am Hof des Pfalzgrafen Christian August in Sulzbach und ging zuletzt — BROECKX sagt irrig, auf Wunsch der „Königin von Preußen“ — nach Berlin, wo er im Stadtteile Cöln 85-jährig 1699 starb. LEIBNIZ, mit dem er persönlich bekannt war, widmete ihm eine lateinische Grabschrift.

Auch um die bibliographische Klarstellung hat BROECKX sich erfolgreich bemüht, von Ausgaben jedoch nur holländische, u. a. die des *Natur-Alphabets*,² zu Gesicht bekommen. Unter den elf von ihm aufgezählten Werken steht der Druck des *Ortus medicinae* an erster, die lateinische Fassung des uns hier beschäftigenden Buches (über das Jahr s. u.) an zweiter Stelle. Das elfte und letzte kam 1697 und 1798 heraus.

¹ Der Rest der Auflage ist im Besitz der Firma H. KERLER in Ulm.

² *Een zeer korte afbeelding van het ware natuurlyke hebreuwse A. B. C. u. s. w. Almede eene verhandeling om de doofgeboorene te leeren spreken door JOH. CONRAD AMMAN. Amsterdam 1697.* (Des letzteren bekannte *Dissertatio de loquela* ist ebd. 1700 erschienen.)

Die einzige noch nicht ganz der Vergessenheit anheimgefallene Arbeit F. M. VAN HELMONT'S ist eben die *Brevissima delineatio* des natürlichen, d. h. des hebräischen Alphabets. Das „Natürliche“ der nach der herrschenden Ansicht¹ von Gott im Paradiese mit den ersten Menschen gesprochenen hebräischen Sprache nimmt der auf den Spuren seines bedeutenderen Vaters, des mystischen Theosophen und Arztes JOHANNES BAPTIST VAN HELMONT (geb. 1577, gest. 1644) wandelnde Verfasser, wie der Titel zeigt, auch für die hebräische Schrift in Anspruch. Ihre Buchstaben besitzen für ihn, wenigstens in einer zu erschließenden Urform, artikulationsschriftlichen Wert.² Wenn es schon hierbei nicht ohne gewaltsame Vermittelungen abgeht, so führt das Bestreben, alle drei oder mehr Zeichen des Buchstabennamens, z. B. נ, ש und ע des Namens נשע (für נ), aus der in Betracht kommenden Artikulation, z. B. also des durch נ bezeichneten Lantes, zu erklären, erst recht zur phantastischen Verwirrung. Auf das im Nebentitel gegebene Versprechen, daß man nach Anleitung des *Kurtzen Entwurffs* Taubgeborne verstehend und redend machen könne, kommt denn auch HELMONT selbst — abgesehen von dem so kaum glaublichen Bericht über die Heilung des taubstummen Musikanten zu Ende des ersten Gesprächs — nur im Schlußwort ganz hypothetisch zurück. Kurz, die fast gleichlautende Angabe unserer bekanntesten Nachschlagewerke, F. M. VAN HELMONT habe sich um die Physiologie der Sprache und den Unterricht der Taubstummen Verdienste erworben, wird durch das vorliegende Buch m. E. in keiner Weise begründet. Zum mindesten wird diesem durch HALLER in seiner *Bibliotheca medicinae practicae* (sie erschien in Basel 1776—1787) mit dem Ausspruch: *Mirus libellus, neque totus inanis* vollauf Genüge getan.³

Unserem Neudruck kommt daher nur die Bedeutung zu, einen oft genannten Beitrag zur älteren phonetischen Literatur den Fachgenossen zugänglich und ihnen ein eigenes Urteil darüber möglich zu machen.

Ob der deutsche oder der lateinische Text zugrunde gelegt wurde, war ziemlich gleichgültig, da sie inhaltlich übereinstimmen. Die Veröffentlichung beider fällt in dasselbe Jahr 1667; das *M. DC. LVII.* des lateinischen Titels ist, wie sich aus der Datierung des Vorwortes *Datum Sulzbaci d. 6. Jan. 1667* (das deutsche

¹ Dieser in der Literatur nachzugehen, wofür mir u. a. wertvolle Nachweise durch Herrn Prof. MEINHOF zur Verfügung standen, erübrigte sich durch den hier gekennzeichneten Charakter des Buches.

² Dasselbe glaubt der Spanier JUAN PABLO BONET, *Reduction de las letras y arte para enseñar a hablar los mudos*, Madrid 1620, von der lateinischen Schrift (vgl. O. JESPERSEN, *Fonetik*, Kopenhagen 1897—1899, S. 19 f.).

³ Bei BROECKX S. 18. Gegen HALLERS Zweifel, daß das Zäpfchen bei der Lautbildung mitwirke, was HELMONT richtig erkannt, aber denn doch falsch verwertet hat, nimmt BROECKX ihn unter Berufung auf GROSHANS, *Historische aanteekeningen*, Amsterdam 1869, in Schutz.

Vorwort ist undatiert) und dem Kolophon *Sulzbaci Typis Abrahami Lichtenhaleri. Anno M. DC. LVII.* ergibt, einfach ein Druckfehler.¹ Im Spruchband des Titelkupfers ist die Jahrzahl 1667, beiläufig bemerkt, nur in der deutschen Ausgabe zu finden. Die übrigen Kupfer sind in dieser ans Ende des Buches gestellt, in der lateinischen über den Text verteilt.

Als Vorlagen für den Neudruck und die Korrektur haben die beiden deutschen Exemplare und zum Vergleich der Fassungen das lateinische der HAMBURGER STADTBIBLIOTHEK gedient. Der Aufsatz von BROECKX wurde mir durch die Universitätsbibliothek in Breslau freundlichst zur Verfügung gestellt. Beiden Verwaltungen sage ich hiermit verbindlichen Dank. Für weitgehende Hilfe auch bei der Drucklegung bin ich Herrn Dr. CALZIA ganz besonders verpflichtet.

Der Abdruck, den ich nicht selbst mit der nach Hamburg zurückgelieferten Vorlage kollationieren konnte, ist einschließlich der Druckfehler diplomatisch genau. Die Seiten des Originals sind durch senkrechte Striche innerhalb der Zeile getrennt, während die mit dem ersten Gespräch einsetzende Paginierung auf dem inneren Rande vermerkt ist.

Marburg a. L., im Sommer 1916

W. VIETOR

¹ Schon BROECKX, der die lateinische wie die deutsche Ausgabe nicht kannte, nahm für das überlieferte Jahr 1657 einen Irrtum oder Druckfehler an.



Kurzer
Entwurff
des
Eigentlichen
Natur-Alphabets
der
Heiligen Sprache:
Nach dessen
Anleitung man auch Taubge-
bohrne verstehend und redend
machen kan.
Uns Liecht gegeben
durch
F. M. B. V. Hellmont.

Sulzbach /

Bey Abraham Lichtenthaler.

ANNO M. DC. LXVII.

Will jemand die Natur der Sprache recht er-
 kennen /
 Der nehme diese Schrift zu seinem Führer an;
 Und lerne / daß er wol vielleicht noch nie gethan /
 Der Zungen Eigenschafft und ihre Regung neñen.
 Wer in geschwinder eil zur Sprache sucht zu
 rennen /
 Und bald will Meister seyn / geht nicht auf rech-
 ter Bahn;
 Wer aber Lipp' und Zung / und Mund regie-
 ren kan /
 Dem wird der Wahrheit Liecht noch eins so helle
 brennen.
 Music erlernt sich nicht ohn's Liecht der Ta-
 b'latur:
 Nach dieser fängt man an; drauf kan man Lie-
 der tichten;
 So ist ein Zungen-Zug der Wörter erste spur /
 Drauf folget der Verstand / der lehrt die Rede
 richten /
 Zuförderst in der Schrift. Diß ist der wahre
 Grund:
 Hört / Menschen ; hier bricht auf der War-
 heit=**Helle Mund**

Dem
 Durchleuchtigsten / Hochge-
 bornen Fürsten und Herrn /
 Herrn
 CHRISTIANO
 AUGUSTO,
 Pfalzgrafen bey Rhein /
 in Bayern / zu Gülich / Cleve
 und Berg Herzogen / Graven zu Vel-
 denz / Spanheim / der Marck / Ka-
 vensperg und Mörß / Herrn
 zu Ravenstein / ꝛc.
 Meinem Gnädigsten Fürsten
 und Herrn.
 Durchleuchtigster Fürst / Gnä-
 digster Herz.

Allen Fürstl. Durchl. werden sich vielleicht
 verwundern / daß Ich die Zuschrift dieses Büchleins / wel-
 ches nicht von grossen Welthändeln / oder vorgeschlagenen hoch-
 wichtigen Regierungs-gedanken / sondern | von einer ins gemein
 unansehnlichen Sprache / und zwar nur derselben geringstem
 theile dem Alphabet handelt / an Dieselbe zu richten mich unter-
 stehe / da vielmehr / dafern Deroselben ich etwas hätte zueignen
 wollen / das Dero stets beschäftigten wohlangelegten Fürsten-
 Sorgen etwan annehmlicher seyn solte / ich mich mit einem viel
 höhern und weiter aussehendem größern Werke einzustellen hätte.

Allein weil mir nicht unwissend seyn kan / daß E. F. Durchl.
 von Gott dem Allerhöchsten nebst vielen andern Fürstlichen
 Tugenden sonderlich auch mit dieser gar herrlich begabet sind /
 daß Sie zwischen Dero hohen und nohtwendigen Landes- und
 Staats-Sorgen Ihr ermüdetes Gemüthe mit nichts liebers
 wieder erquicken und ergezen / als mit Untersuchung der göttli-
 chen Schrifften / und deren Grundsprache : Und dann auch das
 ganze Werklein nicht nur in Dero Fürstli-|chen Residenz aus-

gearbeitet worden / sondern auch daselbst anizo in den Druck gebracht wird / und ans Licht kömmt.

Als hab ich die feste zuversicht gefasset / es werden E. F. Durchl. dasselbe / so zwar vom schlechtem ansehen / aber doch hoffentlich nicht so gar ohn allen nachdruck seyn wird / nicht verschmähen / sondern als ein zeugniß meines unterthänigen E. Fürstl. Durchl. stetszugethanen Gemüthes in Gnaden aufnehmen; Wie auch nicht weniger den jenigen vorschlag zu erwägen geruhen / welcher in desselben Vorrede weitläufiger an-um ausgeführet wird: Ob nemlich eine so höchstlöbliche Gesellschaft / wenn sie mit so grossem Nutzen / als vermuthlich ist / so könnte gestiftet werden / würdig wäre / daß jemand in zeiten sich derselben anzunehmen beliebere: Und ob nicht derjenige ein unsterbliches Lob und immerwährenden Ruhm erlangen würde / der solches noch nicht ausgewürcktes vorhaben / als ein öffentlich hingelegtes kleines Kind mit seinen mildreichen Armen von der Erden aufheben / und demselben entweder mit gutem raht oder noch rühmlichen würcklichen that / zu einer wohlthätigen Verpflegung behülflich seyn wolte: Wie dann solcher obgedachter gethaner vorschlag E. F. Durchl. reinem Eifer zu beförderung des guten vor allen andern von mir zu selbsteigner wohlgefälligen disposition anheim gestellet und übergeben wird; Der Ich Dieselbe anbey der Göttlichen starcken bewahrung zu glücklicher Regierung und allem gesegneten Fürstlichen Wohlstande treu-eifrigst empfehle / und verbleibe

E. F. Durchl.

unterthänigst-gehor-
samster

F. M. B. V. Helmont.

Vorrede

an

Den Leser.

Schageneigter Leser / man findet unter den menschlichen Gesellschaften vornemlich dreyerley Arten / die vor andern löblich / nützlich und annehmlich sind: Die erste und geringste unter denselbigen hat ihr absehen sonderlich auf des Menschen leibliche Geschäfte / und derer äußerlichen Zustand: Die andere und herrlichste / hat zu ihrem absehen die Seele des Menschen und derer glücklichen Wolstand: Die dritte und mittelste gehet nur auf gute Künste und Sprachen / und derer besseren Fortgang. Alle drey aber werden nur deswegen angestellet / damit etwas das durch einen allein nicht wol geschehen kan / mit hülffe ihrer viel desto besser möge von statten gehen; es sey nun / daß die Menschen dieses aus höherem eingeben angefangen / oder von sich selbst nützlich befunden / oder zum theil auch von andern Creaturen erlernet / weil man in der Natur selber an Bienen / Ameisen / Heuschrecken und dergleichen geselligen Thieren hiervon allenthalben exempel hat. Diese Gesellschaften nun sind würdig / daß sie etwas genauer und eigentlicher betrachtet werden / dieweil die menschliche Natur / die bißweilen gar langsam ist / sich von sich selber eines höhern zu unterwinden / durch solche betrachtungen oftmals nicht wenig aufgemunter / und zum guten angereizet wird.

Und so kan demnach die erste Art der Gesellschaften / welche man die Politische nennen möchte / wieder abgetheilet werden / in eine kurzeingezogene oder häusliche / und in eine weitunggreiffende oder öffentliche: jene ist bey denen die Bücher von der Politica geschrieben gar bekandt / und wird befunden zwischen Mann und Weib / Herz und Knecht / Vater und Kind. Diese gehet entweder das ganze gemeine Wesen an / als wenn Herren / Stände oder Städte durch Verbündnisse in eine Vereinigung und Gesellschaft treten / etwas mit gesamter Hand auszurichten / oder abzuwenden / was sie allein nicht wol vermögen / wie man hiervon ein Exempel findet zwischen Salomon und Hiram, als jener den Tempel des Herren bauen wolte / und denn auch die Schiffarten nach Ophir anstellte / und heutiges Tages hat man die Exempel der vereinigten Niederlanden / item der Hanssee-Städte und dergleichen: Oder sie entstehet nur zwischen etlichen Gliedern eines gemeinen Wesens / als wenn entweder Handwerksleute zu desto besserer beförderung ihrer Nahrung in Zünfte und Innungen treten / oder Kauffleute / zu mehrerm Aufnehmen der Handlung / Compagnien aufzurichten / als da sind in Holland fürnemlich die Ost- und West-Indische / Grönländische / Moscovitische / Ostersche / Spanische und in Franckreich die neulich aufgerichtete auch Ost-Indische; anderer kleinerer

und gemeinerer zu geschweigen: Und hieher gehören auch die Gewerkschafften in Berg-Städten / die miteinander ein Bergwerk bauen.

Die andere Art der Gesellschaften / welche man die Geistliche nennen könnte / ist auch sehr alt / und hat schon lange vor Christi unsers Heilandes Geburt ihren anfang genommen. Denn was waren die Secten der Griechischen und Barbarischen Philosophen anders als solche Gesellschaften / in denen man auf die Wohlfart der menschlichen Seele bedacht war / wie denn die Exempel bey den Indiern der Brachmanen / bey den Persern der Magen / bey den Egyptiern der Gymnosophisten / bey den Galliern der Druyden / bey den Griechen der Pythagorischen / Academischen / Peripatetischen / Stoischen / Epicurischen / Cynischen und andern dergleichen Philosophen / zur gnüge ausweisen? Was waren bey den Juden zu den zeiten Antiochi des Edlen die Chasidæer anders als solche Leute / denen es ein ernst war nach dem Gesetz des Höchsten zu leben / und desselben Lehre mit ernst fortzupflanzen? Denen denn alsbald folgten die Secten der Pharisæer / Sadducæer und Essæer / und in Egypten die jenigen / so sich Therapeuten nannten. Wenn wir aber auf genauere Exempel dringen / die sich besser und füglichere zu dem Namen dieser art schicken / so findet sich die allergeistlichste Gesellschaft der Heiligen zwölf Apostel / und siebenzig Jünger unseres Herrn vornehmlich; hernach die viel und mancherlehen Geistlichen Orden in der Christlichen Kirchen / welche alle zu befödderung der Wohlfart menschlicher Seelen aufgerichtet worden / und mehrentheils noch heute im schwange sind. Denen man / über die Geistlichen Gesellschaften der heydnischen Götter bey den alten Römern / billich entgegen zu setzen hat die ruchlose Gesellschaft der jenigen / die sich vereiniget / die gottlose Lehre der Atheisterey fortzupflanzen und auszubreiten / unter denen auch der J. C. Vanninus gewesen.

Diese beyden nun auf eine seite zu stellen / so findet sich endlich die dritte Art / welche mehr zu unserm vorhaben dienet / und die Gelehrte könnte geheissen werden. Denn nach dem durch Gottes Gnade die Freyen Künste und Wissenschaften / auch in diesen Ländern gegen Westen und Norden zu blühen angefangen / haben sich zu unterschiedenen zeiten viel gute Gemüther zusammen gethan / mit voratz dieselben auf allerhand art und weise zu befödern. Deren etliche nun haben zu ihrem zweck vorgenommen die Natur / als da ist die Kd=snigliche Gesellschaft in Engelland / derer Untersuchungen und Erfindungen / wiewol davon noch nicht gar viel an den tag kömen / als was derselben vornehme Glieder Digby und Boyle herausgegeben / dermaleins doch nicht geringe Nutzen schaffen werden: Und auf der gleichẽ zweck hat auch ihr abschen gerichtet die Gesellschaft der jenigen in Deutschland / die sich die Curiosen nennen / von der man gleichfalls schon gute proben hat in den Büchern / Ampelographia, Gamma rorologia, und de Scorzonera und dergleichen: Andere haben sich vorgenommen / ihre Muttersprache besser auszuüben / und in derselben allerhand Wissenschaften fortzupflanzen / den jenigen zum besten /

die die fremden Sprachen nicht verstehen: als da sind die Glieder der Academie in Frankreich / die Academien in Italien / in Deutschland die Fruchtbringende Gesellschaft / die Deutschgesinnte Genossenschaft / der Elb-Schwanen-Orden / und dergleichen.

Wenn nun alle diese nächsterzehlte Gesellschaften nicht allein an sich selbst löblich / sondern auch höchnützlich und ersprießlich sind / so kan es nicht fehlen / es | würde auch höchstlöblich / nützlich / ja viel löblicher und nützlicher seyn / wenn man eine Gesellschaft aufrichten würde / die heiligen Sprachen / sonderlich aber die Hebreische mehr und mehr auszuüben / und besser in schwang zu bringen / welches denn hoffentlich auch nicht schwer seyn sollte ins werck zu richten. Und dieses hab ich in dieser Vorrede mir fürgenommen zu beweisen; Ob etwa die Liebhaber dieser Sprache hierdurch könnten angereizet werden / zu mehrer beförderung der Ehre Gottes in eine Vereinigung zu treten / und dasjenige mit gesamter Hand auszurichten / was einem Menschen allein nicht wol möglich ist.

Und damit ich von der Lobwürdigkeit einer solchen Gesellschaft den anfang mache / so ist ja bekandt / daß nicht nur alle Innungen / Zünfte / Bruderschaften und Verbündnisse / sondern auch so gar ins gemein alle menschliche Handlungen und Verrichtungen um so viel vortrefflicher und herzlicher sind als dasjenige für andern vortrefflicher ist / damit sie umgehen und zu thun haben. Denn um dieser Ursache willen werden die so mit Golde umgehen denen / welche mit Leimen zu thun haben / und die / so sich zu Geistlichen Verrichtungen verbrüdern / andern vorgezogen / so Gesellschaften machen zu weltlichen Händeln. Wenn ich nun die Vortrefflichkeit dieser Sprache beschreiben solt / damit diese Gesellschaft soll beschäftigt seyn / so wird es mir an Worten gebrechen / und meine Sprache wird mit allen andern für dieser Königin aller Sprachen verstummen / und ihr unvermögen allenthalben sehen lassen. Denn es ist 1. nicht eine bloß-menschliche / sondern zugleich eine recht-göttliche Sprache / so wol ihres Ursprunges / als ihres gebrauches wegen. Es hat sie der Allerhöchste GOTT nicht nur dem Menschen stracks in der ersten Schöpfung eingepflanzt / sondern auch nachmals sich derselben so wol durch seinen eigenen / als durch seiner treuen Diener Mund und Finger allergnädigst bedienet; und damit allen Menschen anleitung genug gegeben / diese Sprache so hoch und heilig zu halten / als sie an sich selber ist. Daß der Kaiser Carl der Grosse sich der Deutschen Sprache bedienet / wissen sich die Deutschen | trefflich zu nütze zu machen / und rühmen daher wieder die Franzosen / daß derselbe von Geburt ein Deutscher gewesen / und das Kaiserthum von den Griechen auf diese / und nicht die Französische Nation gebracht; Hat nun die Deutsche Sprache für einen Ruhm an zuziehen / daß sie von einem Kaiser geredet worden; wie vielmehr hat die Hebreische Sprache daher einen Ruhm / daß sie von GOTT / der aller König ist / geredet und gebrauchet worden. Denn hier gehet es nicht / wie jener saget von der Sprache und Redensart des vortrefflichen Philosophi Platonis: Daß / wenn der Jupiter vom Himmel kommen

solte / Er keine andere Sprache und auf keine andere art würde reden können / als dieser weise Mann geredet; sondern es verhält sich würeklich also / daß / wenn der GÖtt aller GÖtter vom Himmel kommen / Er keine andere Sprache geredet hat als die Hebreische. Achten nun Hofleute die Sprache so groß / derer sich ihr König oder Königin bedienet / daß sie dieselbe auch gerne lernen und reden / und deswegen in bessere gnade und höhere dienste zu kommen vermeinen; wie man siehet / daß am | Polnischen Hofe die Französische / und am Kaiserlichen und Französischen die Spanische geachtet wird / so ist billich von denen / die da groß seyn wollen / an dem Hofe des allergrößten Königes die Sprache auch hoch zu achten / die derselbe vornemlich geredet. Sondern weil 2. dieselbe nicht eine solche wie die Französische / Spanische und andere neue Sprachen / die aus andern zusammengeflicket / und in einander gemenget sind; sondern die Mutter und der Brunnquell aller andern / und also viel älter ist / als die Griechische / Lateinische / Deutsche und Slavonische / welche ingemein vor Grundsprachen gehalten werden / die in der Babylonischen Verwirrung entstanden / und hernach aus ihrer Vermischung viel andere gezeuget: Sientmal sie diejenige ist / welche bey allen Menschen im gebrauch gewesen von anfang der Welt biß zu der Verwirrung; auch in der Verwirrung der Grund und die Richtschnur aller andern geblieben. Ob nun dieses nicht gnug sey / jemanden zu dero hochachtung zu bewegen / stelle ich einem jedweden selbst zu bedencken anheim / der nur unterscheiden kan / was für eine Ehre den Eltern ins gemein vor den Kindern gebühret / und wie viel höher ein reiner Brunn zu achten ist / als ein verschleimter und mit moos verwachsener Bach / darinnen man kaum noch das wasser erkennen kan. Und damit nicht jemand vermeine / man rede von leeren schalen / darinn kein kern ist / so ist ja 3. keine einige Sprache in der Welt zu finden / aus welcher mehr Weisheit zu lernen / als diese. Denn daß man von der Griechischen saget / sie sey ein Brunnquell aller Weisheit / ist wol wahr / wenn man dieselbe gegen die andern Sprachen hält; aber wenn man sie mit dieser Heiligen vergleicht / so ist und bleibt diese nicht anders als die helle Sonne / und jene / wenn ihr ja einiges licht zukommen kan / ist nicht anders als der blasse Mond / der allen seinen glanz von dieser Sonnen entlehnen muß. Denn es sind nicht allein die Hebreer die ersten Erfinder aller guten Künste gewesen / wie denn David bezeuget / daß Joseph die Aegyptier in der Weisheit unterwiesen / (von denen sie hernach die Griechen und andere Völker gelernet;) sondern es ist auch der wahre Dienst GÖttes / in welchem allein der grund aller Weisheit beruhet / zum ersten den Hebreern bekandt gewesen / und von denselben erst andere auf Heyden kommen. Und wenn wir die Schrifften des Alten Testaments ansehen / was finden wir darinnen anders eine Goldgrube aller guten Künste und Wissenschaften / und einen Schatzkasten / darinnen alle Kleinodien der Philosophi, alle Reichthümer des Rechts / und was das vornehmste / alle Schätze der GÖttlichen und allein seligmachenden Weisheit verborgen liegen?

Ich will nicht gedencken / daß daraus das einige Vrecht aller Zeitrechnung hervorstrahlet / daß darinnen jederman ein vollkommener Spiegel aller Tugenden und Laster vor augen stehet / und die wahrhaftigen Regeln wohl zu regieren und klüglich hauszuhalten / aus keinem Buche besser und gründlicher zu lernen sind / als aus diesem. Viel weniger kan ich ausführlich / was diese wunderbaren Bücher unter dem einfältigen historischen Buchstaben vor herrliche Geheimnisse beydes der Natur und der Sitten verstecket halten / der geheimen Weissagungen zu geschweigen: Es hat aber hiervon der Gelehrte Engelländer D. Henry Mor in seiner Philosophischen und Moraliſchen Cabbala über die ersten drey Capitel des 1. Buch Mosiſis so herrliche proben gegeben / daß man solches nicht ohn verwunderung lesen kan: Und wäre zu wünschen / daß solches durch alle Bücher nicht nur Mosiſis / sondern der ganzen H. Schrift also ausgeführet würde; welches denn nicht ein geringes theil der arbeit seyn könnte / dadurch diese Gesellschaft / davon ich rede / einen ewigen Ruhm erlangen würde.

Und hiemit könnte ich aufhören von der Lobwürdigen Vortrefflichkeit dieser Sprache zu reden / wenn mir nicht 4. die ganze Natur aller Dinge gleichsam winkete / und an mich begehrete / auch von ihrentwegen zu melden / daß keine andere Sprache auf der Welt mit ihr so genau übereinkomme als diese / und dannenhero auch keine die Ehre haben könne / für dieser den vorzug zu erhalten. Dieses nun zu beweisen / kan nichts bessers dienen / als das Exempel unsers ersten Vaters Adams / in dem er allen Thieren ihre Namen gegeben. Derselbe mußte numehr befunden haben / daß er alle inwendige regungen seines verstandes durch eine gewisse veränderung seiner Stimme und Gethönes ordentlich und deutlich könnte abbilden. Denn hiervon haben noch alle Menschen einen schatten in und an sich / in dem sie ihre worte / geschrey / stimme und geberden nach unterschiedener veränderung ihres zustandes gar merklich zu verändern pflegen. (Wiewol hierbey wegen natürlicher unvollkommenheit gar groſſe undeutlichkeit mit unterlaufft.) Ich sage aber / es haben alle Menschen hiervon nur einen schatten / weil sie ihr inwendiges so wohl nicht kennen / als es Adam in der höchsten Weisheit erkannte: Und demnach auch nur etliche und bey weitem nicht alle inwendige beschaffenheiten mit eigentlichen zeichen können zu verstehen geben. Hernach mußte Adam gespüret haben / daß sein verstand in dem wercke des verstehens in dasjenige ding verwandelt und gleichsam verselbstet würde / damit er umginge; und daß demnach alle äußerliche dinge in ihm könnten zu einer innerlichen beschaffenheit werden; Und hiervon ist auch noch ein schatten übrig in dem Menschen / welcher alle äußerliche dinge zum wenigsten in gestalt eines undeutlich-entworfenen bildes in sich bekommen kan. Weil nun aus aller Thiere / die er vor sich sahe / eigentlicher Natur jedesmal so zu sagen ein theil seines inwendigen wesens ward / und seine worte solches inwendige so genau konten abbilden; so muß folgen / daß auch seine Sprache / welche Hebräisch war / die eigentliche Natur gleich wie aller Thiere / also aller andern dinge aufs allergeraueste

können abbilden. Wo findet man nun eine einzige Sprache / von welcher man dergleichen mit so herzlicher gewißheit beweisen könnte? Und wenn demnach eine Gesellschaft wäre / so diese natürlichen Geheimnisse mit sonderbarem fleiß untersuchte / wie man hiervon in gegenwärtigem Werklein ein herzliche probe hat / wo würde man eine einzige andere finden / die mit dieser zu vergleichen wäre? Gewißlich / es ist zu verwundern / daß menschliche Gemüther / die sonst gerne mit hohen / vortrefflichen Dingen umgehen und zu thun haben / nicht schon vorlängst auf dieses herzliche Mittel bedacht gewesen / und zu betauern / daß Viel Verbrüderungen auf so geringe Dinge ihr absehen gerichtet / und dieses vornehme so lange unterwegen gelassen.]

Allein die Ursach scheineth am Tage zu seyn / daß nemlich die meisten mehr auf den Nutzen / als auf den Ruhm sehen / und weil derjenige bey solchem Vorhaben ihnen nicht alsbald in die Hände gelauffen / hat man auch weiter nicht sonderlich darnach gesucht. Derhalben wird von nöthen seyn / daß man denselben jedermänniglich etwas deutlicher vor Augen mahle / und diesen Stachel und Sporn / durch welchen fast allein die meisten zu etwas gutes aufgemuntert und angereizet werden / um so viel schärffe als möglich ist.

So betrachteth demnach / ich bitte / Ihr Liebhaber / ob jemalen eine nützlichere Gesellschaft aufgerichtet gewesen / als diese seyn würde / die allerhöchste und heiligste Art der Gesellschaften allein ausgenommen: Solte wol eine einzige Handlung; Compagnie / (denn diese sind es / denen man ingemein den größten nutzen zuschreibet) ihre Kauffmannschafft jemalen besser befödert haben / als diese die Kauffmannschafft der wahren Weisheit befödern würde? oder solte wol das Gold / das man mit so grosser sorge und müh vermittelst jener Gesellschaften aus den Indien zusammen / führet zu vergleichen seyn mit demjenigen / was man vermittelst dieser leichtlich aus seinen Bergwerken ausgraben / und mit wenigern unkosten aus einem viel nähern Ophir zusammen bringen würde? Aber warum fange ich nicht an von dem allergrößten und herzlichsten Nutzen der Ehre Gottes? Denn dieselbe zu erweitern und auszubreiten / sind nicht nur alle Menschen / sondern alle Geschöpfe aufs höchste verbunden. Wo ist nun dieselbe bißher in einiger Gesellschaft jemalen so befödert worden / als hiedurch geschehen würde? Oder wo ist dieselbe jemalen der vornehmste zweck gewesen / als er hier seyn würde? Es ist wahr / etwas anfangen zur ehre seines Vaterlandes / und ausbreitung seiner Muttersprache / ist zu loben; Es ist auch nicht minder lobwürdig / wenn man etwas stiftet zu ehren und aufnehmen der kunst / der man zugethan ist; aber vornemlich den einigen Nutzen der allerhöchsten Ehre Gottes suchen / ist mit dem andern so wenig zu vergleichen / als die aufbauung eines hohen thurns mit einem kleinen hütlein. Und damit ich etwas genauer von der sachen selber rede / so findet sich unter diesem allgemeinen erslich dieser absonderliche Nutzen / daß man durch dieses mittel zu desto besserem und mehrerem verstande der allerheiligsten Bücher des Alten Testaments gelangen würde. Denn es ist doch bey allen Verständigen bekandt und ange-

nommen / daß noch bißanher keine einzige überſetzung geweſen / die in allen ſtücken aufs genaueſte mit dem Grund-Texte der Hebräiſchen Schrift allerdings wäre übereinkommen: Es wird auch nimmermehr eine einzige gefunden werden / welche den Nachdruck / die Majestät / das Leben / und die Tiefſinnigkeit haben wird / die der majestätische und lebendige aber zugleich verborgene Gott ſeiner eigenen Sprache und vornemlich dieſen ſeinen eigenen Schriften ſelber eingepflanzt / und eingedrückt. Daher ſagt jener Überſetzer nicht uneben: Wer die Propheten mit ſo artiger und trefflicher redensart in der überſetzung wolte vorſtellen / als ſie im Hebräiſchen reden / der würde demjenigen nicht ungleich ſeyn / der eine Nachtigal zwingen wolte ihre liebliche ſtimme in ein Kukuks-geschrey zu verändern. Wenn nun jemand den Willen und die Geheimniſſe Gottes nicht nur ſelbſt genauer und beſſer würde verſtehen lernen / ſondern auch andern gelegenheit geben könnte / hierzu zu gelangen / würde der nicht herzlichen Nutzen ſchaffen? Und noch vielmehr derjenige / der die unterſuchung der Heiligen Schriften nach dem Gebot des Herrn auf ſolche art anſtellen würde / daß er ohne vorhergefaßte meinung unpartheiſch überall achtung gebe / ob auch die beſtahlten Buchhalter / denen Gott dieſe ſeine Reden vertrauet / allzeit und überall aufrichtig und vorſichtig genug damit umgegangen: davon Capellus und Isaacus Vossius nicht geringe proben gethan: und wäre höchlich zu wünnen / daß ſolche unterſuchung mit zuziehung der alten überſetzungen ohn Eigenruhm durch alle Bücher des Alten Testaments etwas genauer angeſtellt würde; welches denn / weil es eines einigen Menſchen arbeit nicht wol iſt / mit groſſem Nutzen in einer ſolchen Geſellſchaft könnte vorgenommen werden. Denn wenn man Griechiſche und Lateiniſche Bücher heutiges tages mit ſolchem fleiß überſiehet / daß manchmal über einem nichts-würdigen wörtlein die längſte zeit zugebracht / und die größte mühe angewandt wird / was ſolte man über ſolchen nicht thun / denen jene nicht das wasser reichen?

Ich komme aber auch auf die Bücher des Neuen Testaments / zu deren beſſeren verſtande man faſt auf keine andere art gelangen kan / als durch beſſere ausübung der Hebräiſchen Sprache. Denn ob derſelben Schrift gleich in Griechiſcher Sprache vorgeſtellt iſt / ſo iſt doch dieſelbe gar von einer ſonderbaren art / dergleichen man weder beyhm Homero noch Platone oder Demosthene findet: daher auch die hochberühmten Leute Scaliger, Drusius, Heynsius und andere ihr einen ſonderbaren Namen gegeben / und ſie die Helleniſtiſche genennet / nach dem Namen derjenigen Hebräer / welche unter den Griechen wohnten / und Helleniſten genennet wurden: damit zu verſtehen zu geben / daß dieſelbe Sprache in den meiſten Redensarten mit der Hebräiſchen übereinkomme / und man ſolche ohn vollkommenen verſtand derſelbigen nicht wol auslegen könne. Hierzu kommen noch viel andere dinge / welche ohn müthülffe der Hebräiſchen Sprache nicht wol können verſtanden werden; als da iſt alles dasjenige / was zu beſchreibung der örter / der ſatzungen / der gewonheiten / der häuſer /

der Kleider und dergleichen gehöret / davon man bey den Hebreern und ihren alten Schrifften nachricht holen muß. Der anführungen der Sprüche Altes Testaments anizo nicht zugedencken. Und wie man nun zu erlernung der Hellenistischen Wörter und Redensarten durch beytrag der Hebreischen Sprache bey dem Heynsio in Nonnum gute anleitung bekömmet; also hat in erklärang der dinge selber / die man von den Ebreern erlernen muß / der treffliche Engelländer Lightfoot in seinen Hebreische Stunden über Matthæum und Marcum so viel angewiesen / daß sein ruhmbesuchen nimmer genug kan gepriesen werden / und wäre zu wünschen / daß nicht nur seine Stunden über die 1. Ep. an die Corinthier auch bald heraus kämen / sondern er oder jemand auf solchen schlag alle Bücher des Neuen Testaments dergestalt durchgieng / und vielen duncklen örtern durch solches mittel ein helles licht anzündete: Und wie trefflich würde solches geschehen können / wenn man in einer ganzen Gesellschaft mit gesammter Hand darzu arbeiten hülffe?

Man bedencke nun ferner / was diese und dergleichen arbeit fruchten würde bey den armen / und amnoch unerleuchteten Juden: Solte nicht denen die Decke Mosis / so ihr angesicht verhüllet / auf solche art / wo nicht ganz abgethan / dennoch zum wenigsten ein wenig aufgehoben werden? Solte nicht die blindheit / die Israel eines theils überfallen / auch hierdurch eines theils gemiltet werden? Gewißlich / wenn jemals beweisgründe etwas ausrichten / so thun es die jenigen / die man auf solche art brauchet / wie wenn die Fechter ihren Widerpart mit seinem eigenen Degen überwinden: und wenn man auch jemalen den Juden etwas angehabt / so hat solches vermittelst ihrer eignen Bücher geschehen müssen; und vielleicht gebe der HERR gnade / daß hiemit mehr als mit äußerlichem zwang ausgerichtet würde.

Ich muß aber wieder auf die Philosophi der Alten kommen / von der ich schon oben etwas eingesprenget / und kan nicht unterlassen / mit kurzem zu zeigen / was auch in derselben für herrlicher Nutzen geschaffet werden könne. Denn wenn es wahr / was Jamblichus von Pythagora saget / daß er seine Weisheit von den Propheten gelernet / welche Nachfolger gewesen eines mit Namen Moschus aus Phœnicien; wenn es auch wahr / daß die alten verständigen Juden es für eine schande geachtet / einig stück der Philosophischen Weisheit von einem andern Volcke anzunehmen / wie solches mehr andere Völcker auch gethan / und absonderlich die Aegyptier / Persier / und biß auf den heutigen tag die Sinenser: Wenn es auch ferner wahr / daß die Platonische Philosophi mit der Pythagorischen mehrentheils übereinkömmt / und dieser weise Mann / wie Numenius bezeuget / sie auch von den Juden gelernet: So folget / daß die jenigen nicht wol urtheilen / welche vermeinen und vorgeben / die Juden haben viel meinungen von Platone angenommen; weil man vielmehr das gegentheil schließen muß: Es folget auch / daß man aus den Schrifften der Juden stückweise viel überbleibungen der alten wahrhaftigen Mosaischen und Prophetischen Philosophi zu finden habe: Und daß die Sabeln und

Gleichnisse / welche in den Jüdischen Büchern den meisten so ungereimt vorkommen / so eitel nicht sind / als von vielen gemeinet wird; sündemal solche verborgne arten zu lehren nicht nur bey allen alten Philosophis, sondern auch bey den alten Juden sonderlich / wie aus den Schrifften der Propheten zu sehen / gebräuchlich gewesen / und deswegen auch von Christo unserm HERN beliebt worden. Wenn man nun in einer solchen Gesellschaft beschäftigt wäre in untersuchung solcher vorztrefflichen sachen / die nicht heut und gestern erst erfunden / sondern von so viel tausend Jahren schon statuirt worden; was für ein trefflicher Nutzen würde hieraus entstehen! Gewislich / was andere von der Aristotelischen und Platonischen Philosophi zusammen schreiben / und von der Democritischen / Epicurischen / Pythagorischen untersuchen / würde gegen dem das man von der Mosaischen Prophetischen und Apostolischen finden würde / wie spreu gegen dem golde zu ach seyn. Wenn ich nun weiter fortfahren / und alle übrigen Nutzbarkeiten allhier genau erzehlen solte / würde es mir an zeit und worten gebrechen. Darum will ich fortfahren / und ferner auch kürzlich anführen / wie leicht es seyn würde / eine solche rühmlische und nützliche Gesellschaft aufzurichten / und darinnen sonderbaren Nutzen zu schaffen. Daff nach dem durch Gottes Gnade zu Reuch-Ilini zeiten diejenige Partien oberhand behalten / welche verhütet / daß die Hebreischen Schrifften und Bücher nicht aus dem wege geräumt und verbrandt worden haben sich jederzeit gute Gemüther in allerhand Religionen gefunden / welche diese Sprache nach bestem vermögen excoliret; Ich könnte hin / weitläufftig erzehlen / was vor herliche arbeit wir schon in händen hätten / von Galatino, wiewol derselbe mit Raymundi Martini Kalu gepflüget / von Bangio, beyden Buxtorffis, Calovio, Capello, Carpb zovio, Cochio L'Empereurio, Gaulminio, Gentio, Hottingero, Kirchero, Leusdenio, Masio, Mayero, Morino, Muis, Pockockio, Rit tangelio, Sauberto, Sheringamio, Schertzero, Schickardo, Schmidio, Voisin, Waltonio, vieler andern berühmten Leute zu geschweigen / ich könnte anführen die jenigen / die in der Wortkunst dieser Sprach; grosse arbeit gethan / als da sind Amama, Avenarius, Bellarminus Bohlius, Dillherrus, Neander, Pagninus, Schindlerus, Trostius, und viel andere mehr. Ich solte erwehnung thun von grossen Königen, Fürsten und andern / die | grosse unkosten und müß aufgewendet / die Heilige Schrift mit sonderbarer Vollkommenheit in druck zu geben; daher wir das grosse Königliche Spanische / wie auch das Königliche Französische Werk / und denn die Vielsprachige Englische Bibel haben / des Bombergi, Ariae, Hutteri, und anderer zu geschweigen. Ich könnte anziehen / daß schon der ganze Talmudische Text mit den Erklärungen des Rambams und Bartenora in Spanische Sprache übersetzt sey / und mit leichter müß entweder so / oder in Lateinischer Sprache in druck kommen könne. Aber was ist von nöthen / daß ich den Gelehrten predige / denen dieses mehr bekandt ist / als mir selbst. Es ist genug / daß andere unerfahrne sehen / was man schon für treffliche vorgehane arbeit hat / und wie leicht es seyn würde / numehr weiter fortzugehen / und in diesem

allem je mehr und mehr liecht zu erlangen. Und wie leichtlich würden sich großmütige Seelen / des unterscheidts der Religion ungeachtet / bewegen lassen mit in diese Vereinigung zu treten / in welcher die Ehre Gottes so trefflich befördert / der allgemeine Nutzen so rühmlich gesucht / und eines jedwedern selbststeigenes lob so höchlich gemehret werden könnte. Ich will nicht ausführen / wie lustig und annehmlich einem jedwedern seine arbeit vorkommen würde / wenn sie mit vorwissen und gutachten so viel vortrefflicher Leut / in sachen die an sich selbst nicht die geringste verdrießlichkeit haben / zu gewisser und unfehlbarer nutzbarkeit / so wol seiner als anderer angefangen und vollzogen werden solte. Es ist auch nicht zu zweiffeln / es würden sich begütterte und von Gott gesegete Leute finden / welche zu nothwendigem Verlag einer oder anderer guten Arbeit die Ehre suchen würden / mit in diese Gemeinschaft zu treten / und hernach auch den vornehmsten würcklichsten Nutzen davon einzuziehen: Damit nicht ein oder das andre herrliche Werk aus mangel eines Verlegers unter der Bank dürffte liegen bleiben / und wol nimmermehr an das liecht kommen und zum Druck befördert werden. Und welcher König / Fürst oder Herr würde sich schämen oder bedencken tragen dörrffen / den schutz über sothane löbliche / höchstfruchtbringende Gesellschaft auf sich zu nehmen / und derselben nicht allein ein herrliches ansehen zu geben / sondern auch für dero erhaltung und vermehrung gnädige sorge zu tragen / wenn ihm solches in gebührender unterthänigkeit aufgetragen würde? sintemal nicht nur vorzeiten der berühmte Aegyptische König Ptolemæus Philadelphus es sich für die höchste Ehre und Ruhm gehalten / daß durch seine vorsorge und patrocinium die allervortrefflichste Gesellschaft der zwey- und- siebenzig Dolmetscher die übersetzung des Gesetzes Gottes des Allerhöchsten über sich genommen / und glücklich zum ende gebracht; Auch der großmächtige Kaiser Justinianus durch seine ungemeyne vorsorge eine Gesellschaft verständiger Rechtsgelehrten zusammen gebracht / durch welche die Groffen Bücher der noch igt üblichen Rechten in ordnung gebracht worden: Sondern auch zu unsern zeiten grosse Könige von Franckreich und Engelland / wie auch Durchleuchtige Fürsten von Sachsen und Anhalt Häupter gewisser gelehrter Gesellschaften gewesen / und noch sind. Wen wolte denn dieses alles nicht aufmuntern zu diesem hochlöblichen und ersprißlichen Vorhaben eine sonderbare Begierde zu tragen; und der ganzen Welt sehen zu lassen / daß sein edeles Blut / das in andern waltet / wenn sie von Compagnien zum Kriege reden hören / sich rege bey einem viel rühmlichen und herrlichen Vorschlage. Denn wenn zulässige und löbliche Emulation die Mutter aller grossen und ungemeynen verrichtungen / durch einiges mittel in der ganzen Welt erreget / und unter rühmsuchende gemüthern entzündet werde kan / so kan sie durch dieses nicht nur erreget / sondern auch mit grossem Nutzen der ganzen Christenheit vollständigst unterhalten werden. Wenn hingegen auch Einigkeit die Erhalterin aller wahren ruh und wohlvergnügens auf einige mögliche weise in der Christenheit gestiftet werden kan / so kan solches auch

nicht füglich als auf solche vorgeschlagene art geschehen / wie ein jeder Verständiger durch weniges nachdenken leichtlich schliessen können wird / und solches dammenthero nicht von nöthen ist / weitläufftiger auszuführen. Und also hätte man durch dieses mittel dasjenige zu hoffen / wornach so viel tausend Christen eine so lange zeit gewünschet und geseuffzet haben.

In betrachtung dessen allen nun hat der Autor dieses Werckleins / aus hoffnung / es werde solcher ruhmwürdiger Vorschlag durch einige möglichkeit ins werck zu richten seyn / diese seine gedanken über dem Hebreischen Alphabet, welchen er zwar erstlich nur zu seiner selbst-eigenen übung und vergnügung nachgehungen / nicht länger verborgen halten wollen / sondern dieselben zu der Ehre Gottes und allgemeinem Nutzen der Menschenkinder in nachfolgenden Fragen und Antworten in Deutscher und Lateinischer Sprache auffsetzen lassen / und mit Figuren so deutlich als möglich erklären wollen. Er bittet aber alle diejenigen / denen solches vorkommen möchte / daß sie belieben tragen wollen / mit dem gewöhnlichen frühzeitigen urtheil unbeschwert ein wenig an sich zu halten / biß sie die wenigen Blätter durchlesen / und des hellen Lichtes der Wahrheit / welches ihnen hoffentlich bald in die augen stralen wird / ein wenig gewohnet sind. Und hiermit wird solcher Vorschlag allen Verständigen zu bedencken anheim gestellet / der Herr aber / dessen Ehre hierdurch allein gesucht wird / sey gelobet in Ewigkeit.

K. B. K. E.

Inhalt des ganzen Büchleins.

Das ganze Werklein theilet sich füglich in 3. Theile; deren I. ist eine vorbereitung zu gegenwärtigem vorhaben in 5. Gesprächen / das II. ist die erklärang des Natur-Alphabets an sich selber / im 6. Gespräche; das III. ist ein kurzer schluß von der Heiligen Sprache und derer Vollkommenheit / im 7. Gespräche.

Des ersten Theils

I. Gespräche / handelt von der bewegung un̄ veränderung des menschlichen Mundes / und wie ein Taub-gebohrner stummer Mensch solche verstehen / und des redenden vorbringen daraus abnehmen könne.

1. Daß ein Taub-gebohrner nicht ohne bewegung der Zunge sey / und warum er stumm genannt werde.
2. Daß er aus den bewegungen des Mundes und der Zungen andere verstehen lerne.
3. Daß solches geschehe auf die art wie wann andere lesen lernen. |
4. Daß solches besser angehe in Morgenländern als gegen Mitternacht.
5. Wie man solche Leute könne reden lehren.
6. Wie man einen Tauben dahin gebracht / daß er alles verstehen können.

II. Gespräche / kömmt etwas näher zu der sache / und giebet insonderheit die wunderbare eigenschafft der Hebreischen Sprache etwas genauer an den tag.

1. Daß nemlich dero Buchstaben lauter Conterseyen seyn der bewegungen unserer Zungen.
2. Woher es komme / daß die rechten Figuren derselben bey den Juden nicht mehr gebräuchlich.
3. Wie die Juden selber über ihre unwissenheit klagen.
4. Wie schwer es sey solches den Menschen einzubilden / und woher dieses komme.
5. In was für ordnung man von anfang der Buchstaben biß zum völligen verstande und aussprechen der Schrift gelange. |
6. Wie schwer es sey / deutlich hievon zu reden.
7. Was für ein Methodus in beschreibung dieses Alphabets gebrauchet werde.
8. Was für bescheidenheit allhier von nöthen.
9. Collation dieses Alphabets mit allen andern Schreibarten / und einfältige untersuchung / welches die wahre alte Schreibart gewesen.

10. Woher solche Schreib-arten entstanden.

11. Von der anleitung diese Schreib-art zu finden / und was die Namen der Buchstaben zur sache helfen.

III. Gespräche / machet eine fernere Vorbereitung zu der Sache selbst: redet von der eigentlichen Natur und beschaffenheit der menschlichen Zunge / und fänget an von der Rede der kleinen Kinder.

1. Daß dieselbe entstehe aus der Idea der mütterlichen stimme.

2. In was für ordnung solches geschehe.

3. Woher das enchanter, incantare den Namen bekommen. |

4. Warum der Mensch nicht achtung gebe auf die bewegung seiner Zungen.

5. Wie zu der Rede auch die veränderung des Thons gehöre / und wie solcher aus der unterscheidenen eröffnung des Mundes und der Zähne zu weisen.

6. Beschreibung der Zungen.

7. Des Ventils.

8. Bezeichnung der Lufttröhr.

9. Der Speise-röhr.

10. Von den Ventriloquis, und wie die reden.

11. Des Athemganges bezeichnung.

12. Von dem Schleim / der auch dadurch abfließt / und wie der verwahrloset werden könne.

13. Vom Zäpflein.

14. Vom hintertheil des Gaumens.

15. Von der bewegung des Zäpfleins.

16. Vom fordertheil des Gaumens.

17. Etliche Regeln von der bewegung der Zungen.

IV. Gespräche / handelt von dem ersten unsichtbaren requisito der Rede / dem Athem / nemlich

1. Wie derselbe im einzichen durch die Lunge vertheilet werde / und von derer Natur. |

2. Aus derselben gegen den Bauch und Nabel / als das Centrum des ganzen Menschen dringe.

3. Von dannen durch den ganzen Leib getrieben werde.

4. Und durch eine geheime Circulation wieder in den Bauch /

5. Auch zum theil wieder in die Lunge kehre / zur ausathemung und stimme.

6. Wird bewiesen / daß der Athem durch den ganzen Leib dringet.

7. Daß alle Glieder etwas davon ausathemen /

8. Und an dessen stat etwas anders ein und an sich ziehen.

9. Davon auch das Haar nicht ausgeschlossen sey / zu welchen eine nützliche digression gemachet wird.

10. Daß sich in dem Athem aller Glieder Kräfte allen Gliedern mittheilen.

II. Was hierbey das Monden=licht für eine Krafft habe / und wie solches zu beweisen.

V. Gespräche / handelt von dem andern unsichtbaren requisito der Rede / wenn sie soll recht lebendig seyn / nemlich der Vermehrungskrafft des Menschen / und zwar

1. Daß bey deren ermangelung es auch der Stimme an krafft mangle.

2. Wie dieselbe oft gar aussen bleibet / und was für denkwürdige accidentia dabey fürfallen.

3. Digression von der Analogi der grossen und kleinen Welt in diesem stück.

4. Daß dieses requisitum der Rede der ganzen Krafft des Menschen theilhaftig sey.

5. Solches wird bewiesen aus der ähnlichkeit der Kindern mit Vätern.

6. Digression von der ähnlichkeit der Kinder mit andern Frauens=personen.

7. Und daher von der Krafft einer Idea,

8. Und deren taurung.

9. Ob eine Idea die Sympathie mit ihrem Vater nicht verliere / und wie solches bewiesen wird.

10. Von dem mittel / das solche Sympathie unterhält und befördert.

11. Regreß zu der lebendigen Stimme des Menschen. |

12. Wie solche die gewaltsamen Affecten besänfftigen könne.

13. Und wie sie von einer ertichteten zu unterscheiden.

Das andere Theil im

VI. Gespräch / erkläret die Buchstaben des Alphabets, nemlich

1. Ins gemein / da entschuldiget wird / daß nur einerley Figur gebraucht worden.

2. Nebenst bericht / nach wem die Namen der Buchstaben benennet werden.

3. Und warum oft nur stückgen von der Zunge zu sehen sind.

4. Auch was die Figuren oben an den Köpfen der Bilder bedeuten.

5. Insonderheit wird erkläret / was bey jedem Buchstaben in acht zu nehmen.

6. Darauf die erklärang der Buchstaben aufeinander folgt.

7. Warum das He dem Abraham und Sarah in die Namen gegeben worden.

8. Von der formation der Vocalen ins gemein / aus der unterschiedenen eröffnung des Mundes.

9. Von den Namen der Vocalen / wie auch von ihren Figuren ins gemein.

10. Von dem ort ihrer unterschiedenen formation.

11. Ihre erklärang insonderheit.

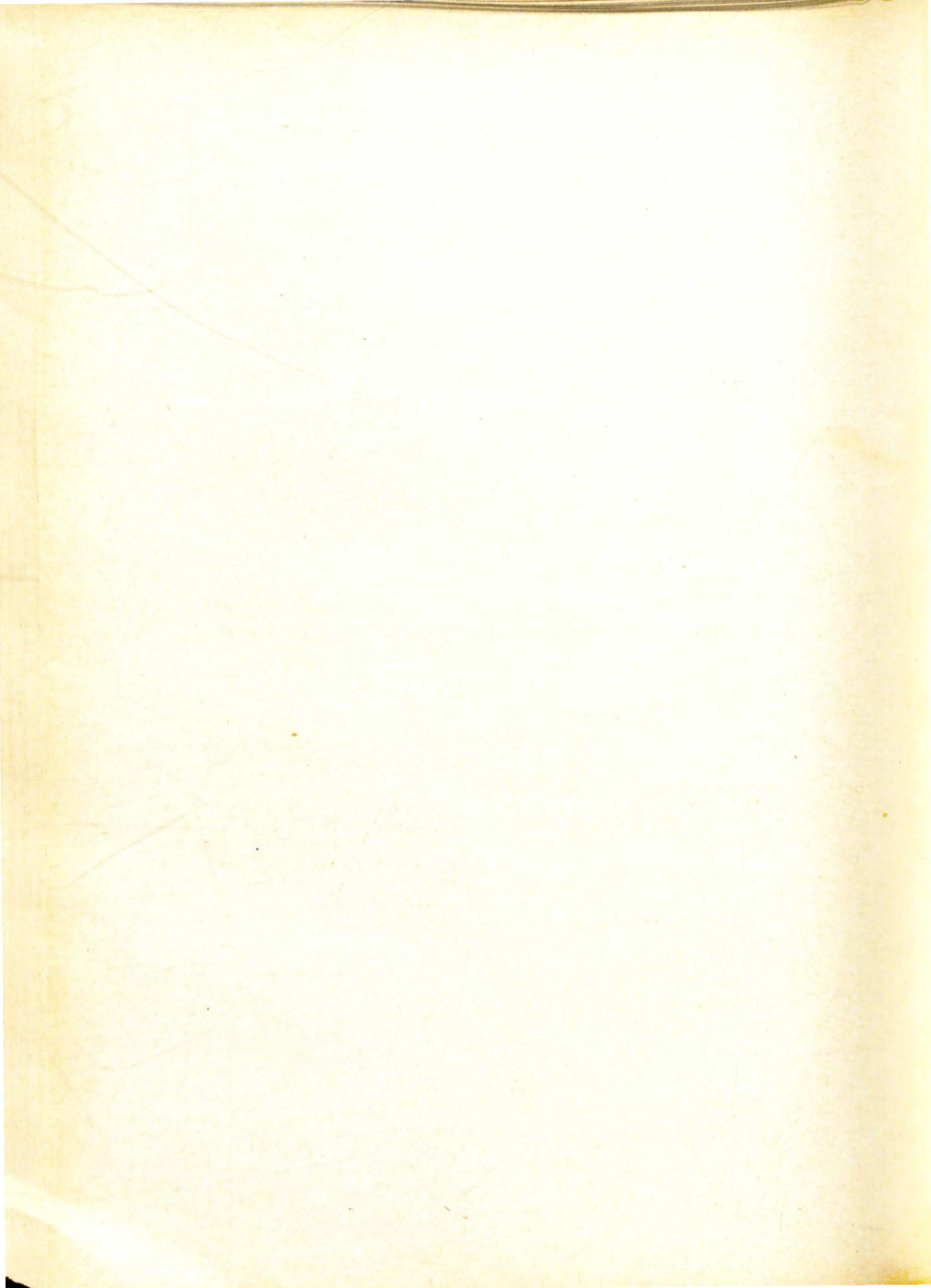
12. Woher es kommt / daß man von der rechten gegen die lincke hand schreibe.

13. Woraus man könne eine richtige Grammatica machen.

Das dritte Theil im

VII. Gespräche / handelt von der Heiligen Sprache an sich selbst / und von dero Vollkommenheit.

1. Worinn dieselbe bestehe.
2. Wie hoch dieselbe zu achten.
3. Warum die Grundwörter nicht mehr als in dreyen Consonanten bestehen können.
4. Und weßhalben deren nicht mehr seyn können.
5. Woraus der Mensch zum rechten verstande dieser Sprache gelangen müsse.
6. Und wodurch sich derselbe in der H. Schrift zu erkennen gebe.
7. Wie dessen Idea durch worte heraus breche.
8. Was solche Stimme in des Menschlichen eigenen Ohren für Wirkung habe.
9. Exempel / wie solche lebendige Stimme vor andern zu erkennen.
10. Und wie man dadurch zu erkenntnuß der warheit geführt wird.
11. Was für ein unterscheid zwischen einer solchen lebendigen / und einer andern unvollkommenen Stimme sey; und von denen / die nur andern was nachschwägen.
12. Lezlich wird von der Hebreischen Accentuation etwas weitläufftig gehandelt.
13. Drauf folget der Beschluß.



Das I. Gespräch

Von der bewegung und

veränderung des menschlichen Mundes / und wie ein Taubgeborener stummer Mensch solche verstehen / und des Redenden vorbringen daraus abnehmen könne.

M. **W**eil wir uns anizo / sonderlich von der natürlichen Menschen-Sprache zu reden / vorgenommen haben / so möchte ich wohl wissen / woher man doch ein eigentliches Exempel haben könnte / dabey man sich recht einbilden möchte / wie solche vornemlich zuverstehen sey.

H. Man kan nicht besser thun / als daß man sich vorstelle einen taub-gebohrnen stummen Menschen / bey welchem zweierley wohl in acht zunehmen; nemlich (1) daß ein solcher Mensch mehrentheils nur allein taub sey / und mit seinem Munde gleichwol viel unterschiedliches undeutliches Gelalle und Gethöne machen könne; welches er aber zu keiner Sprach ordnen und bringen kan / in dem es ihm am Gehör mangelt / aus welchem er von andern Redenden erlernen könnte / wie er seiner Zungen bewegung / und seines Mundes gethöne / so ordentlich formiren solle / daß er sich dadurch verständlich mache; deswegen er denn auch fürnemlich stumm genant wird. (2) Daß so ein tauber Mensch ins gemein ein schlaues aufmerkendes Auge habedergestalt / daß er den Sinn und Verstand der Worte / die man mit ihm von gemeinen / in Häusern vorgehenden sachen redet / in der eil von weitem gleichsam lesen und verstehen kan / und solches allein durch das ansehen der bewegung unsers Mundes.

H. Wie mögen solche Leute doch solches nach und nach gelernet haben? |

3 M. Auf keine andere als eben dieselbige art und weise / nach welcher ins gemein ein ungelehrter Mensch eines andern schrift lesen lernet. Derselbige nun gebrauchet sich erstlich grober deutlicher Figuren oder Buchstaben / und wenn er die wohl inne hat / so gehet er fort zu kleinerer / und endlich zu geschwind-geschriebener / unleserlicher abgekürzter Schrift / und mit der Zeit lieset er alles / was ihm fürkömmt / auch wann gleich oftmal etliche wörter manglen. Eben also haben sonder zweifel solche Taubgeborenen auch erstlich achtung gegeben / auf Leute die überlaut geruffen und geschrien / daß man ihnen dieses oder jenes holen oder

1. Daß ein taubgeborener nicht ohne bewegung der Zunge sey / unwarum er stumm genant werde.

2. Daß er aus den bewegungen des Mundes und der Zunge andere verstehen lerne.

3. Dß solches geschehe auf die art / wie man andere lesen lernet.

thum solte / und hierbey fleißig wargenommen / wie als dann sich solcher Leute Zunge / Lippen / Gesichte / Kinne / Kehle und Hals bewegte; welche starcke bewegungen den gleichsam ihre grobe schrift / wie bey den andern die grossen Buchstaben gewesen; Hernach aber / wenn sie deren gewohnet / sind sie allmehlich von sich selbst zu den gelindern und stillern bewegungen eines Redenden geschritten / welche sie verstehen gelernet / wenn gleich noch nicht alle worte biß zum ende deß verstandes vollkōmen ausgesprochen worden: und solches alles durch gewonheit. Es muß aber dieses alles fürnemlich wohl angehen in den Morgenländern / da die Leute wegen der hitze zwar wenig / aber (ohne zweiffel weil sie viel Athems benöthiget sind) alles mit offenem Halse und weit aufgethanen Munde aus der Brust heraus reden / daß man mehrentheils alle Bewegungen der Zunge deutlich sehen kan; Da hingegen man in den mitternächtischen Ländern / sonderlich in Engelland / kaum die Lippen rühret / und den Mund gar wenig aufthut. |

4. Das solches besser angehe in denen Morgenländern / als gegen Mitternacht.

5. Wie man solche Leute könne reden lernen.

H. In dem ich vernehme / daß die tauben Leute ihr fundament erstlich gefasset aus allen unterschiedlichen Bewegungen der Zunge / als aus einer Schrift / die ihnen den verstand der sachen gegebē / so wäre vermuthlich / daß sie solche Schrift auch nicht allein bequemlich solten lesen können / wenn man ihnen die Buchstaben so abbildete und nachmahlete / wie sie vormals die bewegung der Zunge gesehen habē; Sondern ich halte dafür / daß es auch leichtlich solte geschehen können / daß man solche Menschen durch dergleichen Figuren zu der ordentlichen deutlichkeit der Sprach bringen möchte / wenn man sie diese Figuren liesse nachmachen vor einem Spiegel / und ihnen zugleich den Athem unserer Stimme (den unser Bauch nicht anders als ein Blasebalg von sich giebet) um solchen nachzumachen / gegen ihre Hand zu fühlen gebe: wie | sie denn hierbeneben auch im Winter sehen könnten / wie ein jedwedere bewegung ihren Athem / Dampff und Wind giebet / dessen krafft in deß Menschen Ohren auf ihre art und weise / ihre unsichtbare würckung hat; zu dem sie denn auch eben diese Athemung unsichtbarer weise würden riechen können / wenn jemand mit ihnen reden solte / der etwas starckes gessen od' getruncken hätte. Und gewißlich / wenn es möglich ist / dafern jemanden eine Geige fūrgemahlet würde / auf der die Finger in solcher ordnung abgebildet wāren / wie man der Kunst nach greiffen solte / daß man nach dem Bilde / wahrhaftig so könnte greiffen / und hernach streichen lernen; Wenn es möglich / daß man aus wohl abgebildeter Tanz-

7 Kunst die Füße so könnte setzen lernen / wie sie das Gemählde vorstelllet; Wenn sich das Fahnschwingen / Picquenspielen / Speisenzerlegen / und | dergleichen auf solche art vorstellen und erlernen läffet: wie solte nicht auch der Zungen und des Mundes Bewegung sich auf solche art abbilden und fassen lassen.

M. Ich wil daran nicht zweiffeln / und erbiete mich gerne die Probe zu thun / wie ich den dergleichen an einem gang tauben / schwachsehenden un zittrende Musicanten gethan / welchen ich in drey Wochen so weit gebracht / daß er alles beantwortet hat / so man langsam mit offenem Munde mit ihm geredet; der auch hernach von ihm selbst / so bald er die Buchstaben durch eben diese anleitung kennen und also lesen lernen / allein durch gegeneinanderhaltung der Deutschen und Hebreischen Bibel / in weniger Zeit die Hebreische

6. Exempel / wie man einen Tauben dahin gebracht daß er alles verstehen können.

Sprach so wohl gelernt / daß er die ganze Bibel verstehet. |

8

Das II. Gespräch.

Darinnen man näher

zur Sache kömt / und insonderheit die wunderbare eigenschafft der Hebreischen Sprach etwas genauer an den Tag giebet.

H. **S**Alt denn die Heilige Hebreische Schrift einige gleichheit mit der bewegung der menschlichen Zungen?

9 M. Sie ist anders nichts als eben dieses / und kan auch nichts anders seyn / denn wenn Sie etwas anders wäre / würde sie eben so unverständlich / eitel und stum seyn / als alle andere Sprachen und Schriften / keine ausgenommen: deren nicht die geringste dem Menschen einige anleitung geben kan / wie er ein recht gelaut machen solle / als diese thut. Den gleich wie der Mensch nur eine Zunge hat / die das rechte Werkzeug der Sprache ist / also / kan er auch keine andere | anleitung bekommen recht reden zu lernen / als durch Zungen-Figuren / die in rechte Ordnung gebracht seyn.

1. Das nemlich dero Buchstaben lauter Conterfeien seyn der bewegungen unserer Zungen.

H. Wenn dieses die unwidersprechliche Wahrheit ist / so ist zu verwundern / wie die Juden diese Schrift so viel Jahr her verlohren haben.

M. Darüber hat man sich nicht zu verwundern / denn die ganze natur des Menschen ist in einem solchen zustande / darinnen diese Schrift eigentlich vergessen werden muß; Welches auch ins künftige

2. Woher es komme / daß die rechten Figuren derselben bey den Juden nicht mehr gebräuchlich.

3. Wie die
Juden selber
über ihre Un-
wissenheit
klagen.

ganz leichtlich wieder geschehen wird / wenn man diese meine Annah-
nung nicht wird in acht nehmen. Und wie klagen die Juden selbst über
ihrer heutigen Unwissenheit / was diese sachen belanget? so gar / daß sie
gestehen / es könne ihnen ihr Talmud selbst / wenn darinnen von den
Buchstaben gehandelt wird / zum geringsten keine satisfaction geben.
Wer die Hebreische | Grammatica R. Abrah. de Balmis auffschlagen ¹⁰
wird / der wird am ende derselbigen nachfolgende Wort befinden:
„Wenn es in unserm Vermögen stünde / zu der tieffe des Gött-
lichen verstandes in den Accenten zugelingen / so hätten wir
„bey allen ihren zufällen absonderliche ursachē geben können; warum
„nemlich dieser vor jenem / und dieser nach einem andern stehen
„müsse / ingleichem warum bey einerley vorhaben und intent
„bald dieser bald ein ander gebraucht würde. Aber wegen unserer
„Sünden ist unsere alte wissenschaft durch vielerley verstoffungen /
„un hin und wieder ziehen ganz verarmet / und wird niemand
„mehr gefunden / der diesen tieff verborgenen sachen nachdenken /
„und seinen Verstand dadurch | schärffen wolte: Darum ist die ¹¹
„Weißheit unter den Weisen und Verständigen in Israel ver-
„lohren / und der Verstand seiner klugen Lehrer steckt verborgen.
„Es wolle aber der allmächtige Gott um seiner Gütigkeit und
„barmherzigkeit willen / unsere Erlösung beschleunigen / uns
„wieder lebendig machen / und ein erweitertes Herze geben /
„die Geheimnisse der Buchstaben / Puncten und Accenten der
„Heiligen Schrift wieder zuerlernen; Denn wer dieselbigen
„verstehen würde / wie sich gebühret / der würde keiner andern
„Auslegung vonnöthen haben: Das ermangelt uns aber / und
„ist uns verborgen biß auf unsere Erlösung / welche bald er-
„folgen müsse / Amen. |

H. Ey so beliebe er doch dieses alles so deutlich zuerklären / das ¹²
es von jederman vernemlich möge verstanden werden / und desto we-
niger wieder in Vergessenheit komme.

4. Wie schwer
es sey solches
den Menschen
einzubilden
und woher
dieses köme.

M. Dieses wil ich zwar nach meinem wenigen vermögen willig und
gerne thun / aber ich befürchte es werde solches bey den meisten wenig
helffen.

H. Warum dieses?

M. Diweil der Mensch die Weißheit und Wahrheit / die an sich
selbst gar einfältig ist / ganz verkehrter weise suchet / und / in dem
er durch eingebildecete thörichte Klugheit zur unzeit vermeinet Meister
zu seyn / mit gar zu grosser Geschwindigkeit und übereilung / über

13 sein vermögen in die vielheit gerähtet; so muß er sich alsdann so weit versteinen / daß er auch den anfang nicht mehr finden kan. Da hingegen alle diejenigē / so die schlechte einfältige wahre Weißheit suchen | und finden wollen / sich allezeit nach der einfältigen bescheidenen Natur richten müssen / damit sie der wurzel / aus welcher unendlich nichts als neue herrliche Früchte herfür wachsen / unaufhörlich nachgraben mögen. Wie nun der Mensch von Gott geschaffen ist / aus einer unaussprechlichen und unendlichen Göttlichen Gütigkeit / aus und nach welcher ihm auch eine Heilige Schrift gegeben ist / diese unendliche / ordentliche weise und warhafftige Gütigkeit in und aus derselben zuerkennen und zugenießen; so gebühret sichs / daß er sich in deß Herrn furcht allezeit darinnen verhalte / als ein rechtes Kind / und fleißig-suchender Schüler zu thum schuldig ist; damit er das gefundene nicht verliere / durch die unordentliche / verführende / vermessene / und unzeitige Meisterschafft / der ungedultigen Geschwindigkeit. |

14 So ist denn nun die ganze Heilige Schrift gemachet aus lauter Bewegungen der menschlichen Zungen / dergestalt / daß solche bewegte Zungen als Consonanten ihre Vocalen von Natur herfürbringen / davon nachmals alle Wort gemachet werden: und dieselbigen Wort nun müssen auch ihre weise Ordnung in der Schrift haben / gleich wie sie solche gehabt bey dem Allerhöchsten / in dem er sie auf menschliche art ausgesprochen und geredet; nemlich / daß sie zuorderst ihre unterschiedene Verbindungen haben in einer kräftigen Regierung / damit der Mensch aus solcher ordnung einen verstand und inhalt begreifen kan / ehe er zum aussprechen gelanget (denn der verstand gebietet erst die lebendige Stimme / und ohne wahren verstand kan niemand zu der lebendigen Stimme kommen) und alsdenn
15 findet sich der kräftige Ausdruck und Nachdruck dieser Musicalischen Schrift / welcher das wahre Bild deß lebendigen Sinnes und Inhalts der Wort muß darstellen können.

H. Hiermit ist mir nur zum theil ein genüge geschehen / denn auf solche art und weise kan ein einfältiger ungelehrter Mensch die sache so wohl noch nicht verstehen / als ein Verständiger und Gelehrter: darum möchte ich wünschen / daß er allezeit so von den sachen handelte / daß man sie in gleichnüssen fassen und verstehen könnte / wie er denn solches selbst leichtlich wird abnehmen können.

M. In diesem stück werdet ihr gedult haben müssen mit meiner schwachheit / massen es mir hierinnen nicht anders gehet als einem Stamlenden / welchem zu viel sachen und worte zugleich in den mund

5. In was für Ordnung man von anfang der buchstaben bis zum vötligen Bestand und aussprechen der Schrift gelange.

6. Wie schwer es sey deutlich hievon zu reden.

fließen / daß er nicht alles auf einmal heraus schütten | kan / dannenher¹⁶
er im reden der sachen zu wenig thut.

H. Ich werde mich zum höchsten hierüber erfreuen / wenn wir nur
auf beyden seiten unser bestes thun: denn ein jedweder rechtschaffener
Schüler muß nebenst dem Lehrer eben so wol seine eigene mühe
anwenden / wenn er von der übereilung und liebe-zur-viel-wissenheit
zu der ordentlichen langsamkeit gehen und gelangen will / die denn
allhier sonderlich von nöthen ist. Darum beliebe er nur fortzugehen
in der furcht deß HErren / und mache uns die Figuren oder Buchstaben
so verständlich / als es die sache erfordert.

7. Was für
ein Methodus
in beschrei-
bung dieses
Alphabets ge-
braucht
werde.

M. Damit diese Schrift nicht jemanden gar zu unverständlich vor-
kommen möchte / habe ich für gut befunden / alle Buchstaben in
den Mund eines abgebildete Menschenkopfs / und zwar an den¹⁷
ort der zunge zu stellen; da denn | in acht zu nehmen / daß die unter-
schiedlichen / als bißweilen zwo oder mehr zungen in einer figur nichts
anders anzeigen / als unterschiedliche bewegungen / die unsere einige
zunge hintereinander hat / ehe sie zu ihrer ruhe kömmet / denn eine
vollkommene bewegung muß ihren anfang / mittel und ende haben.

8. Was für
bescheidenheit
allhier von
nöthen.

H. Nun kan ich merken / daß diese unterschiedene aufeinander
folgende bewegungen der zunge / (wenn es zu beweisen / daß die sache
sich so verhalte) auch zugleich können eine Ursach seyn / warum diese
Heilige Schrift / nach dem sie verlohren worden / so lange zeit unbekant
geblieben. Solte sie denn anizo hierdurch wieder ans licht gebracht
werden / so stehe ich in gedanken / es werde solches mit grosser be-
scheidenheit geschehen müssen / weil daran nicht wenig gelegen.

9. Collation
dieses Alpha-
bets mit allen
andern
Schreibarten
und einfältige
an tersuchung/
welches die
wahre alte
Schreibart
gewesen.

M. Ich bedanke mich zum höchsten / wegen dieser sehr nöthigen |¹⁸
vorsorge und warnung; deßwegen ich einen jedwedern hiermit erinnert
und gebeten haben will / diese grobe und undeutliche figuren ohne
bengefügten Unterricht nicht durchzusehen. Es dienet auch zu wissen /
daß ich keine einige unter den alten Schreibarten für ursprünglich
habe erkennen können / um solcher hierbey mich durchgehends zu
bedienen. Denn alle Schriften die so wol im Druck als gewöhnlich
auf den alten Münzen gefunden werden / sind voneinander so sehr
unterschieden in ihrer zeichnung / daß etliche Buchstaben darunter ein-
ander ganz im wenigsten nicht ähnlich sind. Was auch P. Athanasius
Kircherus und nach demselben Waltonus oder vor und nach ihnen
andere von den wahren alten Buchstaben disputiren / langet noch
bey weitem nicht biß auf den ersten grund. Und wenn man die be-
schaffenheit | der alten zeiten etwas genau untersuchen wolte / so würde¹⁹

Verlag von Fischer's medicin. Buchhandlung H. Kornfeld,
Berlin W. 62, Keithstraße 5.

Diagnostik der Krankheiten des Nervensystems

Eine Anleitung zur Untersuchung Nervenkranker

von
Geh. Med.-Rat Prof. Dr. A. Goldscheider (Berlin).

Vierte, verbesserte und vermehrte Auflage unter Mitwirkung von Dr. K. Kroner
(Berlin-Schlachtensee).

Mit 55 Abbildungen. Geheftet 8 Mk. Gebunden 9 Mk.

Bestens empfohlen:

Therapeutisches Taschenbuch der

Nervenkrankheiten

von Dr. W. Alexander, (Berlin) und Dr. K. Kroner, (Berlin-Schlachtensee).

Mit Vorwort von Geh. Med.-Rat Prof. Dr. A. Goldscheider (Berlin).

Mit 6 Abbildungen. Preis: Gebunden und durchschossen 3.50 Mk.

„... Jedenfalls kann der Praktiker, wenn er das vorliegende Buch benutzt, nicht in Verr
legenheit kommen. So kritisch das Material angeordnet ist, so übersichtlich ist es auch... Wir
wünschen dem Buch dieselbe Ausbreitung wie den anderen, in dem gleichen Verlag und in de-
gleichen Ausstattung erschienenen therapeutischen Taschenbüchern.“ (Zentralblatt f. inn. Medizin)

Aeltere Jahrgänge

der

Monatsschrift für Sprachheilkunde

aus den Jahren 1891, 1892, 1893, 1894, 1895 und 1896
werden, soweit noch vorhanden, zum Preise von je 8 Mk. abgegeben,
auch werden die Einbanddecken zu je 1 Mk. noch nachgeliefert.

Die Jahrgänge 1897 und Folge kosten je 10 Mk.

Fischer's medicin. Buchhandlung H. Kornfeld
Berlin W. 62, Keithstraße 5.

Sprachheilkunde

Vorlesungen über die Störungen der Sprache
mit besonderer Berücksichtigung der Therapie

von

Prof. Dr. Hermann Gutzmann

Leiter des Universitäts-Ambulatoriums für Stimm- und Sprachstörungen
zu Berlin.

Zweite, völlig umgearbeitete Auflage.

Mit 131 Abbildungen im Text.

Preis: Geheftet 15 Mark — gebunden 16,50 Mark.

Inhaltsverzeichnis:

I. Allgemeiner Teil.

1. Physiologie der Lautsprache	
2. Psychologie der Lautsprache	45
3. Entwicklung der Lautsprache	88
4. Untersuchung sprachgestörter Patienten	112
5. Die allgemeinen Grundlagen der Sprachheilkunde	147

II. Spezieller Teil.

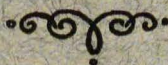
1. Die peripher-impulsiven Sprachstörungen	195
2. Die Aphasien	257
3. Die Sprachstörungen bei angeborenen und in der Jugend erworbenen Defektpsychosen von Dr. M. Nadoleczny	305
4. Die Stummheit	348
5. Das Poltern	362
6. Das Stottern	373
7. Aphthongie und Aponia spastica	451
8. Die funktionellen Störungen der Stimme	463
9. Das Stammeln	490
10. Die mechanischen Dyslalien	520
11. Die symptomatischen Sprachstörungen von Dr. Hugo Stern	580
Alphabetisches Sachregister	644

**INTERNATIONALES
ZENTRALBLATT FÜR
EXPERIMENTELLE
PHONETIK**

VOX



**NEUGEGRÜNDET MIT UNTERSTÜTZUNG DER
HAMBURGISCHEN
WISSENSCHAFTLICHEN
STIFTUNG
VON H. GUTZMANN UND
G. PANCONCELLI-CALZIA**



**FISCHERS MEDIZINISCHE BUCHHANDLUNG BERLIN W. 62.
L. FRIEDERICHSEN & CO. HAMBURG.**

Heft 4/5, 1916

XIX 8

Internationales Zentralblatt
für experimentelle Phonetik

VOX

1916: 26. Jahrgang

(Fortsetzung der 1891 von A. und H. GUTZMANN gegründeten
*Medizinisch-pädagogischen Monatsschrift für die gesamte Sprach-
heilkunde*)

neugegründet mit Unterstützung der Ham-
burgischen Wissenschaftlichen Stiftung
und herausgegeben von

Prof. Dr. H. Gutzmann und Dr. Panconcelli-Calzia

Leiter des Universitäts-Ambu-
latoriums für Stimm- u. Sprach-
störungen, Berlin

Leiter des phonetischen Labora-
toriums des Seminars für Kolonial-
sprachen, Hamburg.

Redaktionssekretärin:

A. Oelfke,

Technische Hilfsarbeiterin am Phonetischen Laboratorium
des Seminars für Kolonialsprachen, Hamburg.

VOX erscheint alle zwei Monate; 6 Hefte (18 Bogen) bilden einen
Band. Abonnementspreis: M. 10, — pro Jahr.

VOX nimmt nur Originalarbeiten an. Sammelreferate, Zusammen-
fassungen über bestimmte Themata usw. werden entweder von der
Redaktion erbeten, oder müssen derselben vorgeschlagen und begründet
werden. Mitarbeiter erhalten pro Druckbogen M. 32, — Honorar und
30 Separata gratis. Die Beiträge können in deutscher, englischer, fran-
zösischer, italienischer und lateinischer Sprache verfaßt sein.

Manuskripte von Arbeiten aus dem *pathologischen* Gebiete der
Phonetik werden an Prof. Dr. H. Gutzmann, Zehlendorf-Mitte bei Berlin,
die von Arbeiten aus dem *normalen* Gebiete an Dr. Panconcelli-Calzia,
Hamburg 36, Phonetisches Laboratorium, erbeten.

Zur Rezension bestimmte Bücher, Separata usw. bittet man nur an
Dr. G. Panconcelli-Calzia, Hamburg 36, Phonetisches Laboratorium,
zu senden.

Inhalt von Heft 4|5:

Originalarbeiten:

	Seite
ENDEMANN, <i>Der Tonfall in den südostafrikanischen Bantu- sprachen</i>	161
PETERS, <i>Ein Reduktionsapparat für Tonhöhenkurven</i>	176

Besprechungen:

ZUMSTEEG, <i>Sonderklassen für sprachkranke Kinder</i> von W. CARRIE	178
HEINITZ, <i>Fernschrift und Fernspruch</i> von FELIX AUERBACH	178

Berichte:

THILENIUS, MEINHOF und HEINITZ, 5. Hamburger phonetischer Vortrag, <i>Die Trommelsprache in Afrika und in der Südsee</i>	179
---	-----

Phonetische Bibliothek:

Neudruck von HELMONT besorgt von Prof. W. VIËTOR.	33—48
---	-------

INTERNATIONALES ZENTRALBLATT FÜR EXPERIMENTELLE PHONETIK

VOX

Heft 4/5

26. Jahrgang

1916

DER TONFALL IN DEN SÜDOSTAFRIKANISCHEN BANTUSPRACHEN

VON
CH. ENDEMANN

Mit vorliegender Studie wünscht der Verfasser, die mit den südostafrikanischen Lautsprachen vertrauten Forscher anzuregen, die in derselben gemachten Aufstellungen über den Tonfall in den genannten Sprachen nachzuprüfen und eventuell richtig zu stellen. Auch wollte er es versuchen, Richtlinien aufzustellen für die Erforschung der Töne in den anderen Bantusprachengruppen, in der Hoffnung, daß auch anderwärts die hier gefundenen Regeln bestätigt werden.

Der Verfasser wohnte elf Jahre lang an einem Orte in Nordtransvaal, an dem sich ihm die günstigste Gelegenheit bot, die vier südostafrikanischen Bantusprachen zu vergleichen. Er mußte in zwei Sprachen täglich verkehren, im Sotho und Gwamba, und hatte in seiner nächsten und in seiner weiteren Umgebung oft Gelegenheit, mit Zulu- und Vendaleuten zu verkehren.

* * *

In den zur Rede stehenden Sprachen, dem Sotho, Gwamba, Venda und Kafir¹, werden vier Arten von Betonung unter-

¹ Abkürzungen: So. = Sotho, Gw. = Gwamba, Ve. = Venda, Ka. = Kafir, Tsch. = Tschuana, P. = Peli, T = Tokwa, S. S. = Süd-Sotho.

schieden: A. die *Stimm*lage, in der gesprochen wird (ganz abgesehen von der natürlichen Stimmlage des oder der Redenden), B. der *Stark*ton oder Akzent, C. der *musikalische* Ton, D. der *Satz*ton.

A. Die *Stimm*lage

Ebenso wie der Deutsche durch Modulation der *Stimm*lage seine Affekte beim Sprechen zum Ausdruck bringt, verändert der Südafrikaner die *Stimm*lage, aber nicht, um seinen Gefühlen Ausdruck zu geben, sondern um den Gegenstand zu schildern, den er bespricht.

Er spricht in *hoher Stimm*lage: ()

1. um die *Klein*heit des Besprochenen zu schildern. (z. B. *ke selo se senjenyenyane* es ist ein winzig kleines Ding. So. — Gw.: *he šilo leši nathananathanana* dass.)

2. um die *Entfernung* zu malen, in der sich das Besprochene befindet (So.: *vona motho čola šo-le kua fāse* siehe jenen Menschen, da ist er, dort unten. — Gw.: *vona monhu loye ha lo kwala hansī* = dass.)

3. um *schnelle Bewegung* zu schildern: (So.: *pitze ya kitima ya re tzeke-tzeke-tzeke* das Pferd rannte bitz schnell. — Gw.: *Hosi ya famba na matiko hēkwawo ya ko thiki-thiki-thiki* der Häuptling durchzog alle Gegenden, eilte hier herum und da herum.)

4. um *helle Farben* zu bezeichnen: (So.: *Kē vone motho e mošweo-šweo, o a šiša* ich habe gesehen einen Menschen ganz weiß, er ist zum fürchten. *Naxa kē e tala-tala-tala* das Land ist ganz ganz grün. — Gw.: *nwana lo basa* ein weißes Kind.)

5. um *intensive Schmerzen* zu schildern: (So.: *o a vanya: kē meno kē sozo, kē mazeta, kē maotō* er ist krank an den Zähnen, am Kopf, an den Schultern, an den Beinen.)

6. um *überlaute Reden* zu schildern: (So.: *Tate a mpotža a re: O se ke wa tzena mošaka motala* Vater sagte: Du sollst nicht hineingehen ins grüne Schilfgras.)

Mit *tiefer Stimm*lage drückt er aus: ()

1. die *Größe* eines Gegenstandes: (So.: *molapo o mozololozo, o a iša* eine große Schlucht, sie ist tief. — Gw.: *nambu leriku-lukumba, o a yisa* dass.)

2. die *Nähe* des Besprochenen: (So.: *ta zo rena kzaufsiufsi* komm zu uns, ganz nahe. — Gw.: *tana ka hena kosuhe sinenē.*)

3. *langsame Bewegung*: (So.: *a ta a nenenka a re: va, va, va* er kam langsam an: tapp, tapp, tapp (auf den Zehen.)

4. *dunkle Farben*: (So.: *Kozo ke e ntsɔ-ntsɔ* das Huhn ist ganz schwarz. — Gw.: *Huku he ya ntima-ntima.*)

5. *große Freude und Wohlbefinden*: (So.: *va thavile, va a seza, va a vina* sie sind fröhlich, sie lachen, sie tanzen. — Gw.: *va thakile, va a seka, va a sima.*)

6. *Flüsterrede*: (So.: *va royola va re va re* sie murmelten, sagten.)

Der Südafrikaner spricht in tiefer Stimmlage, wenn er selbst flüstern will.

Zu beachten ist dabei, daß bei diesem Wechsel der Stimmlage die übrigen Betonungsarten völlig ihre Geltung behalten.

B. Der Starkton oder Akzent¹

Die südafrikanischen Bantusprachen haben zwei Arten des Starktones:

1. den *etymologischen* (¹), 2. den *rhythmischen* Starkton. (—)

Sie bestehen in einem *größeren oder kleineren Nachdruck*, der auf den Vokal der betreffenden Silbe gelegt wird, und stehen außer Zusammenhang mit der Tonhöhe oder -tiefe der Silbe. Der *etymologische Starkton* liegt auf der Stammsilbe. Er dehnt sie nicht, sondern läßt den Vokal derselben kurz (*vāta* auf Zehen gehen *vātama, vātameḷa, vātamelela, vātamelana*). Der *rhythmische Starkton* liegt auf der vorletzten Silbe und dehnt ihren Vokal (*vāta, vatāma, vatamēla, vatamelēla, vatamelāna*).

Bei einem einsilbigen oder zweisilbigen Worte fallen natürlich beide Starktöne zusammen.

Einsilbige Wörter werfen ihren Starkton auf das vorhergehende Wort zurück und ziehen dessen rhythmischen Starkton auf die Endsilbe. (*tā* komm! *ke ē tā* ich komme; *gē* häßlich, böse; *va vāve* die bösen; *va va tozō tā* die, welche kommen werden (vergl. die griechischen enclitica). — Gw.: *kō tā* kommen; *va nḡā tā* sie mögen kommen. — Ve.: *ō pfā* hören; *ndi ā pfā* ich höre. — Ka.: *ukhū zwā* hören; *ngi a khū zwā* ich höre dich.)

Zu beachten ist, daß *in pausa*² der rhythmische Starkton hervortritt, während sonst *innerhalb eines Satzes* der etymologische Starkton bei weitem die Vorherrschaft hat.

¹ Vgl. MEINHOF, *Das Tsi-Venda*, Ztschr. der Deutsch. Morgenl. Ges., 1901, LV. — MEINHOF, *Rhythmus und Melodie in afrikanischen Sprachen*. 4. Vortrag aus *Die moderne Sprachforschung in Afrika*, Hamburgische Vorträge, Berlin 1910.

² *Pausa* bedeutet in dieser Abhandlung die Stelle eines Satzes, wo im Sprechen eine Pause gemacht, wo man also beim Schreiben ein Interpunktionszeichen setzt.

(So.: *vatamēla!* komme näher! aber: *vátamēla kzaufsi* komme näher heran! *ze yēna a ka rátamēla mōwe, vēna re k̄a se vatamēle* wenn er da herantritt, werden wir nicht herantreten.

Gw.: *loku n̄wēna me ūga tákuri hēnsa, mēna ūga si tákuri* wenn ihr nicht hochhebt, werde ich nicht heben.

Ve.: *U ūga br̄umēla maf̄ungu ā ūga* du kanst zustimmen meinen Worten.

Ka.: *ukhu s̄amba* baden; *u gambela mañgāphi?* wie oft wäschst du dich?)

Überhaupt ist bei der Feststellung der Betonung zu beachten, daß nur in pausa die ursprüngliche Betonung erhalten ist, daß aber innerhalb des Satzes die Betonung gewissen Veränderungen unterliegt, die bei dem Kapitel „Satzton“ besprochen werden sollen.

In pausa steht ein Wort 1. wenn es allein steht, 2. wenn es am Ende eines Satzes steht (gleichviel ob Haupt- oder Nebensatz), 3. wenn es emphatisch hervorgehoben am Anfang eines Satzes steht, wo man ihm also ein Komma, Ausrufungszeichen oder einen Gedankenstrich folgen lassen würde.

C. Nicht zu verwechseln mit dem Starkton ist

der musikalische Ton

(in So.: *sezalo*).

I. Jede Silbe hat ihre eigentümliche Tonlage, nicht nur die Stammsilbe, sondern auch die Endung, das Präfix und das Suffix. Dieser musikalische Ton schwingt in einer Skala von, genau genommen, sieben Intervallen, deren größte Tiefe von der größten Höhe gewöhnlich eine Quinte entfernt liegt. Für die praktische Schreibung begnügt man sich mit der Bezeichnung von vier Tonstufen:

a'	bedeutet	a	mit	Hochton,	\grave{a}	bedeutet	a	mit	sinkendem	Ton,
a'	„	a	„	Mittelhochton,	\grave{a}	„	a	„	steigendem	[Ton,
a_+	„	a	„	Mitteltiefton,]
a_+	„	a	„	Tiefton,						

Der musikalische Ton wird nicht nur auf Vokalen gebildet, sondern auch auf den vokalisierten Konsonanten: den Nasalen m , n , \tilde{n} und dem vokalisierten l und r .

(So.: *n̄kwe* Leopard; *m̄phe* gib mir; *n̄na* ich. *zom̄me* und auch; *n̄t̄ze* viel. Gw.: *m̄lja* Hund. Ka.: *n̄tya* neu. *n̄tye* Vogelstrauß. Ve.: *n̄du* Haus.)

II. Der musikalische Ton ist sozusagen das Rückgrat, das Gerippe der südostafrikanischen Bantusprachen, um welches sich

Konsonant und Vokal als Fleisch und Haut schließen. Die Wörter, welche allen vier **gemeinsam** sind, zeigen gleichen Tonfall, wie uns schon aufgefallen ist, und wie wir überall sehen werden. Schon innerhalb der einzelnen Sprache zeigt sich bei aller Verschiedenheit der Dialekte der Tonfall unverändert. (So.: Tsch.: *tžàjà* nehmen. S. S.: *tžà*. P.: *tžà* T. *tžà*.) Die Vokale und Konsonanten sind veränderlich, der Ton bleibt derselbe. (P.: *tatè* mein Vater. T.: *papà*. S. S.: *rarè* oder *r.rè*. P.: *ležù* der Tod. Tsch.: *lešù*. P.: *lefasè* Erde. Tsch.: *lehatse*.)

Auch im Verhältnis der vier Sprachen zueinander finden wir dieselbe Erscheinung: Die Vokale und die Konsonanten können so verändert sein, daß der Unkundige die Wörter nicht wiedererkennt, aber der Tonfall ändert sich nicht.

(So.: *réfa* böse sein. Gw.: *bihà*. Ve.: *vifa*. Ka.: *bipha*. — So.: *vófa* binden. Gw.: *bóha*. Ve.: *vófa*. Ka.: *bópha*. — So.: *Tzwäléla* zuschließen. Gw.: *pfäléla*. Ve.: *väléla*. Ka.: *väléla*. — So.: *róka* nähen. Gw.: *rúnga*. Ve.: *rúnga*. Ka.: *thúnga*. — So.: *úwála* schreiben. Gw.: *thála*. Ve.: *úwála*. Ka.: *bála*. — So.: *tžéna* eingehen. Gw.: *úgèna*. Ve.: *nžéna*. Ka.: *úgèna*. — So.: *nyála* freien. Ve.: *mála*. — So.: *ú kža* riechen. Ve.: *nukha*. Ka.: *nukha*. — So.: *žaléfa* zornig werden. Gw.: *kárhà*. Ve.: *hálifà*. Ka.: *khálipha*. — So.: *tževè* Ohr. Gw.: *údevè*. Ve.: *údevè*. Ka.: *údevè*.)

Wie sehr der musikalische Ton das Gerippe der Sprache ist, dafür zeugt die Tatsache, daß es z. B. unter den Venda eine Pfeifensprache gibt, d. h. zwei Individuen verständigen sich, indem sie die Töne durch Pfeifen wiedergeben. Natürlich handelt es sich dabei um kurze Sätze. Auch der Signalaruf der Sotho *lo-lo-lo*, sowie der Schreckens- und Trauerrief: *yo-yo-yo* erzielt durch Wiedergabe der Töne eine Verständigung. Vor allem aber zeugt dafür die Tatsache, daß man, wenn man ohne Tonfall spricht, nicht verstanden wird. Im Kafir überhört der musikalische Ton den Starkton so sehr, daß letzterer überhört wird. (*zindaba lézi zá boná zì lúngúla, úgì yá zì bóna, zá bonákhála* diese Angelegenheiten von ihnen sind richtig, ich sehe, sie sind augenfällig.)

III. Das Pathos drückt der Südafrikaner durch Erweiterung der Tonintervalle und durch Erweiterung der Quinte zur Oktave aus. Bei einer leidenschaftslosen Auseinandersetzung verengt er die Intervalle so, daß ein ungeübtes Ohr dieselben kaum noch unterscheidet. (So.: *Kè uná Yéhora Mólímò wázo, kè Mólímò ó vózálè wá zò véla vana kámèlatò yá rótátávo* Ich bin Jehova, dein Gott, ich bin ein zorniger Gott, der da heimzahlt den Kindern die Schulden ihrer Väter.)

IV. In Emphase hervorgehoben wird ein Wort nicht durch besonderen Nachdruck auf dem Starkton (wie im Deutschen), sondern durch Erhöhung des musikalischen Tones der Endsilbe.

(So.: *zò latòlò* leugnen eine Schuld. *zò latòlò! à kà se kè!* Leugnen! das wird er nicht! — Gw.: *kò bihà* böse sein. *kò bihà! va bihàlè sìnènè!* böse sein! sie sind wirklich böse! — Ve.: *Rè fànglò ò šimà! u à pfà nà?* Arbeiten müssen wir! hörst du? — Ka.: *Aù nìnd babàli!* Wehe euch Schriftgelehrten!)

Wie das kürzlich erschienene Sotho-Wörterbuch von K. ENDEMANN zeigt, hat im Sotho fast jedes Stammwort seinen Doppeltgänger, der von ihm durch die Tonhöhe unterschieden wird und eine ganz andere Bedeutung hat. Manche haben sogar deren drei oder vier. Im Venda verhält es sich ebenso (vergl. die Verba des Tšivenda von SCHWELLNUS). Im Gwamba findet sich das gleiche (*matimba* Zuckerrohr. *matimbà* Kraft, Macht. *širimj* ein Pflüger, Ackermann. *širimj* kindischer Schwätzer.) Im Kafir beobachtet man dasselbe.

Über den *musikalischen Ton* sind nun folgende Gesetze beobachtet worden:

I.

Der Hochtou (') hat demonstrativen und emphatischen Charakter. Er drückt aus:

a) die *Verbindung oder das Abhängigkeitsverhältnis* zwischen Wörtern oder Sätzen. Darum haben Hochtou:

1. die *Genitivpartikel à* (So.: *mosape wà morena* die Herde des Königs. Gw.: *tihomo tà hena* die Rinder von uns. Ve.: *madi à vona* das Wasser von ihnen. Ka.: *abanthu bà Cetswayo* die Leute des Cetschwayo.)

2. die *Endsilbe eines nomen regens*, wenn es mit dem *rectum* zu einem Worte *zusammengezogen* wird, indem die *Bindepartikel* ausfällt (*status constructus*). (So.: *nwanakzòšì* Königskind. *vomédtau* Trinkstelle des Löwen. *masòmaso* Schwarzauge. *pebtsesa* Neidherz. — Gw.: *nikatdhosì* Königsfrau. *nwanamoswe* Kind des Erbarmens. — Ka.: *umninimuzi* Kraalhüuptling (wörtl.: Eigentümer des Dorfes).)

3. die *einsilbigen Präpositionen bzw. Adverbien*, denn sie drücken auch eine *Verbindung* zwischen *regens* und *rectum* aus. (So.: *mò* in, bei. *fà* da. *zò* bei. *kà* durch. *lè* mit. *zà* in, bei, wenn, als. *zè* wenn, als. — Gw.: *là, hà, kà* in, bei. *kè* durch. *nà* mit. — Ve.: *hà* bei. *fà* in. *nà* mit. *ngè* durch. — Ka.: *là, phà, phò, khù* in, bei. *nà* mit. *ngà* durch.)

4. das *direkte Objektpronomen*, welches *unmittelbar vor das Verb* tritt, um die *direkte Abhängigkeit* vom Verb auszu-drücken.

(So.: *mò lesen* laßt ihn sein. *và fèn* gebt ihnen. — Gw.: *va ta hè thika* sie werden uns sein lassen. *nta mè ba* ich werde euch schlagen. — Ve.: *va mù ruma* sie senden ihn. *nthume* sende mich. — Ka.: *Uyesu wa bà sangabza wa thi: ngi sa*

nì bona Jesus begegnete ihnen und sprach: seid begrüßt (wörtl.: ich sehe euch).

5. das Subjektpronomen des ohne Konjunktion an den Hauptsatz gefügten Nebensatzes.

(So.: *re ta ya rè felitše moliro wà rena* wir werden gehen, wenn wir unsere Arbeit beendet haben. — in Gw. dasselbe: *he ta ya hè hetile ntiro wà hena*. — Ve.: *re da tšimbila rè gwala khuni* wir werden gehen, indem wir Holz tragen. — Ka.: *Bafazi ba m landela bà lila bà m khalela izinyembezi* die Weiber folgten ihm nach, indem sie ihn beklagten und über ihn Tränen vergossen.)

6. das Subjektpronomen des Relativsatzes.

(So.: *và lé thivayo mašo de litšere lé žanela Moya O Mokžethwa* die ihr verstopft die Augen und Ohren, die ihr widerspenstig seid gegen den Heiligen Geist. — Ka. dasselbe: *nà bà ŋa sokaŋa izinsiziyo ne zinzebe, nì ya malela Moya O Yincwele* die ihr nicht beschneidet Gedanken und Ohren, die ihr geht widerstreben dem Geist der Herrlichkeit. — Gw.: *tihomo lèti jambaka* die Rinder, welche gehen. — Ve.: *Moya ó khethwaho* der heilige Geist.)

7. das Subjektpronomen inmitten zusammengesetzter Zeitformen.

(So.: *kę ve kę lira* ich tat. *kę ta va kę lirile* ich werde getan haben. *va šetše va sepetše* sie sind schon gegangen. — Gw.: *nta va ndi tirile* ich werde getan haben. *va ri kari va ta* sie sind im Begriff zu kommen. *va lwa va ri kari va khongela* sie stritten, indem sie beständig beteten. *lwa ŋi va ŋa vonaŋa* diejenigen, welche nicht gesehen hatten.)

b) Hochtton drückt Wunsch und Befehl aus. Darum finden wir Hochtton:

1. Auf dem Nominalpräfix im Vokativ, weil im Anruf die Hindeutung auf einen auszusprechenden Wunsch oder Befehl liegt.

(So.: *mòma-wę!* du Mann! *vánna!* ihr Männer! *Mòrena!* Herr! — Gw.: *Mákweru!* Bruder! *máhosi* ihr Herren! *mádžaha* ihr Burschen. — Ve.: *vákoma!* Dorfältester! *màrena* ihr Herren. *váthu* ihr Leute. — Ka.: *mátota* ihr Männer! *Mázenzulu!* ihr Zulu! *Máphondo* ihr Pondoleute.)

2. auf der Ultima des Verbs, die sonst allgemein Tiefton hat (é) im affirmativen Optativ und Kohortativ.

(So.: *mo neelè* gib ihm doch. *a le šokelwé* er erbarme sich euer. — Gw.: *a va jambé* sie mögen gehen. *tironé* paß auf, hüte dich. — Ve.: *ka re tšimbilé* laßt uns gehen. — Ka.: *a si thwalé a jambé* er trage es und gehe — er lade auf und fahre ab.)

3. auf der Ultima des Imperativs 2. Pluralis, auf der Ultima

der 2. Sing. beim Imperativus emphaticus, auf der Ultima des Verbs im kohortativen Imperativ Pluralis.

(tá kommen, tšwá herausgehen: T'á[^] komm sofort! tšwá[^] raus!
So. — Ve.: bca rausgehen, bəá[^] raus! — Gw.: tandū kommt!
humān geht hinaus! — Kw.: hambānū läuft! — So.: māsá mache
schnell! (von išá). tózá! fort! (von tóza fortgehen). — Gw.:
súká fort! (von súka fortgehen). — Ve.: tšimbilá (von tšimbilá)
lauf! Ka.: lúngá (von lúnga) gradeaus! — Gw.: tifambelēn
(von tifambelá) packt euch fort! — So.: a re yēn laßt uns gehen!
— Gw.: a he yēn laßt uns gehen.)

4. Auf der Kohortativpartikel á, ká!

(So.: á re yēn laßt uns gehen. á va sepele sie mögen gehen. —
Gw.: á he yen „ „ „ á va jambe „ „ „ —
Ve.: ká re yen „ „ „ ká va tšimbile „ „ „ —
Ka.: á ngi thande laß mich lieben, á ba hambe sie mögen
gehen.)

5. auf dem potentialen Hilfszeitwort ká, ngá.

(So.: nká líra ich könnte tun. za nké ka líra ich habe
nicht getan. za a ká a líra er hat nicht getan. nké ké fete
ich möchte vorbeigehen. le kē le sepele ihr möchtet doch
gehen. a ká se kē a líra er wird nicht tun. — Gw.: va ngá
jamba sie könnten gehen. vanhu lava ngá ta vona Leute,
welche sehen werden. lava ngi va vona solche, welche sehend
waren. — Ka.: ngá u thanda du solltest lieben. ngá ngi be
ndi thanda ich sollte geliebt haben.)

c) Hochton drückt auch das Zeigen und Hinweisen aus. Wir
finden hochbetont:

1. die Endungen des absoluten Pronomen ná, lá, lé.

(So.: ná ich. wená du. yená er. rená wir, lená ihr. roná sie.
yoná, ryoná, loná, soná, oná, tšoná, yo'á, lelá, valá, tšelá, alá,
elá (jene), valé, šelé, šplé.)

(Gw.: mená, wená, yená, hend, iwená, roná, yoná, roná,
byoná, šoná, woná, toná, soná, lára, lébyi, lési, léti, he lé.)

2. Das Adjektivpronomen, wenn es durch Wegfall der Copula
Subjektpronomen wird.

(So.: ó e moye er ist schlecht. ó molato er hat Schuld. lé
vanna za lé vasaíi ihr seid Männer, nicht Weiber. é rose es
ist süß. vá votho sie sind gütig. — Gw.: ndi monhu ich bin
ein Mensch. mé vadayi ihr seid Mörder. ó morisi er ist ein
Hirte. rá šikari sie sind dazwischen. — Ve.: ré va-Venda,
ó murena er ist ein Herr. vá fari sie sind in der Mitte. —
Ka.: ngi khoná ich bin da. á khona er ist da. ná Maphondo
ihr seid Pondo-Leute.)

3. Das Infinitivpräfix, wenn es zum Subjektpronomen wird.

(So.: zó voléla vatho es sprechen Leute (dagegen zó volela

vatho von Leuten reden). — Gw.: *kò gula çanhu* = dass. (dagegen *kò gula çanhu* = desgl.). — Ve.: *ò amba çathu* dass. (dagegen *ò amba vathu* = desgl.). — Ka.: *khù amba abanthu* = dass. (dagegen *khù amba abanthu* = desgl.)

4. Die Frageadjektiven *jè, hì, phì, khì* = welcher? *kaè, ñganì, ñgakhì* = wieviel? (dieselben haben auch demonstrativen Charakter).

(So.: *kè o jè?* welcher ist es? *lì kaè likçomo?* wieviel Rinder sind es? — Gw.: *he yihè?* welches ist es? *e tinganì tihomo?* wieviel Rinder sind es? — Ka.: *yì baphì?* welche sind es? *u thanda siphì na?* welches willst du? *mangakhì amahaši?* wieviel Pferde sind es?)

II.

Tiefton a (scheint abschließenden, den Tatbestand feststellenden Charakter zu haben.) Tiefton drückt

a) die *Negation* aus. Tiefton haben:

1. die *Negativpartikel*: (So.: *ça, sa, se*. — Gw.: *a, ñga, si*. — Ve.: *a, se*. — Kw.: *a, kha, ñga, ñge*.)

(So.: *ça, kè lire* ich tue nicht. *kè çè kè sa lire* ich tat nicht. *a va se lire* sie mögen nicht tun,

Gw.: *a ndi tiri* ich tue nicht. *a va si tiri* sie mögen nicht tun. *a ñga ti* er kommt nicht.

Ve.: *a se nne* ich bins nicht. *re se roe* wir mögen nicht fluchen. *a a ambi* er spricht nicht.

Ka.: *kha a thandi* er will nicht. *a ba thandi* sie wollen nicht. *ñgi ñga thandi* nicht liebend. *ñgi ñge thande* ich möge nicht lieben.)

2. Die *Ultima des negierten Verbs*.

(So.: *ça kè tẹ* ich komme nicht (sonst *tà*). — Gw.: *a ndi si tiri* ich weiß es nicht. — Ve.: *a re funi* wir wollen nicht. — So.: *re çè re sa, tzeçè* wir wußten nicht. — Ka.: *kha a thandi* er will nicht. *a ba thandi* sie wollen nicht.)

3. Die *Fragepartikel*: *a, na, şana, na*.

(So.: *a o a rata?* willst du? *na le nthata na?* liebt ihr mich? — Gw.: *u randa şana?* willst du? — Ve.: *u pfa na?* hörst du? — Ka.: *u ya ñgi thanda na?* liebst du mich?)

(In der Frage liegt der Zweifel am Tatbestand, also der Anfang der Negation.)

b) *Tiefton drückt die Vollendung aus*. Wir finden ihn

1. auf der *Ultima des Perfektsuffixes* *ile* (während alle übrigen Suffixe ⁺ betont sind).

(So.: *ò ratile* er hat geliebt. *re felitçe* wir haben zu Ende gebracht. *kè letçe* ich habe mich gepflegt, ich liege. *ke lutçe* ich sitze. — Gw.: *ri perile* sie ist hinübergegangen, unterge-

gangen. *ri sele* sie ist aufgegangen (die Sonne). — Ka.: *ba phelile* sie sind alle geworden.)

2. Auf der *Ultima des mehrsilbigen Verbs, wenn es einen Satz schließt*.

(So.: *va a sepela* sie gehen. — Gw.: *he ta famba* wir werden gehen. — Ve.: *o ya amba* er spricht. — Ka.: *ba a lila* sie weinen) ausgenommen in Emphase (siehe C, IV).

3. Auf der *Participendung* *zo, ù, /ka, ke / ho / yo /* (weil sie die Vollendung eines Satzes bildet).

(So.: *e a ratazo* einer der liebt. — Gw.: *lava fambaka* die, welche gehen. *loya endeke*, der, welcher getan hat. — Ve.: *Moya o khethwaho* Geist, der auserwählt wird. — Ka.: *umfundi lowo Uyesu a mhandayo* der Jünger, der Jesus lieb hat. — So.: *va va ratañ* die, welche wollen.)

c) *Tiefston* ruht auf dem *reflexiven Verbalpräfix*. So.: *i*. Gw.: *ti*. Ve.: *ñi*. Ka.: *zi*.

(So.: *zo ithata* selbständig sein. — Gw.: *ko tiranda*. — Ve.: *o ñifuna*. — Ka.: *ukhu zithanda*.)

III.

Mittelhochton scheint demonstrativen Charakter zu haben. *Mittelhochton* hat:

1. das *Subjektpronomen (pronomen conjunctum)* (mit Ausnahme der 2. Person Sing. und mit Ausnahme der Fälle unter Ia 5—7).

(So.: *ke a rata* ich liebe (*ò* er, *rè* wir, *lè* ihr, *và* sie), Klasse II u. folgende *ò, rò, lè, sè, è, li, à*. — Gw.: *ndi a randa* (*ò, hè, mè, vâ*), Klasse II u. folgende *ò, vù, rì, šì, yì, à, tì, si*. — Ve.: *ndi, ò, rè, nì, vâ, ò, vù, li, tšì, yì, à, zì*. — Ka.: *ngì, ù, si, mi, bà, ù, yì, si, li, bü, yâ, zì*.)

2. auf dem *Demonstrativpronomen*.

(So.: 2. *à, ò, lè, sè, tšè, vyò, vâ*. — Gw.: *leyì, lebyì, lavâ, lò, lowò, lešì, lerì, lesì*.)

3. Auf dem *Nominalpräfix* (inkl. Präfix des Infinitiv). (Ausgenommen Fall Ib 1.)

(So.: *mòtho* Mensch. *sèlo* Ding. *mòliro* Arbeit. *lètzepe* Hacke. *lùlo* Dinge. — Gw.: *mònhu* Mensch. *šùlo* Ding. *ntiro* Arbeit. *visimo* Garten. *sùlo* Dinge. — Ve.: *mòthu* Mensch. *tšùtho* Ding. *mùšumo* Arbeit. *vàthu* Menschen. *zùtho* Dinge. — Ka.: *umunthu* Mensch. *zindaba* Angelegenheiten. *amânzi* Wasser. — So.: *zò lirâ* tun. — Gw.: *kò tira* tun. — Ve.: *ò juna* lieben. — Ka.: *ukhù thanda* lieben.)

4. auf dem *Hilfszeitwort ya* (von *ya* gehen).

(So.: *ke à rata* ich bin im Begriff zu lieben. *re à volaya* wir sind beim Töten. — Gw.: *he yâ tiranda* wir lieben uns

selbst. *he yá daya* wir sind beim Töten. — Ve.: *re yá difuna* wir lieben uns selbst. *re yá vulaya* wir sind beim Töten. — Ka.: *ngi yá buya* ich bin beim Heimkehren.)

5. auf der Lokativendung n^+ , $n\grave{e}$, n , $n\grave{i}$.

(So.: *motzen⁺* in der Stadt. — Gw.: *mutin⁺* = desgl. — Ve.: *makulenⁱ* in dem Wolkenhimmel. — Ka.: *u se khu jeni* er ist im Sterben.)

6. auf den demonstrativen Endungen der Lokaladverben: $n\grave{o}$, $n\grave{u}$, $l\grave{a}$, $y\grave{a}$, $h\grave{o}$, $h\grave{a}$, $m\grave{u}$.

(So.: *mono^o* hier. *keno^o* hierher. *mol\grave{a}* als. *zol\grave{a}* als. — Gw.: *Kwal\grave{a}* dort. *kwalaho^o* daselbst. *lah\grave{a}* da. *lahay\grave{a}*, *lah\grave{a}* daselbst. —

So.: *mol\grave{a}* dort. — Gw.: *halen\grave{u}* hierher. *lom\grave{u}* hier. *lahajiy\grave{a}* dort.)

IV.

Mitteltiefen

a) eine Verbindung von Mittelhochton und Mitteltiefen findet statt bei den Verbalspeziesendungen: ja , ha , ya , la , ka , va , za , ka , pha , tha , nga , na , ma .

1. In Pausa und Emphase haben die mehrsilbigen $^+ \text{ }_+$, der Mittelhochton sinkt herab zum Mitteltiefen.

(So.: *liv\grave{e}la*, *sakana*, *fel\grave{e}tza*. — Gw.: *bel\grave{e}la*, *het\grave{e}sa*, *boh\grave{o}l\grave{o}la*. — Ve.: *ramb\grave{a}dz\grave{a}*, *tang\grave{a}na*, *brum\grave{e}la*. — Ka.: *thand\grave{a}na*, *buy\grave{e}la*, *samb\grave{e}sa*.)

2. Inmitten des Satzes haben dieselben Mitteltiefen.

(So.: *v\grave{a} liv\grave{e}lana ka mata* sie dienen einander mit Macht. — Gw.: *me ta sang\grave{a}n\grave{e}sa tatana wa n\grave{e}na* ihr werdet euren Vater entgegengehen. — Ve.: *v\grave{a} gidim\grave{e}la ngaji?* Wohin rennen sie? *re fel\grave{e}kedza n\grave{e}na* wir begleiten das Kind. — Ka.: *ba buy\grave{e}la ekhaya, ba thand\grave{e}lw\grave{a} khona* sie kehren heim, deshalb werden sie geliebt.)

b) Mitteltiefen ruht auf den Subjektpronomen der 2. Person Sing. ϕ , ψ . (ϕ , *a rata*, Gw.: *\psi ya randa*, Ve.: *\psi ya funa*, Ka.: *\psi ya thanda* = du liebst.) (Vielleicht ist das Pronomen der zweiten Person nicht so demonstrativ wie dasjenige der dritten, weil der Redende den Besprochenen direkt vor sich hat, während bei der dritten Person, die in der Ferne ist, ein stärkerer Hinweis nötig ist).

c) Mitteltiefen ruht auf dem vokativen Suffix $w\grave{e}$, du!, welches eine Abkürzung aus *wen\grave{a}* = du darstellt.

(So.: *monna-w\grave{e}*, Du Mann! — Gw.: *nanda-w\grave{e}*! Du Bursche!)

d) Mitteltiefen findet sich auf dem Adjectivum $nw\grave{e}$, $mw\grave{e}$, = anderer im So. und Ve.:

(*le leiwē* = eine andere, *va vaiwē* = andere. — Ve.: *mumwē* = ein anderer, *mumwē na mumwē* = ein jeder. *Tšitho tšimwē* = anderes Ding).

e) sinkender Mitteltiefton ruht auf der Diminutivendung *ana*, *nyana* und geht in der Ultima in Tiefton über.

(So.: *pitšana* Töpfchen. *Nwanenyana* kleines Mädchen. *e monyenyane* der Kleinste. — Gw.: *mbitana* Töpfchen. *leši nthanana* ein ganz kleines. — Ve.: *tšijinganyana* kleine Zeit. — Ka.: *mcüanyana* Lämmchen.)

(Anmerk.: Der musikalische Ton ist fast überall etymologisch, wie bisher zu ersehen war. Nur in wenigen Fällen (Ia 5—7, Ib 1—3, IIa 2, IIb 2) trägt er grammatischen Charakter.)

V.

Die Gesichtspunkte zu finden, nach denen im übrigen der Tonfall der einzelnen Wortstämme an sich gesetzt worden ist, ist bisher nicht gelungen. Es bleibt nichts anderes übrig, als bei jedem sich gedächtnismäßig seinen Tonfall einzuprägen. Diese Arbeit ist sehr erleichtert durch die Kenntnis, daß die Nominalpräfixe inkl. Infinitivpräfix Mittelhochton haben. Von ihnen aus kann man leicht die Töne des Nomens oder des Verbs bestimmen, ohne fehlzugehen.

Eine gewisse Regelmäßigkeit findet sich bei den einsilbigen Nominalstämmen: dieselben haben zumeist Hochton.

(So.: *ükü* Schaf. *senó* Trank. *selyó* Speise. *voťé* Trefflichkeit. *voťé* Boshheit. *ntá* Laus. *mpžá* Hund. *mpšé* Vogel Strauß. — Gw.: *muri* Baum. *yindú* Haus. *matí* Wasser. *mbyá* Hund. *musí* Rauch. *ribyé* Stein. — Ve.: *ndú* Haus. *mpžé* Straußvogel. *nthá* Spitze. *nthú* eine Art Frucht. — Ka.: *injá* Hund. *indú* Haus. *intyé* Straußvogel. *imvú* Schaf.)

Bei der Feststellung des Tonfalles achte man auf dreierlei:

1. Man verlasse sich nicht auf **einen** Gewährsmann (wie z. B. RÖHL in seiner Schambalagrammatik), da man sonst leicht irregeführt wird. Man suche die Zahl der Gewährleute möglichst groß zu machen und ziehe vornehmlich auch Frauen zu Rate, weil dieselben ihrer Selbsthaftigkeit wegen konservativer sind, als die Männer, die bei ihrem mehr bewegten Leben fremden Einflüssen zugänglicher sind auch in Bezug auf ihre Sprache; vor allem aber weil die Frauen vermöge ihrer hellen Stimme die Tonintervalle klarer ausprägen und dieselben vermöge ihres an Affekten reicheren Naturells weiter stellen als die Männer es tun.

2. Man vergesse nicht, daß der ursprüngliche Tonfall eines Wortes nur in Pausa zu Tage tritt, und daß

3. Der Tonfall *innerhalb des Satzes Veränderungen* unterliegt. Es ist also nötig zu prüfen, wie der Tonfall eines Wortes in Pausa schwingt, und wie er sich innerhalb des Satzes gestaltet. Damit kommen wir auf den sogenannten *Satzton* zu sprechen.

D. Der Satzton

Der Satzton ist beherrscht von dem Prinzip, nach dem Satzende im Schwunge hinzudrängen, gleichsam den ganzen Satz unter die Herrschaft des Endtones zu stellen. Die Folge ist, daß das Bestreben herrscht, die Tonintervalle auszugleichen, um die Wucht des Endtones recht zu markieren. Die Folge ist ein schwungvoller Satzrhythmus. Treffend ist er verglichen worden mit dem Schlage der afrikanischen Ochsenpeitsche, die in sausendem schlängelndem Bogen die Luft durchschneidet, bis sie mit Schlag und Knall ihr Ziel trifft.

a) Es sind folgende *Änderungen des musikalischen Tones* zu beobachten, die schon unter dem Vorhergehenden zumeist angedeutet worden sind:

1) Verliert eine *Penultima durch Anfügung von Suffixen* den rhythmischen Starkton, so rückt ihr musikalischer Ton höher (ausgenommen die Stammsilbe).

(So.: *lumèla* zustimmen, *lumèlèla*, *lumèlèlànà*. — Gw.: *sekèla* belachen, *sekèlèla*, *sekèlèlànà*. — Ve.: *fèmbèdzà* beschnüffeln, *fèmbèlèdzà*. — Ka.: *rumèla* zustimmen, *rumèlèla*, *rumèlèlànà*. — So.: *taràna* Sächelchen, *tarànyàna* kleines Sächelchen, *tarànyènyàna*. — Gw.: *thàràna* kleiner Berg, *thàrànàna* kleines Bergchen.)

2) eine mit dem *rhythmischen Starkton belegte Silbe bekommt Tiefton*, wenn auf sie eine *Ultima mit Hochton* folgt, selbst wenn sie ursprünglich Hochton hatte.

(So.: *ḡkù*, *tāù*, *m̄p̄zà*, *m̄p̄šè*, *ḡtá*, *ḡtò*. — Gw.: *murì*, *ḡḡndù*, *mbyà*. — Ve.: *ḡdù*, *m̄p̄zè*, *ḡthà*, *ḡthù*. — Ka.: *ḡḡḡd*, *ḡḡvù*, *ḡḡḡyè*, *ḡḡndù*.)

Präfixe der Nomina haben sonst ±, aber in diesem Falle ∓:

(So.: *vovè*, *serè*, *votzè*, *kà mòkà*.)

Die Genetivpartikel hat sonst Hochton, aber in diesem Falle hat sie Tiefton:

(So.: *lipūli tzā kà li tūle* meine Ziegen sind gekommen. *ḡwāna wā kà o tōzile* mein Kind ist fortgegangen.)

Anmerk.: In Emphase und am Satzende: *kè wā^kà* es ist meins. *kè mò^kà* das ist alles. *s'èrè* Böses. (cf. C a. 1 u. 2.)

3. Eine *tieftonige Ultima*, auf die ein Wort mit höherem Ton folgt, erhält Mittelton.

(So.: *tavà* die Sache; aber: *kè tzèrà litavà tzà zàzo*. *zà kè ràtè*, ich mag nicht; aber: *zà kè ràtè litavà tzà zàzò*.)

Gw.: *mõnhu* Mensch, und *tile* gekommen; aber: *Mõnhu wá úwená ò tile rì'nì* wann ist euer Mensch gekommen? —

Ve.: *ù'gwé* Leopard; aber: *ndi rónq ù'gwé yášq* ich sehe unseren Leoparden.

So.: *sésòthq* die Sothosprache; aber: *ò ròlèlq sésòthq sésèwé kulù* er spricht ein sehr schlechtes Sotho.)

4. Der ^{1a} Ton der Verbalspeciesendungen wird ^{1a} (siehe IV 1). *ratamè'lq* (in pausa) komm heran! aber *á' rē' á' rātamè'lq Yérusalēmq* als er nahe bei Jerusalem kam.)

5. Der Vokalauslaut der letzten Silbe eines Satzes wird oft im Flüsterton gesprochen, ja zuweilen, besonders im Gwamba, ganz verschluckt (').

(So.: *ò ròlèlq sésòth'* er spricht die Sothosprache. *cyálo kē móth'* jetzt ist er ein Mensch (d. h. in Genesung begriffen). — Gw.: *ndi rónq láhà y' èndqkq há kq'* (eigentlich *kóná*) ich sehe wie du es machst. — Ve.: *ndi zq'* (*zqné*) es ist gut (wörtl. es ist das). — Gw.: *hè šqnà lèsì ndi tìrakq há šq'* (*šqnà*) das ist die, mit der ich arbeite. *hè rónq larà ndi fānbakq návq'* (*rónq'*) es sind die, mit denen ich gehe.)

b) Am Schlusse jeder Satzperiode macht der Angeredete eine kurze zustimmende oder abweisende oder nur Aufmerksamkeit bezeugende *Bemerkung*, die sich genau dem Rhythmus des gesprochenen anpaßt und oft bloß in einem Brummen (*m*) besteht. (in So.: *zò lumèlq*, Gw.: *kò pfumèlq*, Ve.: *ò brumèlq*, Ka.: *ukhà vumèlq* genannt). Bei diesen Aufmerksamkeitsbezeugungen kommen die Regeln über die Stimmlage (cf. A) besonders in Betracht.

E. Über das Verhältnis des Tonfalles zur Gesangsmelodie ist leider noch nichts festgestellt worden, da es an phonographischen Aufnahmen fehlt. Doch fällt folgendes auf: 1. daß die Melodien sich in einer siebenstufigen Oktave bewegen, die unserer achtstufigen inkommensurabel ist, 2. daß der musikalische Ton vielfach die Melodie bildet.

Es scheint zwischen Melodie und Tonfall ein ähnliches Verhältnis zu herrschen wie zwischen Stimmlage und Tonfall.

F. Die Wortbilder,

die in den südafrikanischen Sprachen sehr häufig gebraucht werden, sind für die Feststellung des musikalischen Tones wichtig, da die meisten von ihnen die Wurzeln der Wortstämme darstellen. Sie dienen der lebhaften Schilderung.

Es gibt a) *einsilbige Wortbilder*, *Stammwurzeln*, die verbunden werden mit dem Hilfsverb *rē* (*kq thi*) = sagen, machen.

(So.: *à rē lq* (zu ergänzen *maru* = die Wolken) es donnert (*zò lumq* = brummen, donnern). *lì' útze fò'* (*zò fòfā*) = sie

sind geflogen). *à rẹ fẹ* (*zo fẹta*) = sie haben ein Ende genommen. *sà rẹ rù* (*zo rùrùza*) = es schwoll an. *và rẹ rù* (*zo rù'a*) = sie wurden reich. *à rẹ nà* (*zo nàna*) = er zog straff. *à rẹ phà* (*phàsòla*) = er schlug mit flacher Hand. *yà rẹ pha* (*vòphara*) = es wurde breit. *à rẹ my* (*sẹmyma*) er schwieg.)

b) Es gibt mehrsilbige Wortbilder, gebildet durch Abwerfen der *Ultima* und verbunden mit dem Hilfsverb *rẹ* (*kọ thi*).

(*tà rẹ fẹli* (v. *fẹlile*) = sie wurden alle. *và ùtẹ zòli* (v. *zòlile*) = sie sind groß geworden. *là rẹ sòrẹ* (v. *sòrẹla*) = sie ging unter (die Sonne) *lù rẹ zòli* (v. *zòlimọ*) = sie wachsen nach oben.)

c) Es gibt Wortbilder, die rein der Nachahmung des Klanges und der Bewegung dienen und nicht Wortwurzeln sind.

(*yà rẹ thozo* - *thozo* es sauste dahin (das Rad). *và rẹ tẸkẹ-tẸkẹ* sie trabten. *yà rẹ kòmپò* es plumpste hinein. *tẸà rẹ rù* sie rauschten mit den Flügeln. *sà rẹ kò* es schlug dumpf auf. *yà rẹ tẸwiri* es piff. *yà rẹ mù* es brüllte. *yà rẹ mè* es meckerte. *và rẹ tú* sie schwiegen still. — Gw.: *à kọ ntẸ* er schwieg still. *à kọ thiki* er eilte herum. — So.: *sẹ rẹ tẹ* es macht „kling“ (das Beil). *à rẹ kù* er stieß an, „bums“. *yà rẹ pọ* er (Vogel) ließ sich nieder. *tẸà rẹ nù* sie plumpsten ins Wasser. *zò rẹ rì* zerreißen (intr.) *zò rẹ tá* einreißen (trans.), kleinen Riß machen. *zò rẹ rá* hinfallen. *zò rẹ pụ* platt hinfallen. *zò rẹ hò* lügen. *zò rẹ kì* mit Faust schlagen. *zò rẹ lọ* still sitzen.)

Alle Wortbilder sind für die Etymologie und die Wortanalyse wichtig. Mit ihrer Hilfe wird es einmal möglich sein, Etymologie und Analyse mancher Bantuwörter sicher zu bestimmen.

(Bei der Redaktion am 12. September 1916 eingegangen)

*Aus dem Phonetischen Laboratorium
des Seminars für Kolonialsprachen zu Hamburg*

(Leiter: Dr. G. Panconcelli-Calzia)

EIN REDUKTIONSSAPPARAT FÜR TONHÖHENKURVEN

VON

W. E. PETERS

Der MEYER-SCHNEIDER'sche Kurvenmeßapparat ist jetzt zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel der experimentellen Phonetik geworden.

Er weist jedoch den großen Nachteil auf, daß die mit ihm erzielten Kurven zu weit in der Länge ausgedehnt sind und daher den Verlauf der Tonhöhenbewegung in größeren Lautgruppen unübersichtlich gestalten. So stellt z. B. die in der umstehenden Tafel eingetragene Kurve K_1 die Tonhöhenbewegung in der Lautfolge *ai* dar. Wird eine solche Kurve zum Zwecke der Veröffentlichung oder Vergleichung verkleinert, so werden wohl die Längenmaße zu einer mehr übersichtlichen Größe reduziert, dabei verringern sich aber die Höhenabmessungen derartig, daß die Kurve manchmal fast flach erscheint.¹ Auf die scharfe Darstellung der Höhenunterschiede kommt es aber hauptsächlich an und daher mußte bis jetzt auf die Veröffentlichung längerer Ausmessungen verzichtet werden.

Ich hatte früher meine Kurven mittels eines zeichnerischen Verfahrens, der Benutzung quadratischer Netze, mit der Hand übertragen. Auf diese Weise wurden die Bilder zu den Tonhöhenkurven der *Death of Kings* und *Falstaff* Platten in *Vox*, 1914, S. 191—198 gewonnen. Diese Arbeit, mit dem Auge und der Hand ausgeführt, nahm beinahe ebenso viel Zeit in Anspruch wie die Ausmessung selbst.

Natürlich stellte sich das Verlangen ein, hier ein *mechanisches Verfahren* zu ersinnen, um die Kurven nur der Länge nach zu reduzieren, die Höhe aber ungeändert zu lassen. Obgleich die Aufgabe leicht schien und in Wirklichkeit auch einfach war, bot sich doch den verschiedenen Personen, die an der Lösung interessiert waren, keine Möglichkeit einer Konstruktion, *solange man an die Benutzung einer einzigen Operation dachte*.

¹ Ein Beispiel einer solchen Kurve findet sich in meiner Veröffentlichung in *Vox*, 1913, S. 270. *Two Methods of Enlarging Gramophone Records*.

Erst als ich mir die Sache so vorstellte, daß es sich um die Zerlegung der Kurve in zwei Bewegungen, je entlang der Abszisse und der Ordinate handelte, kam ich auf den Gedanken, diese Bewegungen getrennt ausführen und durch Benützung der beiden Hände des Arbeitenden in der gewünschten Weise kombinieren zu lassen.

So entstand, nach mannigfachen Versuchen, der auf nebenstehender Tafel abgebildete Apparat.

Als Grundlage dient ein festes Zeichenbrett Z . Darauf ist ein rechter Winkel W so montiert, daß er mittels der Führungen F_1, F_2, F_4 an den genau parallelen Stangen S_1, S_2 ohne Schwankung gleiten kann. An diesem Winkel ist ein gewöhnlicher Pantograph angebracht, dessen fester Drehpunkt A oben an dem Winkel sitzt, während das zu führende Ende bei F_3 mittels einer Führung an der dem längeren Schenkel von W parallelen Stange S_3 gleitet. Der Zeichenstift bei B wird so eingestellt, daß die gewünschte Verkleinerung (auf diesem Bilde $\frac{1}{5}$) erzielt wird. Zwischen den Rollen R_1, R_1 läuft der Papierstreifen, auf dem die ausgemessene Kurve enthalten ist, zwischen R_2, R_2 ein anderer Papierstreifen, der die verkleinerte Kurve aufnehmen soll.

Die Handhabung geschieht nun folgendermaßen: Die rechte Hand arbeitet mit der Führung F_3 entlang S_3 . Die linke Hand verschiebt, bei W aufliegend, den Winkel mitsamt dem Pantographen entlang den Stangen S_1, S_2 . Durch geeignetes Zusammenarbeiten beider Hände läßt sich die untergelegte Original-Kurve K_1 mit dem Führstift bei F_3 gut verfolgen. Während dieser Zeit führt der Zeichenstift bei B die Bewegungen entlang S_3 in 5fach verkleinertem Maße aus, gemäß der Einstellung des Pantographen. Die Bewegungen entlang S_1, S_2 dagegen werden von dem Führstift bei F_3 und dem Zeichenstift bei B in genau demselben Maße ausgeführt, da hier nicht der Pantograph, sondern der Winkel W als Ganzes mitwirkt. Das Resultat ist, wie aus der Tafel hervorgeht, daß die langausgedehnte Kurve K_1 zu der Kurve K_2 reduziert wird, deren Höhenmaße die gleichen wie bei K_1 sind, wogegen die Längenmaße auf $\frac{1}{5}$ reduziert worden sind. Durch geeignetes Verschieben der Papierstreifen läßt sich jede Kurvenlänge bearbeiten.

Wie groß der Gewinn an Übersichtlichkeit und räumlicher Ausdehnung ist, zeigt ein Blick auf die beiden hier abgebildeten Kurven. Schon das erste, von mir selbst zusammengestellte Modell hat so feine Resultate ergeben, daß ich damit die Tonhöhenkurven zu der Ewe-Aufnahme, die in *Vox*, 1916, S. 57—82, erschienen sind, hergestellt habe.

(Bei der Redaktion am 24. September 1915 eingegangen)

BESPRECHUNGEN

W. CARRIE. — *Sonderklassen für sprachkranke Kinder*. Beiträge zur Kinderforschung und Heilerziehung. Heft 131. Langensalza, Hermann Beyer u. Söhne, 1916, M. 0,75, 24×16,5, 38 S.

In Hamburg sind seit 1912 Sonderklassen für sprachkranke Kinder mit besonderem Unterricht eingerichtet, welcher nach dem allgemeinen Lehrplan der Volksschule erteilt wird. Die wenigen Jahre reichen natürlich nicht zu grundlegenden Erfahrungen aus. Immerhin wäre es von Interesse, aus dem bisherigen Tatsachenmaterial mehr Tatsächliches zu erfahren, als uns das Heft kundgibt. Ein Blick auf den in den Klassen eingeführten Personalbogen reizt die Neugier nach Angaben über Fragen der allgemeinen und individuellen Anamnese, so z. B. was sich über erbliche Belastung, über die Geburten der Kinder, über Alkoholverbrauch in der Familie u. a. m. ergeben hat. Es wäre in medizinischer, heilpädagogischer wie auch sozialer Hinsicht von allgemeinem Interesse. Leider läßt uns das Heft hierin im Stich. Dagegen verrät der Verfasser große Belesenheit. Wir begegnen den Namen sämtlicher Autoren der Sprachheilkunde. Die Tiefe der Erkenntnis hält indes nicht Schritt mit dem Umfang des Gelesenen. Wenn (S. 29) der Anschauung gehuldigt wird, daß das Stottern ein psychisches Leiden sei, so mutet die Feststellung (S. 37) eigenartig an: „bei Stotterern handelt es sich um in geistiger Hinsicht durchaus normale Kinder“. Das ist ein Widerspruch. Denn Psyche ist Geist.

Eine allgemeine Übernahme der Sprachheilkunde als Unterrichtsfach in die Lehrerseminare halte ich nicht für wünschenswert. ZUMSTEEG

(Bei der Redaktion am 25 August 1916 eingegangen)

AUERBACH, FELIX. — *Fernschrift und Fernspruch, die Überwindung von Raum und Zeit durch die Elektrizität*. Berlin, Ullstein und Co., 1916, 20×13, M. 2, 248 S., 8 Bildertafeln.

Der Verfasser gibt in seiner Arbeit eine volkstümliche Darstellung von den Fernwirkungen der Elektrizität. Er behandelt die allmähliche Entwicklung des Nachrichtendienstes über die akustische, optische bis zur elektrischen Methode.

Für die Phonetik haben aus der Arbeit eigentlich nur die Probleme der Telephonie und des Fernphonographen Interesse. Der Verfasser erwähnt hier besonders die Erfindung des dänischen Ingenieurs POULSEN, den sogenannten Telephonographen oder das Telegraphon. Für phonetische Aufnahmen könnte ein solcher Apparat vielleicht in Verbindung mit einem Starktelefon einmal eine ganz bedeutende Rolle spielen. Vorläufig müßte das Prinzip allerdings eine praktische und nicht zu kostspielige Anwendung erweisen. Der Telephonograph ist bekanntlich, wie auch der Verfasser in großen Zügen ausführt, eine Verbindung zwischen dem Telephon und dem Edisonphonographen. An Stelle der Wachsschicht tritt dabei aber an dem Phonographen ein Stahlband oder Stahldraht. Dieses Stahlband wird bei einem Telephon-Reiz durch akustische Schwingungen auf verschiedene Weisen magnetisiert. Diese Magnetisierung bleibt dauernd an dem Stahldraht haften und erzeugt, sobald das Band wieder an dem Hörer vorbeiführt, die entsprechenden Laute, durch die die Form seiner Magnetisierung ursprünglich entstanden war. Die Wiedergabe soll nach dem Urteil des Verfassers bei vollkommener Konstruktion des Apparates ganz ausgezeichnet sein und sich natürlich wie eine Phonogrammaufnahme zu beliebiger Zeit reproduzieren lassen. Es ist auch nicht nötig, zu jeder Aufnahme ein neues Stahlband zu verwenden, da sich das alte nach Gebrauch wieder entmagnetisieren läßt.

Für phonetische Untersuchungen wäre nun ja allerdings das Aufbewahren einer einmal gemachten Aufnahme sehr erwünscht. Somit würde sich die Methode für phonetische Unternehmungen größeren Stils vorläufig nicht besonders eignen, wenn sie auch sonst alle idealen Vorzüge aufweist.

HEINITZ

(Bei der Redaktion am 8. Januar 1917 eingegangen)

Aus dem Phonetischen Laboratorium
des Seminars für Kolonialsprachen zu Hamburg

(Leiter: Dr. G. Panconcelli-Calzia)

HAMBURGER PHONETISCHE VORTRÄGE

5.

DIE TROMMELSPRACHE IN AFRIKA UND IN DER SÜDSEE

VON

THILENIUS, MEINHOF und HEINITZ

Am 11. Mai fand im Phonetischen Laboratorium der fünfte¹ phonetische Abend vor fünfundfünfzig geladenen Gästen statt.

Dr. PANCONCELLI-CALZIA eröffnete die Sitzung mit einer kurzen Ansprache, indem er betonte, daß Herr Professor THILENIUS den Gegenstand vom ethnographischen, Herr Professor MEINHOF vom linguistischen und Herr HEINITZ vom phonetischen Standpunkt aus behandeln würden.

* * *

Prof. THILENIUS führte folgendes über die Sprechtrummel in der Völkerkunde aus:

Die Sprechtrummel entsteht aus einer Walze, die aus einem Baumstamm geschnitten wurde, wenn man sie von einer Längsrinne aus, die an beiden Enden Stirnholz stehen läßt, aushöhlt und die dadurch gebildeten Längswände durch Bearbeitung von innen oder auch von außen her in verschiedenem Maße verdünnt. Die so gebildeten Lippen der Trummel ergeben beim Anschlage mit einem Klöppel verschiedene Töne. Statt eines Klöppels, kann man auch zwei verwenden und dadurch die Töne vermehren, die dann zu einer Signalsprache in verabredeten Tongruppen dienen.

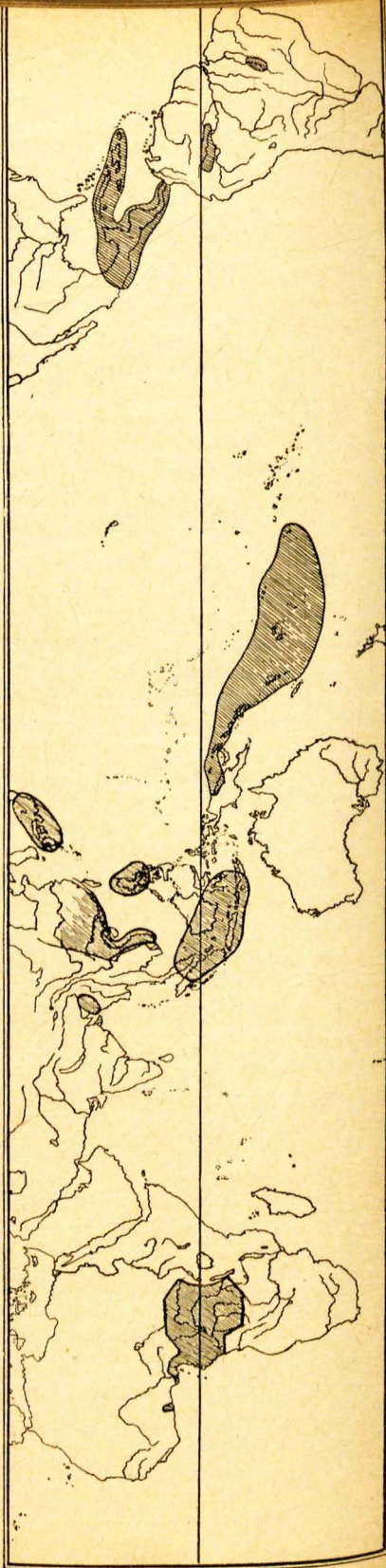
Ethnographisch wird das Instrument als Signaltrommel, Sprechtrummel, Holztrommel bezeichnet. Aus den beiden ersten Bezeichnungen geht hervor, daß das Instrument zur Übermittlung von Signalen oder längeren Mitteilungen dient, während die Bezeichnung Holztrommel den Gegensatz zur Felltrummel auf Grund des Materials der tönenden Flächen ausdrückt. Vielleicht ist die letztere Bezeichnung vorzuziehen, da man auch mittels Felltrummeln Signale geben kann. Daß man die Holztrommel als Trummel bezeichnet, hängt wohl weniger mit ihrer Form zusammen als damit, daß die Art des Anschlags mit den bei uns üblichen Trummeln verglichen wurde. Allerdings deckt sich der Anschlag nicht überall, denn auf der Gazelle-Halbinsel wird z. B. die

¹ Vgl. Vox 1916, S. 45, S. 98, S. 125 und S. 140.

Trommel nicht geschlagen, sondern gestoßen.

Abgesehen von den verschiedenartigen Formen, die das Instrument bei den verschiedenen Völkern heute besitzt, ist für die Völkerkunde seine räumliche Verbreitung (vgl. nebenstehende Abbildung) wichtig. Das Instrument findet sich in Afrika in einem großen geschlossenen Gebiet, das in der Hauptsache dem Kongosystem entspricht; von hieraus greift es nach Südkamerun über. Zwei weitere sehr kleine Verbreitungsgebiete liegen an der Gold- und an der Pfefferküste. Danach gehört die Holztrommel in Afrika in den sogenannten westafrikanischen Kulturkreis. Ob die Verbreitung, die wir heute vorfinden, in früheren Zeiten eine wesentlich andere gewesen ist, wissen wir nicht. In der europäischen Literatur wird die Trommel schon früh von den Besuchern der afrikanischen Westküste erwähnt. Danach könnte es scheinen, als wäre die Holztrommel ein echtes Instrument der afrikanischen Neger.

Die Holztrommel findet sich indessen auch in der Südsee. Ihr Verbreitungsgebiet umfaßt hier die Gegend der Ramumündung in Neuguinea, dann die Admiralitätsinseln, Neu-Mecklenburg und die Gazellehalbinsel von Neu-Pommern im Bismarckarchipel, ferner die Gruppen der Salomonen bis zu den Neu-Hebriden, ferner Fidschi; in Polynesien reicht sie von Tonga und Samoa bis zu den Cook Inseln. In Melanesien ist die Holztrommel eine Schlitztrommel und wird teils geschlagen, teils gestoßen, wobei sie entweder auf zwei Klötzen horizontal ruht oder etwa mit einer Schmalseite aufrecht in der Erde steht. In Polynesien findet sich das Instrument als Trogtrommel und wird mit zwei Klöppeln angeschlagen. Trotz



Verbreitung der Schlitztrommel (schraffiert)

aller Verschiedenheiten, die zwischen den afrikanischen und den ozeanischen Holztrommeln bestehen, sind doch die Übereinstimmungen so groß, daß sich die Frage aufdrängt, ob diese beiden getrennten Gebiete nicht geschichtlich miteinander zusammenhängen. Eine Wahrscheinlichkeit dafür könnte sich ergeben, wenn es gelänge, die zunächst weit auseinander liegenden Gebiete einander zu nähern. Dafür kommt in Betracht, daß die Holztrommel auch im malayischen Archipel vorkommt und verwandte Formen oder doch Spuren, die auf den Zusammenhang mit der Holztrommel hindeuten, sich in Hinterindien, China und Japan finden. Auch im westlichen Persien und Mesopotamien scheint die Übermittlung von Signalen oder Nachrichten mittels der Trommel üblich zu sein, doch steht dahin, ob hier Holztrommeln verwendet werden. Demnach gesellt sich zu der Frage der räumlichen Verbreitung der Holztrommel die weitere Frage nach der räumlichen Verbreitung der Signaltrommel. Immerhin lassen die kontinentalen Etappen der Signaltrommel die Vermutung eines Zusammenhangs zwischen Afrika und Ozeanien zu, sofern es gelingt, unter Heranziehung älterer einheimischer Nachrichten die noch bestehenden Lücken zu verkleinern.

Verwickelter wird die Frage dadurch, daß die Verbreitungsgebiete nicht auf Afrika, Asien und das westliche Ozeanien beschränkt sind, sondern durch amerikanische vermehrt werden. Es ist immerhin möglich, bei den großen Holztrögen der Nordwestamerikaner an die Trogtrommeln der Polynesier zu denken. Viel wichtiger sind indessen die Holztrommeln Mittelamerikas und der Großen Antillen, die teilweise alten Besitz, teilweise allerdings wohl auch afrikanische Einfuhr darstellen, und endlich die merkwürdigen an ozeanische und afrikanische Formen erinnernden Holztrommeln am oberen Amazonenstrom und Rio Negro, sowie im Oberlauf des Araguaya.

Über frühere Verbreitung ist aus Ozeanien und Amerika ebenso wenig etwas bekannt wie aus Afrika. Für Asien muß, wie bereits erwähnt, die Bearbeitung der einheimischen alten Literaturen später einmal Auskunft geben. Es ist nicht abzusehen, ob dadurch ein Zusammenhang aller getrennter Verbreitungsgebiete der Holztrommel wahrscheinlich gemacht werden kann, und so wird es jedenfalls zweckmäßig sein, noch weitere Hilfsmittel zur Entscheidung einer Frage heranzuziehen, die im letzten Grunde darauf hinauskommt, ob die Völker in den einzelnen Verbreitungsgebieten die Holztrommel durch Entlehnung voneinander und von Völkern anderer Verbreitungsgebiete erhielten, oder ob die Holztrommel an mehreren Stellen selbständig erfunden wurde und sich nun von hieraus verbreitete. Man wird zunächst sagen können, daß die Beobachtung des Tönens oder Klingens eines hohlen Baumstamms überall möglich war und verschiedene Menschen den Versuch machten, den hohlen Baum nachzubilden, zu einem beweglichen Klangkörper zu machen usw.

Allerdings wird es einstweilen bei solchen Vermutungen bleiben müssen, falls es nicht gelingt, entscheidendere Merkmale aufzufinden. Bisher hat man nur die Verbreitung der Holztrommel untersucht, also derjenigen Trommel, deren Merkmal die Herstellung aus Holz ist. Es ist aber nicht zu erwarten, daß die Untersuchung eines einzigen Merkmals alle wünschenswerten Aufschlüsse gibt. Auch die Untersuchung weiterer Merkmale der Form, wie sie z. B. in der Schlitz- und der Trogtrommel vorliegen, braucht nicht viel weiter zu führen. Man wird daher andere Merkmale heranziehen müssen, und dazu gehört neben den sprachlichen Bezeichnungen, aus denen vor allem Wanderungsrichtungen hervorgehen können, die Verfolgung der Funktion des Instruments. Dabei ist an seine Benutzung und seine Beziehungen etwa zu gesellschaftlichen Zuständen zu denken, vor allem aber an das objektivere Gebiet der Töne und Rhythmen, die das Instrument hergibt. Finden sich an zwei getrennten Stellen nicht nur gleiche Formen, sondern auch gleiche Klangwirkungen vor, so wird der Zusammenhang der Gebiete wesentlich wahrscheinlicher, als wenn er nur auf Grund der Formen bewiesen werden soll, deren Ähnlichkeit immerhin auch eine technologische Erklärung finden könnte. Herr v. HORNBOSTEL¹ hat den Zusammenhang des afrikanischen mit dem hinterindischen Holzklavier sehr wahrscheinlich gemacht durch den Nachweis, daß die indische Stimmung auch in Afrika zu finden ist. Wir hoffen, daß die Untersuchungen des Herrn HEINITZ uns einen Weg zeigen werden, um in ähnlicher Weise die Holztrommel zu untersuchen und damit auch für dieses Instrument die Frage der Entlehnung und der Erfindung zu klären.

Prof. MEINHOF schloß sich mit folgenden Ausführungen dem Vortrage an:

Meine Beziehungen zur Trommelsprache liegen auf linguistischem Gebiet. Ich hatte zunächst Gelegenheit, die Trommelsprache der Duala in Kamerun kennen zu lernen. Das Ergebnis einer langen Beschäftigung mit dem Gegenstand war, daß die Duala imstande sind, durch eine große Anzahl von Signalen, die sie mit Hilfe der Holztrommeln geben können, sich über alle möglichen Dinge zu verständigen. Nachrichten über durchziehende Expeditionen können auf diese Weise weitergegeben werden. Man kann einen mißliebigen Gegner aus der Ferne ungestraft mit Hilfe dieser Signale schmähen und ist in der Lage, da die Signale sehr weit zu hören sind und von anderen Trommelkünstlern weitergegeben werden, jede beliebige Nachricht mit erstaunlicher Schnelligkeit zu verbreiten. Es gehört ziemlich langes Studium

¹ VON HORNBOSTEL, Über ein akustisches Kriterium für Kulturzusammenhänge. Zeitschr. f. Ethnologie, Bd. 43, 1911, S. 611.

dazu, um diese Kunst zu erlernen, und der gewöhnliche Mann versteht in der Regel nur einige Signale, wie z. B. das Signal für Krieg, komm her, und vor allen Dingen seinen eigenen Namen. Sogar die Hunde sollen darauf dressiert werden, zu kommen, wenn ihr Name getrommelt wird. Die Frage, ob eine Beziehung besteht zwischen der gesprochenen Sprache und der Trommelsprache habe ich für das Duala verneinen müssen. Die Signale haben mit dem gesprochenen Wort keinerlei Ähnlichkeit. Man kann die Signale auch pfeifen und kann sie mit dem Mund nachahmen. Diese gesprochenen Signale lassen sich aufschreiben, und eine Gegenüberstellung dieser Umschrift mit den Worten der Dualasprache zeigt, daß hier keinerlei Zusammenhang vorliegt¹. Auf welchem Prinzip die Trommelsprache der Duala aufgebaut ist, ist mir noch heute nicht bekannt. Glücklicher war WESTERMANN in der Erforschung der Trommelsprache der Eweleute in Togo. In einem Aufsatz in den Mitteilungen des Seminars für orientalische Sprachen (Abteilung 3, 1907, Seite 6—10, Zeichensprache des Ewevolkes in Deutsch-Togo) hat er ausgeführt, daß man in Togo, um trommeln zu können, zunächst die Sprache der Tschü (Goldküste) zu lernen hat, dann werden mit Hilfe von drei oder zwei verschiedenen Trommeln die Tonhöhen der Tschü-Sätze nachgeahmt und auf diese Weise eine Verständigung ermöglicht. Die kleine Trommel mit dem hellen scharfen Ton wird dabei als männlich, die große Trommel mit dem tiefen sanften Ton als weiblich bezeichnet. Die Trommeln sind nicht einfache Holztrommeln wie in Kamerun, sondern sie sind mit einer Haut überspannt. Ich kann den interessanten Aufsatz von WESTERMANN zum Nachlesen nur dringend empfehlen. Jedenfalls liegt hier ein klarer Zusammenhang zwischen der gesprochenen Sprache und der Trommelsprache vor. WESTERMANN hat zum ersten Mal diesen Zusammenhang aufgezeigt². Wieder eine andere Art der Trommelsprache lernten wir aus Südkamerun kennen durch den Häuptling der Jaunde ATANGANA, der vor einigen Jahren hier am Seminar für Kolonialsprachen tätig war. Mit

¹ Vgl. die Proben davon in meinem Aufsatz „Die Geheimsprachen Afrikas, Zeitschrift Globus, 1894, LXVI, Heft 8, S. 117—119.

Trommelsprache

Hund, kuku totokulo.
 Hunde, tou ku tonkulu kukutotokulo.
 Mann, toto.
 Wasser, to golo golo golo.
 Ich gebe, kolo kulototo.
 Der Hund bellt, kuku toto kulo toukuloto kulo gulo
 gulogologo kulo gulo golo.

Duala

mbo.
 mbo.
 moto.
 madiba.
 ma mabola.
 mbo e madoma.

² Kürzlich hatte ich Gelegenheit, einen Eingeborenen aus dem Kongostaat vom Stamme der Babera kennen zu lernen, der ebenfalls die Trommelsprache kannte und darüber berichtete, daß man dazu drei Holztrommeln brauche, von denen die größte etwa einen Meter lang sei und der Vater heiße, die zweite etwas kleinere heiße die Mutter, und die kleinste mit hellem Ton heiße das Kind.

seiner Hilfe war es möglich, eine große Anzahl von Trommelsignalen der Jaunesprache phonographisch festzuhalten. Herr Dr. HEEPE, der vor Kriegsbeginn nach Afrika reiste und leider nicht mehr zurückkehren konnte, hat sich eingehend mit dem Studium des Jaunde und der dortigen Trommelsprache beschäftigt. Ich möchte mich deshalb darüber nicht äußern, da ich annehme, daß er selbst nach seiner Rückkehr die Ergebnisse seiner Studien veröffentlichen will. Nur auf das Vorhandensein dieser Trommelsprache wollte ich aufmerksam machen und Ihnen einige Proben hiervon vorführen¹. Hoffentlich gelingt es, durch das Studium der Trommelsprache von Jaunde auch auf die Sprache der Duala Licht zu werfen. Jedenfalls bedienen sich die Jaunde ebenso wie die Duala für die Signale nur einer Trommel.

Darnach nahm das Wort Herr HEINITZ:

Im Anschluß an die verehrten Herren Vorredner möchte ich nun noch einiges über die Phonetik der Trommelsprache berichten. Vom Standpunkte der Phonetik aus haben wir eine Reihe von wichtigen Interessen an der Erforschung dieser merkwürdigen Sprache. Diese Interessen teilen wir ein nach den vier Grundelementen der Phonetik: Intensität, Dauer (Rhythmus und Metrum), Tonhöhe und Klangfarbe. Ich werde diese Elemente an dem Objekt unseres Vortrages, an der Trommel, demonstrieren.

Die Intensität hängt ab von der Art des Anschlages. Die Dauer wird hier bestimmt durch den Charakter des Instrumentes, namentlich durch dessen Resonanz. Die Tonhöhe drückt sich auf dieser Trommel aus in drei Graden: ein tiefer Ton, ein um etwa eine Terz höherer Ton, und ein um etwa eine Oktave noch höherer Ton. Für uns kommen zunächst nur die beiden ersten in Betracht. Außer der Trommel hat auch jeder der beiden Schlägel seinen Eigenton. Die Differenz der Tonhöhe der Schlägel beträgt hier etwa eine kleine Terz. Ob das immer so ist oder in diesem Falle nur zufällig auftritt, ist mir allerdings unbekannt². Wird einer der beiden Haupttöne (tief, hoch) angeschlagen, so klingt stets der andere mit. Man denke dabei an den Anschlag eines Flügels bei aufgehobenem Pedal.

Die Klangfarbe der Tommel richtet sich erstens nach ihrem Material (hier ist es Holz) und zweitens nach der Anschlagstelle der Schlägel. Bekanntlich spielt es ja auch bei dem Klavier und Flügel eine große Rolle, an welcher Stelle die Saiten von dem Hammer getroffen werden. Die Schlägel der Trommel zeigen durch ihre Abnutzung, daß sie etwa immer an derselben, einer für die Tonbildung günstigen Stelle, zum Anschlag benutzt wurden.

¹ Vgl. HEINITZ S. 185.

² Es wurde mir später bekannt, daß der eine der Schlägel im Museum geschnitzt wurde. Aber auch andere Schlägelpaare weisen Unterschiede in der Tonhöhe auf.

Den Gesamteindruck eines Trommeltextes gibt uns das Grammophon.

Demonstration einer grammophonischen Aufnahme der Trommelsprache des Yaundehauptlings ATANGANA.

Wir wollen uns nun zunächst mit dem Rhythmus der Trommelsprache beschäftigen.

Um überhaupt objektive Untersuchungen über die Phonetik der Trommelsprache machen zu können, müssen wir zunächst den fluktuierenden akustischen Eindruck in ein konstantes graphisches Bild übertragen.

Wir können uns hierzu verschiedener Methoden bedienen.

In bezug auf den Rhythmus lag uns daran, die einzelnen Trommelschläge auch in der graphischen Darstellung gut trennen zu können.

Wir versuchten deshalb zunächst eine graphische Darstellung des Trommeltextes einer Grammophonplatte vermittelt der Petersschen Luftübertragung¹. Diese Methode ist sehr einfach. Durch einen Schlauch werden die Schallschwingungen aus der Schalldose auf eine Membran übertragen, von wo wir sie vermittelt eines Hebels auf einer rotierenden berußten Trommel (dem Kymographion) aufzeichnen lassen.

Der Versuch ergab folgende Resultate:

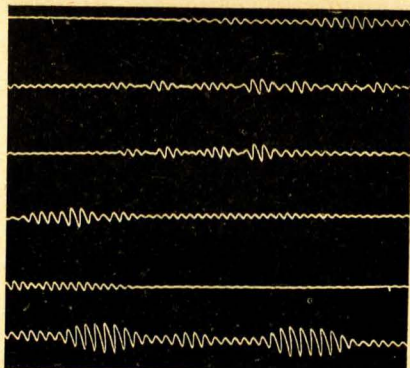


Fig. 1

Man sieht sofort, daß es unmöglich ist, nach dieser Darstellung die einzelnen Schläge scharf zu trennen. Die Perioden in den Schwingungsverläufen interessieren uns hier zunächst nicht.

Um nun zu sehen, wie weit es überhaupt möglich wäre, die Schwingungen kurzer Schläge zu registrieren und zu trennen,

¹ Vgl. Vox, 1913, S. 261 ff. und Vox, 1916, S. 121 ff.

machten wir eine Versuchsaufnahme von einfachen Hammerschlägen, indem wir vor einem Trichter ein rhythmisches Motiv mit dem Hammer auf einen Tisch oder dergleichen schlugen und die Schläge direkt am Kymographion aufzeichnen ließen. Wir gewannen dadurch folgende graphische Darstellung:

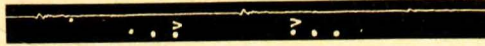


Fig. 2

Die Schläge sind sehr wohl zu trennen, und auch ihre Anfänge sind scharf zu bestimmen. Warum der Anschlag des Schreibhebels beim Beginn des Schlages zuerst nach unten ausschlägt, ist eine Frage, auf die hier nicht weiter eingegangen werden kann. Interessant ist aber hier eine kurze Betrachtung über den Rhythmus, wie er sich objektiv und subjektiv darstellt.

Das geschlagene Motiv war der Anfang des Radetzkimarsches (□ □ □). Wie die Amplituden, die sich in ihrer Höhe nach der Intensität der Schläge richten sollen, aber zeigen, wurde hier nicht getrommelt (□ □ □), sondern (□ □ □).

Diese Abweichung wurde nach der subjektiven Auffassung nicht bemerkt, offenbar wegen des uns völlig vertrauten Motivs. Es ergibt sich daraus, daß wir vorsichtig sein müssen, wenn wir uns unbekannte Motive subjektiv rhythmisch gliedern wollen.

Da uns die Hammerschläge ziemlich gute Resultate in bezug auf die Darstellung gegeben hatten, so versuchten wir dasselbe mit den Originalschlägen der Baumtrommel, desselben Exemplars, auf dessen Untersuchung wir uns vorläufig beschränkten.

Wir erhielten folgendes Bild:



Fig. 3

Orig.-Trommelton (Kymogr. Schreibkapsel)

Für die Unterscheidung einzelner Schläge würde die Abgrenzung der Schwingungsverläufe genügen. Die Schläge erfolgten aber in verhältnismäßig langen Zeitabständen. Ließen wir aber etwa einen zusammenhängenden Trommeltext in den Apparat hineintrommeln, so würden die einzelnen schnell aufeinanderfolgenden Schläge wahrscheinlich ebenso wenig mehr zu trennen sein wie z. B. jene in Fig. 1. Wir mußten daher nach einem

Verfahren suchen, das uns erlaubte, die wirklich vorhandenen Schwingungen zu integrieren und womöglich auf einen einzigen Ausschlag für jeden Ton zu beschränken. Es wurden deshalb einige Versuche derart gemacht, daß die Schwingungen von einer Grammophonplatte in ein Mikrophon geleitet wurden, um alsdann durch ein mit einem Schreibhebel versehenes Telephon am Kymographion aufgezeichnet zu werden.

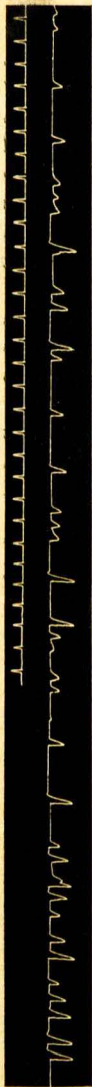


Fig. 4

Mikrofonübertrag eines Trommeltextes von der Grammophonplatte. Darüber Zeitmarken ($\frac{1}{5}$)

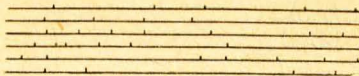


Fig. 4 a

Marken, die das Zusammentreffen eines Ausschlags (Fig. 4) mit einem Zeitintervall bestimmter Größe bezeichnen.

Mit den Resultaten in Figur 4 können wir einstweilen zufrieden sein. Leider aber ist es unmöglich, auch die verschiedenen Tonhöhen der Trommel aus dieser Aufzeichnung abzulesen. Ja, selbst die größten Ausschläge sind als angeblicher Ausdruck der größten Intensität mit Vorsicht zu behandeln. Somit würde uns aber jede Methode für eine erschöpfende rhythmische Gliederung fehlen.

Es wurde jedoch der Versuch gemacht, die ganze Reihe von Ausschlägen (die nach unten zu lesen sind) rhythmisch zu analysieren auf folgende Weise: Aus dem ganzen Verlauf wurde mit dem Zirkel ein Zeitintervall, die Entfernung zwischen zwei beliebigen Zacken, herausgegriffen. Dieses Zeitintervall wurde durch die ganze Reihe hindurchgeführt. Wo es mit einem Ausschlag zusammenfiel, wurde der entsprechende Punkt der Reihe auf einer besonderen Linie bezeichnet. Es gelang auf diese Weise, eine ganze Reihe periodischer Zeitintervalle herauszufinden, wie die Figur 4a zeigt. Hat man den richtigen Weg

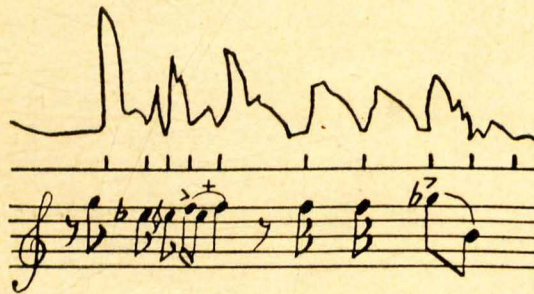
einmal gefunden, so kann man nun ja auch ganz rationell verfahren, indem man systematisch von Anfang an jedes Zeitintervall durch den ganzen Verlauf hindurch mißt¹. Wo in den Markenreihen

¹ Man müßte dann also soviel Intervalle anwenden, als sich nach der Kombinationstheorie aus der halben Anzahl der Ausschläge bilden ließen. Es genügt die halbe Anzahl, da sich ein größeres Zeitintervall als die Hälfte sämtlicher Ausschläge ja in der zweiten Hälfte nicht wiederholen kann. Hätten wir also den Verlauf einer zwanzigzackigen Reihe, so bekämen wir $\frac{20 \cdot 20}{2} = 100$ unterschiedliche Intervalle.

(Fig. 4a) dann sämtliche Marken genau übereinanderstehen, haben wir es ohne Frage mit den Intervallen einer Hauptzeit, nach unserem Begriff eines Taktes, zu tun. Wo an periodisch wiederkehrenden Stellen nur ein Teil der Marken genau übereinander fällt, hätten wir dann zu suchen entweder die Untertakteile oder einen parallel laufenden selbständigen Rhythmus¹. Auf kleine Schwankungen des Interpreten muß man natürlich gefaßt sein. Die Figur 4a ist kein fertig durchgeführtes System, sondern soll nur zur Demonstration der Methode dienen. Damit diese Methode für die Trommelsprache direkt Bedeutung haben sollte, müßten wir allerdings die wörtliche Bedeutung der Trommeltexte kennen.

Man kann natürlich einen rhythmischen Verlauf auch mit anderen Mitteln als mit Trommelschlägen darstellen. Man kann ihn z. B. pfeifen. In der Tat bedienen sich die eingeborenen Afrikaner eines solchen Ausdrucks als Verständigungsmittel. Diese sogenannte Pfeiftrommelsprache ist dann nicht auf verabredete Signale usw. beschränkt, sondern es ist möglich, z. B. irgend eine afrikanische Sprache, in der die Tonhöhen bedeutunggebenden Einfluß haben, mit dem Munde nachzupfeifen.

Über die Pfeiftrommelsprache haben wir seinerzeit Untersuchungen gemacht, deren Resultate von mir im 2. Heft der Vox 1916 (S. 83 ff.) veröffentlicht wurden. Wir haben nunmehr auch von der bepfiffenen Phonographenwalze eine Übertragung mit dem Mikrophon in das graphische Bild gemacht. Diese Übertragung sei hier in Fig. 5 in Vergleich gestellt zu den nach der subjektiven Auffassung notierten Texten.



Werte $\begin{matrix} O: 11 | 5 | 5 | 9 | & 24 | 15 | 17 | 8 | 10 | \\ S: 10 | 10 | 10 | 10 | & 30 | 5 | 5 | 10 | 10 | \end{matrix}$

Fig. 5

Die obere Reihe gibt die Ausschläge des Schreibtelephons. Die

² Hier ist „Rhythmus“ immer erst im allgemeinen Sinne gebraucht, bezieht sich also auf die rhythmischen und nur metrischen Verhältnisse zu-

zweite Reihe gibt die subjektive Notation, die beiden Zahlenreihen geben die ausgemessenen subjektiven und objektiven Werte wieder.

Man sieht auch hier wieder, wie weit selbst eine rhythmisch gut geschulte Person mit ihrer subjektiven Auffassung hinter dem wirklichen Befund zurückbleibt.

Wenn man nun die unerschöpflichen rhythmischen und metrischen Kombinationen betrachtet, so müßte man annehmen, daß die Menschen, die sich einer solchen offenbar doch sehr ausdrucksreichen Sprache wie die der Trommelsprache oder der Pfeif-trommelsprache bedienen, rhythmisch außerordentlich gut beanlagt sein müßten. Möglicherweise sind sie es auch. Aber sie sind es doch nicht ohne Ausnahme. Gelegentlich einschlägiger Untersuchungen nahm ich vor einiger Zeit eine Reihe von rhythmischen Profilen auf, außer von vierzehn Europäern auch von zwei Afrikanern. Ich gebe hier die Fehlerkurven für die zu lösenden Aufgaben von vier Personen wieder.

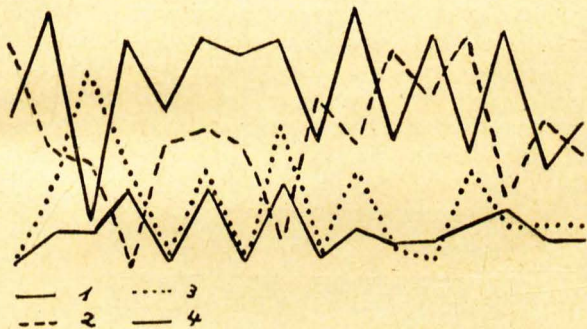


Fig. 6

Fehlerkurven, gewonnen aus der Lösung rhythm.-metr. Aufgaben seitens zweier Europäer und zweier Afrikaner.

Von oben nach unten: 1— musizierender Dilettant, 2--- Duala-Mann, 3.... Ewe-Mann, 4— Deutscher Musiker.

Die Kurven 1 und 4 geben die extremen Leistungen zwischen einem Musiker und einem musikalischen Dilettanten wieder. Die Kurve 2 gehört einem als rhythmisch begabt geltenden, die Kurve 3 einem rhythmisch weniger gut beanlagten Afrikaner (Ewemann und Duala). Das Optimum der Leistungen in diesem Bilde würde natürlich durch den Nullwert, also durch die Abszisse dargestellt werden.

Wie wir sehen, bleiben beide Afrikaner in bezug auf rhythmische Reproduktion hinter dem Musiker zurück. Man darf

gleich. Der Rhythmus im eigentlichen Sinne, insofern man ihn z. B. als subjektiviertes Metrum auffassen möchte, wäre natürlich besonders zu untersuchen.

natürlich diese kleine Stichprobe nicht verallgemeinern wollen. Es versteht sich aber von selbst, daß auch die rhythmische Ausdrucksmöglichkeit in der Trommelsprache modulationsfähig sein muß, schon wegen der variablen Unterschiedsschwelle für rhythmische Reize.

Trotzdem sind bei den Nichteingeborenen über die Schwierigkeiten des Erlernens der Trommelsprache sehr mystische Auffassungen verbreitet. Gewiß wird das Erlernen dieser Sprache sehr schwierig sein, aber man muß auch bedenken, daß diese Sprache zu den Geheimverständigungsmitteln gehört, die man doch um jeden Preis vor der Verallgemeinerung schützen möchte, und die man deshalb so schwierig darstellt, daß den meisten von vornherein die Lust an ihrem Erlernen vergeht.

Wir kommen jetzt zur Tonhöhe. Die bisher gezeigten Aufnahmen sind durchaus unzuweckmäßig und ungeeignet für das Bestimmen der Tonhöhe der Trommelschläge. Wir machten deshalb eine Sekundäraufnahme der Trommelsprache am Lioretgraphen. Am Lioretgraphen werden die Glyphen einer Phonographenwalze vermittelt eines Hebels in 300—1000 facher Vergrößerung in das graphische Bild übertragen. Sekundäraufnahme bedeutet, daß der Text einer Grammophonplatte zunächst auf eine Phonographenwalze und von dort erst in das graphische Bild übertragen wurde.

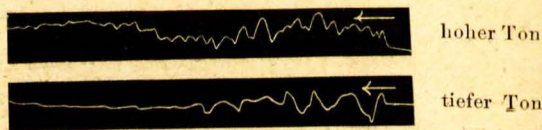


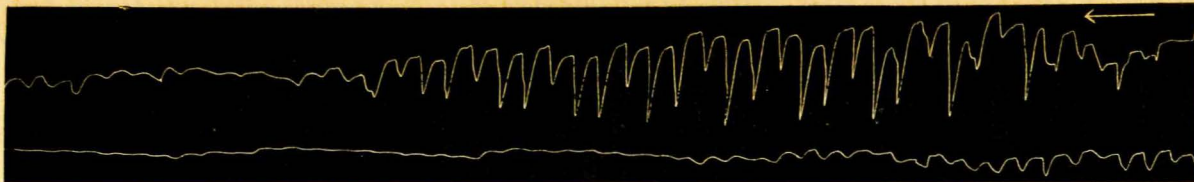
Fig. 7

Zur Bestimmung der Tonhöhe reichten die wenigen, zudem schwierig nachweisbaren Perioden nicht aus. Es wurden deshalb ein paar Originaltrommelschläge am Lioretgraphen aufgenommen. (Vgl. Fig. 8 a, b, c S. 191 und Fig. 8 d S. 192).

Wie die Figuren zeigen (vgl. Fig. 8 S. 191 und S. 192), sind diese Aufnahmen sehr gut gelungen. Die obere Kurvenreihe (a) (von rechts nach links gelesen) gibt den tiefen Trommelton, die zweite Reihe (b) gibt den hohen Trommelton der von uns benutzten Trommel und die dritte (c) gibt beide Töne zusammen angeschlagen. Die Ausmessung in Fig. 8 e gibt die Perioden für den Stimm Pfeifton c^2 wieder.

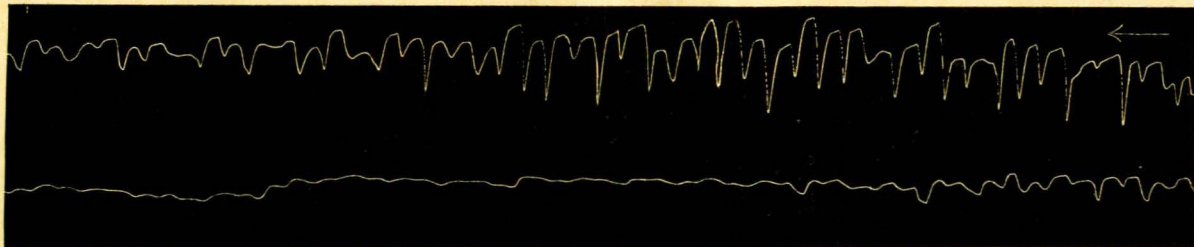
Schon bei einem oberflächlichen Vergleich der drei Kurvenreihen gewahrt man Unterschiede in der Formbildung der Kurven. Zunächst fällt uns auf, daß man den ganzen Verlauf der Schwingungsreihen in je 2—3 Phasen gliedern kann (vgl. z. B. Fig. 8 b). Die Ursache ist wahrscheinlich darin zu suchen, daß wir es nicht

a



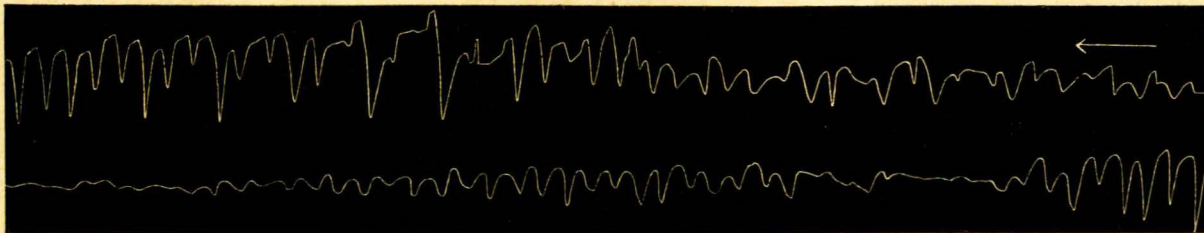
Tiefer Trommelton (Liotograph, direkt)

b



Hoher Trommelton (Liotograph, direkt)

c



Hoher und tiefer Trommelton, zusammen angeschlagen (Liotograph, direkt)

Fig. 8

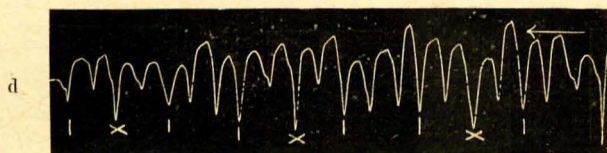


Fig. 8

Hoher Trommelton (vgl. b). \times = Spiegelperioden, unterbrochen durch dreizackige Tieftonperioden



Fig. 8

nur mit dem Trommelschlag selbst, sondern auch noch mit dessen Nachhall zu tun haben. Versuche, Aufnahmen zu erhalten, die nur die erste Hauptphase geben (Fig. 8, Gruppen der größten Amplituden), sind bis jetzt noch nicht gelungen. Ferner ist die erste Reihe verhältnismäßig einfach gebildet. Sie repräsentiert die Schwingungen des tiefen Trommeltons. Die Schwingungen des mittönenenden hohen Tons gehen in ihren Perioden in jenen des tiefen Tons vollständig auf. Die zweite Reihe ist etwas verwickelter. Hier ist der hohe Ton der primäre Reiz. Der tiefe Ton klingt nur sekundär mit. Die Perioden des hohen Tones müssen also dominieren. An dem Bilde zeigt es sich nun, wie sich beide Schwingungswerte zueinander verhalten. Es wechseln sich immer die Perioden des hohen mit jenen des tiefen ab. Und zwar stellen sich die Perioden des hohen, des angeschlagenen Tons jedesmal doppelt dar, das zweite Mal regelmäßig als eigenes Spiegelbild (Fig. 8d). Die dritte Schwingungsreihe (beide Töne zugleich angeschlagen) stellt sich zunächst als am meisten verwickelt dar. Bei näherem Betrachten sehen wir dann, daß nach wenigen zweizackigen Perioden die dreizackigen dominieren. Die zweizackigen, die offenbar von dem hohen Schläge herrühren, treten wahrscheinlich nur deshalb heraus, weil der hohe Schlag mit dem tiefen nicht genau zusammenfiel. Das ist zunächst schon daraus zu folgern, daß die Phase der größten Intensitäten in dieser Reihe die entsprechenden Phasen in den anderen beiden Reihen fast um die Hälfte an Dauer übertrifft.

Den Tonhöhenverlauf der Trommelschläge können wir auf Grund der Perioden mit dem Meyerschen Meßapparat feststellen. Eine derartige Stichprobe gibt Fig. 9. Die Fig. 9 zeigt die superponierten Tonhöhenverläufe eines einzigen Trommelschlages.

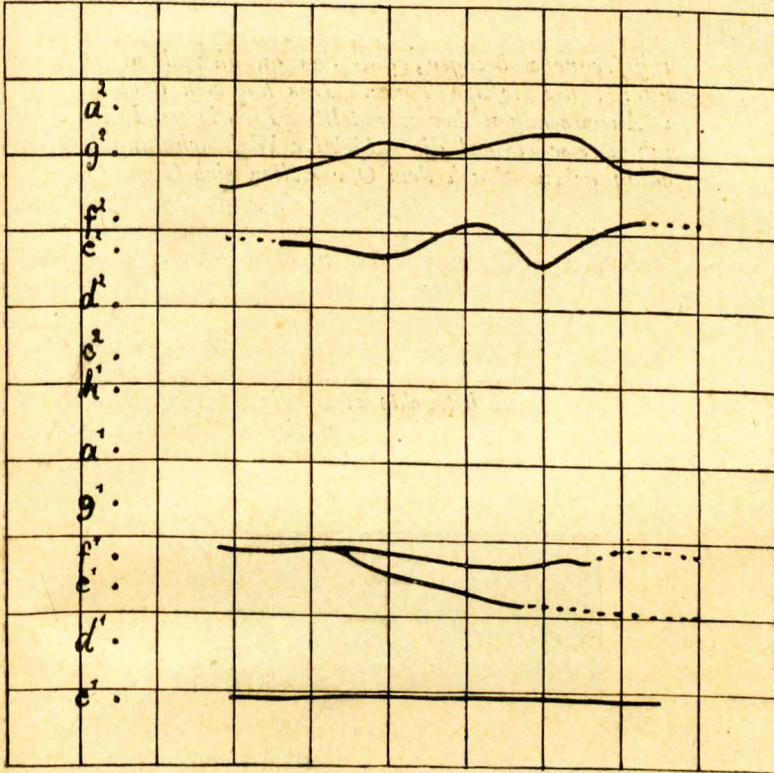


Fig. 9

Tonhöhenausmessung eines tiefen Trommeltons

Es wird uns aus Fig. 9 objektiv klar, daß erstens neben dem angeschlagenen Ton auch der zweite Hauptton der Trommel mitklingt (vergl. Fig. 8 b). Aber nicht nur dieser Hauptton klingt mit, sondern es lassen sich durch partielle Periodenmessungen (je eine Zacke) auch noch zwei andere mitklingende Töne nachweisen, die in ihrem Höhenverlaufe in ganz eigenartiger Weise kontrastiert sind (vergl. Kurve 1, Fig. 9). Es wäre möglich, daß diese Töne von dem Schlägel oder dem dritten Ton unserer Trommel herrührten. Ihre Tonhöhe ist durch die Ausmessung festgestellt worden auf e^2-g^2 . Das könnte sehr gut dem Eigenton eines Schlägels oder dem erwähnten dritten Trommelton entsprechen. Sicherem Aufschluß haben wir aber über diese Erscheinung noch nicht gewonnen.

In Fig. 9 wurde der zweite, der mittönende, Hauptton der Trommel objektiv so ausgemessen, daß je zwei Zacken der Periodeneinheit zusammengefaßt wurden. Das ist aber nicht genau. Schon die versuchsweisen Zirkelausmessungen haben ergeben, daß

die zweizackigen zu den dreizackigen Perioden zufällig in dem Verhältnis standen, wie etwa 2:3. Auf Wellenlänge und Schwingungsfrequenz bezogen, gab das annähernd die Quinte des Grundtons, des tiefsten Tones. Das hat sich auch bei den objektiven Ausmessungen herausgestellt. In diesem Falle darf aber ausnahmsweise einmal die subjektive Wahrnehmung kritisch den Ausschlag geben. Nach dem Ohr stellen sich Grundton und mitklingender Ton hier im Intervall einer großen Terz dar. Genauere Untersuchungen haben dann ergeben, daß wir die Formierung der Zacken in einer Kurve nicht durchaus, wenigstens nicht in ihren Abszissenwerten, als unmittelbaren Ausdruck eines superponierten Tones auffassen dürfen.

Bei genügend feiner Aufnahmetechnik ist indessen wahrscheinlich, daß sich superponierte Töne doch in einer charakteristischen Zacke ausdrücken. Man betrachte z. B. die Fig. 10: Die Kurve in dieser Figur gibt den Beginn eines tiefen Trommeltones, am Lioretgraphen aufgenommen, wieder.

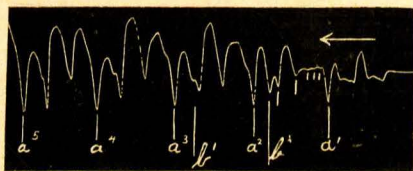


Fig. 10

a — a⁵ = Tieftonperiode, a¹ — b = Hochton-(Terz-)periode

Die periodischen Abszissen (von rechts nach links) von a¹ bis a⁵ usw. bis a⁵ geben den Grundton wieder. In der ersten Periode stellen sich sehr deutlich mehr Zackenbildungen als in den übrigen Perioden dar. Nimmt man nun diese Zackenbilder der ersten Periode als Ausgangspunkt, so findet man, daß in der Abszissenlänge a¹ bis a⁵, also in vier Grundtonschwingungen, genau fünf Abszissenlängen a¹ bis b enthalten sind. Das Verhältnis 4:5 entspricht aber, auf akustische Schwingungen bezogen, der großen Terz.

Diese Ergebnisse zeigen uns also, daß die große Terz als superponierter Ton in der Periodenreihe enthalten ist. Daß er im weiteren Verlauf der Perioden in diesen nicht mehr so charakteristisch ausgedrückt wird wie in der ersten Periode, das liegt wahrscheinlich an seiner Intensität. Man sieht daran, daß er hier nur ein sekundäres Moment bildet, daß er nur mittlönt. Man kann an den in Fig. 10 dargestellten Schwingungen förmlich verfolgen, wie die Intensität der Terz sich von Periode zu Periode verringert. Außer der Terz wären aus den markierten Abszissen-

längen noch weitere Intervalle zu bestimmen. Das mag vorläufig aber eingehenderen Untersuchungen vorbehalten bleiben. Einer eventuell exakten harmonischen Analyse hätte eine solche Tonhöhekplexanalyse wohl unbedingt voraufzugehen, namentlich dort, wo es sich, wie bei den Trommelklangverhältnissen des hier behandelten Instruments, mindestens um 2 gemeinschaftlich klingende Töne handelt. Ferner sieht man aus der Abnahme der Intensität der hier beteiligten Terz (b bis b^1), wie es soeben erklärt wurde, daß man sich bei der harmonischen Analyse durchaus nicht beschränken darf auf eine oder wenige Perioden aus dem Gesamtverlauf der Schwingungen.

Wir kommen jetzt noch kurz zur Klangfarbe der Trommel-töne. Die harmonische Analyse einer Anzahl von Perioden hat die folgenden Bilder ergeben.

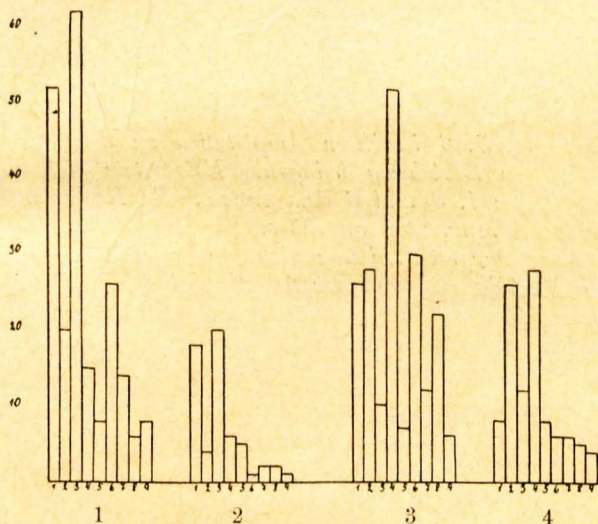


Fig. 11

Amplitudenwerte verschiedener Trommeltonperioden

Nr. 1 zeigt die Analyse einer Kurve aus der Hauptphase des tiefen Trommeltons (vergl. Fig. 8, S. 191); Nr. 2 je einer Kurve aus der Nachhallphase desselben Tones.

Nr. 3 gibt das Schema für die Partialtonverhältnisse der sogenannten Spiegelkurven aus der Schwingungsreihe des hohen Trommeltones.

Nr. 4 gibt aus derselben Reihe ein Partialtonschema für eine ähnliche Kurve aus der Nachhallphase.

Für die hier wiedergegebenen Partialtonschema mögen eingehendere Betrachtungen noch vorbehalten bleiben.

Nach dem Fourierschen Theorem geben die Schemen die Am-

plituden der Partialtöne wieder. Das Fouriersche Theorem befriedigt uns hier jedoch nicht, wenn wir es in der gebräuchlichen Weise auf die akustischen Verhältnisse anwenden. Es fällt auf den ersten Blick auf, daß uns das Partialschema die Reihe für nur einen Ton gibt. Wir wissen aber nach der Versuchsanordnung und auch nach der Periodenanalyse, daß z. B. in einer Periode der Schwingungsreihe c Fig. 8, S. 191 (Anschlag beider Töne), zum mindesten zwei Töne enthalten sind. Durch die Fouriersche Analyse ginge uns also die Bestimmung der Partialtöne für den zweiten Ton völlig verloren. Da sich der zweite Ton aber doch zweifellos in irgend einer Form auch in der Periode ausdrückt, so ist zudem noch die Möglichkeit vorhanden, daß wir ihn irrtümlich als Partialton bewerten. Nach seinem Intervall (einer Terz bzw. Quarte) kommt aber dieser zweite Trommelton als Partialton nicht in Frage. Der dem Grundton folgende nächste Partialton ist bekanntlich die Oktave. In Anbetracht dieser Erwägungen ist es interessant, daß sich in den Partialtonschemas die Amplituden wiederum periodisch zu ordnen scheinen. Man könnte z. B. in Figur 11 sehr wohl die Partialtöne 1, 3, 6 in ihren Amplituden zu den Partialtönen 2, 4 und 7 in Beziehung bringen. Es fragte sich dann, ob nicht die Reihe 1, 3 und 6 dem ersten, die Reihe 2, 4 und 7 dem zweiten Trommelton angehöre.

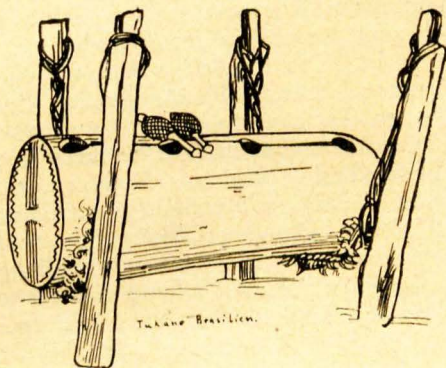
Aus allem Dargestellten zeigt sich, mit welchen großen Schwierigkeiten die Phonetik und die Akustik bei der Erforschung der Trommelsprache noch zu rechnen haben. Diese Schwierigkeiten werden dadurch noch vergrößert, daß uns, wenigstens unter Anwendung der hier gezeigten Methoden, keine Vorarbeiten zur Verfügung stehen.

* * *

Prof. HAGEN: Herr Professor THILENIUS hat mir freundlichst überlassen, noch einige Worte zu sagen über die Verbreitung des in Rede stehenden Instrumentes in Amerika und Ost- und Südostasien. Zunächst Amerika. Sie haben auf der Karte (vgl. Abb. S. 180) vorhin gesehen, daß wir verschiedene Gebiete zu unterscheiden haben. In Zentralamerika finden wir die Schlitztrommel in den alten Kulturgebieten von Mexiko und Yukatan, auf den Antillen, in Nikaragua und bei den Cuëva auf dem Isthmus von Darien, sodaß ein Weg gegeben ist, einen etwaigen Zusammenhang mit dem Vorkommen in Südamerika zu finden. Nördlich des Amazonas vom Orinoco bis an den Fuß der Anden (bei den Jivaro erst ganz vor kurzem) ist die Schlitztrommel festgestellt, ebenso südlich des Amazonas bei den Auetö. Ein Exemplar von 1,80 m Länge



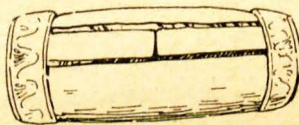
Philippinen.



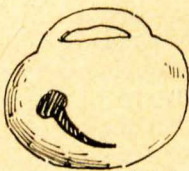
Tulaque Brasilien.



Cuba.



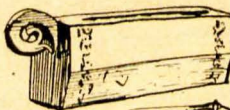
Mexico.



Annam.



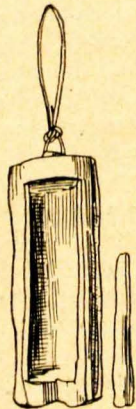
Java.



Dajak.



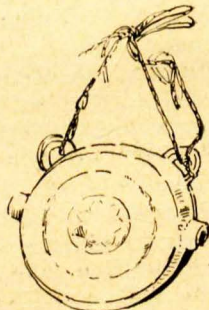
Annam.



Nias.



Sumbawa.



Japan.

von den Tukano¹ befindet sich in Berlin unter der Sammel- ausbeute von KOCH-GRÜNBERG. Oben sind vier runde Löcher angebracht, durch die der Zylinder mit Hülfe von Feuer ausgehöhlt ist. Die 4 Löcher sind durch einen schmalen Schlitz verbunden, sodaß 3 hantelförmige Spaltöffnungen entstehen. Außerdem hat man im Innern eine Zwischenwand stehen lassen und Verdickungen im Innern auf einer Seite, wodurch erreicht wird, daß auch hier, wie anderswo zwei Töne erzeugt werden können. Untersucht ist meines Wissens die Trommel noch nicht. Die altmexikanische Schlitztrommel (*teponaztli*) weicht dadurch von dem gewöhnlichen Typ ab, daß nicht ein einfacher Schlitz vorhanden ist, sondern daß zwei Zungen in das Lumen hineinreichen¹. Hierzu tritt, wie Herr Prof. THILENIUS bereits hervorgehoben hat, ein weiteres sekundäres Vorkommen durch afrikanische Neger ganz neueren Datums in Zentral-Amerika.

In Ostasien finden wir zunächst in Assam bei den Nagastämmen Trommeln von 5—6 m Länge, die unter einem Dache aufbewahrt und zu Signalzwecken benutzt werden. Ich lasse eine Photographie herumgehen. Von KURT SACHS ist ganz vor kurzem ein Buch erschienen über die Musikinstrumente Indiens und Indonesiens (Berlin, G. Reimer 1915), worin er S. 23 sagt, daß diese Trommelart innerhalb Indiens in keiner Weise die dominierende Stellung einnimmt, die ihr in der Südsee, in Amerika und Afrika zufällt. Ich habe bisher keine indischen Trommeln gesehen, es wäre aber wohl denkbar, daß bei den Stämmen im Innern dergleichen vorkommt. Aber unsere Kenntnis der indischen Ethnographie ist noch sehr lückenhaft. Ein zweites größeres Gebiet bildet der malayische Archipel. Von Nias bildet MODIGLIANI ein Instrument ab, das vielleicht als Trogtrommel anzusprechen ist¹. Das Exemplar von Nias in Leiden muß wohl eine echte Schlitztrommel sein, weil im Katalog angegeben ist, daß zwei Töne im Intervall einer Terz (d—f) angeschlagen werden können, was die Theorie stützen könnte, daß wir an eine Übertragung des Instrumentes denken dürfen. Im Archipel finden wir sowohl diese hölzernen, aus einem Stück Baumstamm gefertigten, als auch aus einem Bambusinternodium hergestellte. So sehen Sie Beispiele der letzteren Art von Sumbawa¹ und Celebes. Bei dem zweiten finden wir die Hantelform wieder, durch die vielleicht erzielt werden soll, daß die Lamellen freier hervorragen und dadurch der Ton klangvoller gestaltet wird. Echte Schlitztrommeln, aus einem Baumstamm gefertigt, sind ferner die von Borneo und Java¹ bekannt. Eine alte Signalpauke (Dorf-glocke), an einem Baum aufgehängt, die mit einem ebenfalls aufgehängten Klöppel

¹ Vgl. Abb. S. 197.

angeschlagen wird, bildet JAGOR von den nördlichen Philippinen ab¹. Sie wurde von den Missionaren benutzt, um die Leute zum Gottesdienst zu rufen. Als Kuriosum zeige ich Ihnen eine Schlitztrommel von den Batak, die aber ein aufgestiftetes *Trommelfell* aus Holz besitzt. Die echte Schlitztrommel kann ich dagegen für die Batak bisher nicht nachweisen. In Ostasien hat sich eine abweichende Form der Schlitztrommel entwickelt, eine Form, die aussieht wie eine Schelle, aber von außen angeschlagen wird. Diese Abart in Gestalt eines Fisches, Frosches, einer Frucht und dergl. findet man in Annam, Tonkin, China und Japan¹. In Annam dienen diese Instrumente dazu, um die Nachtstunden anzugeben, wie auch gelegentlich im malayischen Archipel, oder sie werden benutzt im Tempel und sogar im Orchester. Diese kugelige Schellenform der Schlitztrommel, meist mit hantelförmigem Schlitz, rot lackiert und vergoldet, findet sich ebenso in Annam, wie in China und Japan¹. In Japan wird das Instrument benutzt, um die Priester zu den religiösen Übungen zusammenzurufen. Interessant ist eine eiserne Schlitztrommel (*waniguchi*, Krokodilmaul), gewissermaßen eine flachgedrückte Holzschelle, wobei sogar der hantelförmige Schlitz noch zum Ausdruck kommt. Die sonst nicht zu erklärenden seitlichen zylindrischen Aufsätze machen die Zurückführung auf die hölzernen Instrumente zur Gewißheit. Derartige eiserne Exemplare hängen am Eingange der buddhistischen Tempel. Sie werden mit einem dicken Strick angeschlagen, um die Aufmerksamkeit der betreffenden Gottheit auf den Bittsteller zu lenken. Zum Schlusse zeige ich Ihnen noch ein Nachtwächterinstrument aus China¹, eine kleine Schlitztrommel aus einem Bambusinternodium, in das ein Holzgriff eingelassen ist.

Prof. STERN: Die Trommelsprache ist mir insbesondere vom sprachpsychologischen Gesichtspunkt aus interessant, und hier möchte ich von den Herren Rednern noch einige Ergänzungen erbitten.

Ein künstliches Verständigungsmittel kann, wie mir scheint, zur natürlichen Lautsprache in drei verschiedenen Beziehungen stehen. Entweder: das Verständigungsmittel hat seine eigenen Ausdrucksprinzipien, die mit denen der Lautsprache gar nichts zu tun haben; die Zeichen sind direkte und selbständige Symbole der Bedeutungen: hierher gehört die Bilderschrift, die Gebärdensprache der Taubstummen, die Flaggen- und Schiffahrtssignale (soweit sie nicht buchstabierend vorgehen). Oder: das Verständigungsmittel besteht in einer Übertragung der Elemente der Lautsprache (nämlich der Laute) in eine andersartige Darstellungsweise: Buchstabenschrift, Finger-

¹ Vgl. Abb. S. 197.

alphabet der Taubstummen, Flaggenalphabet. Oder drittens: das Verständigungsmittel ist eine mehr oder minder vollständige Nachahmung charakteristischer Züge der Lautsprache. Wohin gehört nun die Trommelsprache? Die zweite Möglichkeit fällt von vornherein aus, da ein Buchstabieren irgendwelcher Art bei den Primitiven nicht bestehen dürfte (höchstens käme diese Form dort in Betracht, wo die Trommelsprache von Völkern höherer Kultur, z. B. den Anhängern des Islam benutzt wird. Die erste Möglichkeit würde die Trommelsprache zu einer Art malender Gebärdensprache machen. Denkbar wäre es gewiß, daß derartige mitspielt, daß z. B. die Nennung von Personen geschieht durch charakteristische Rhythmen, die ihren Gang bezeichnen, daß affektvolle Mitteilungen (Krieg, Aufstand, Tod) durch affektvolle Rhythmen ausgedrückt werden usw. Es wäre interessant, die Trommelsprache auf diesen ihren natürlichen Ausdruckswert hin zu untersuchen.

Aus den Darstellungen der Vortragenden ging nicht hervor, ob derartige mitspielt. Dagegen hat nun Professor MEINHOF die dritte oben genannte Möglichkeit zum mindesten für die Trommelsprache der Eweleute nachzuweisen geglaubt: sie soll eine direkte Nachahmung der Sprachmelodie sein. Da mir sonst kein anderes Verständigungsmittel bekannt ist, das sich dieser Möglichkeit bedient, so wäre der Fall sprachpsychologisch besonders interessant. Es würde immerhin eine staunenswerte Kombinations- und Deutungsfähigkeit der Trommler und Hörer darin liegen müssen, wenn sie aus der verschiedenen Kombination von nur zwei (höchstens drei) Tonhöhen der Trommel die ganze fein differenzierte Modulation der wirklichen Sprache heraushören, oder besser sie in sie hineinhören sollten. Mir scheint zum mindesten der Rhythmus eine ergänzende Rolle von großer Bedeutung zu spielen. Professor MEINHOF hebt zwar hervor, daß die Worte in jener Sprache des scharfen Unterschiedes von Betontheit und Unbetontheit entbehren; das schließt meines Erachtens aber nicht aus, daß die Sätze einen ausgesprochenen Rhythmus haben, schon durch den Wechsel der zeitlichen Verhältnisse, und hier liegt eine Nachbildungs- und Differenzierungsfähigkeit durch die Trommel vor, die weit über die melodischen Leistungen der Trommel hinausgeht. In jenen Fällen, wo die Trommel nur einen einzigen Schall haben, ist ja von vornherein die Benutzung der Melodie ausgeschlossen; hier muß der Rhythmus alles leisten.

Eine andere sprachpsychologische Frage bezieht sich darauf, ob es sich bei der Trommelverständigung im wesentlichen um ein festes und beschränktes Signalsystem handelt, das nur stereotype, im Leben besonders wichtige Wendungen zu übermitteln vermag, oder ob die Möglichkeit besteht und vielfach

benutzt wird, individuelle neuartige Mitteilungen zu machen. Erst im letzteren Falle hätten wir wohl das Recht, von einer eigentlichen *Sprache* zu reden.

Prof. MEINHOF: Ich danke ganz besonders dafür, daß mir nochmal die Gelegenheit gegeben wird, auf die linguistische Seite der Trommelsprachen einzugehen. Es liegt so, daß in den Sprachen, in denen uns zunächst der Sachverhalt klar ist, daß wir es mit Sprachen zu tun haben, bei denen der Rhythmus garnicht in Frage kommt, Akzent oder dynamischen Ton gibt es in diesen Sprachen nicht. Die Wurzeln werden aneinander gereiht wie eine Perlschnur. Aber was unbedingt notwendig ist in diesen Sprachen, ist die musikalische Höhe; jede Wurzel hat Tief-, Hoch- oder Mittelton bezw. Doppeltöne. Ich bin noch nie einem Eingeborenen begegnet, der darüber im Zweifel war. Es treten natürlich mehr Unterschiede in der lebendigen Sprache auf, aber das ist wohl nicht das Wesentliche. Die lebendige Sprache bewegt sich in verschiedenen Modulationen, aber es kommt darauf an, welche Tonhöhen im Bewußtsein der Leute vorhanden sind. Wenn der Mann den Willen hat, Tiefton zu sprechen, so ist es einerlei, ob er den Ton tatsächlich einmal eine Terz höher spricht. Spricht er mehrere Hochtöne hintereinander, so wird er den einen Ton etwas weniger hoch sprechen als den anderen, aber er wird nie im Zweifel sein, ob er einen Hochtון oder einen Tiefton meint. Z. B. *afi Ort*, *afi Asche*, *afi Maus*. Der Eingeborene ist sich immer klar darüber, daß er bei *afi* hochtief, bei *afi* hoch, bei *afi* tief sprechen muß. Diese in seinem Bewußtsein vorhandenen Tonhöhen überträgt er mit Absicht auf die Trommel. Für sein Bewußtsein sind nur drei Tonhöhen vorhanden; er kommt sogar mit zwei Tonhöhen aus, er kann die Mitteltöne durch den Hochtון oder Tiefton mit ausdrücken. So sieht die Sache theoretisch aus. Wie es nun in Wirklichkeit ist, ist wieder eine andere Frage. Wir haben keinen Ewe-Trommler hier und können es nicht vorführen. Auch bietet die Vorführung Schwierigkeiten. Es muß das Trommelfell die richtige Spannung haben, die richtige Feuchtigkeit usw. Wir haben den Versuch in der Weise gemacht, daß wir Sätze in Trommelsprache vorführten, die in Afrika aufgenommen waren. Der Eingeborene sagte sofort: *Das sind drei Trommeln, die erste Trommel sagt ein Sprichwort, die zweite sagt ein anderes* usw. Wir waren erstaunt, daß die Leute das identifizieren können.

Nun können Sie mir sofort entgegenhalten, Herr HEINITZ hat seine Untersuchungen auch auf den Rhythmus bezogen. Wir befinden uns da im Kamerungebiet, und in den Kamerunsprachen haben wir es mit Sprachen zu tun, die nicht nur Tonhöhen haben, sondern auch Starkton. Es ist also nicht

nur möglich, sondern in hohem Maße wahrscheinlich, daß auch der Rhythmus bei diesen Sprachen eine Rolle spielt. Im Duala ist ein Zusammenhang zwischen Trommelsprache und Sprechsprache bis jetzt nicht zu finden. Ein Teil der Worte scheint wirklich willkürlich gewählt zu sein, z. B. Namen von Personen. Jede Person bekommt eben einen gesprochenen Namen und außerdem einen Namen der Trommelsprache. Dabei scheint der Rhythmus eine besondere Rolle zu spielen. Aber es ist nicht wahrscheinlich, daß alle Worte der Trommelsprache so willkürlich gewählt sind. Wir werden diese ganze Frage über das Verhältnis des Rhythmus zur Melodie in der Trommelsprache noch weiter zu untersuchen haben. Mit unseren heutigen Mitteln können wir darauf noch keine erschöpfende Antwort geben. Was die Ausdehnung der Kenntnis dieser Signale anbelangt, so ist es so in Togo, daß der gemeine Mann, der nicht Trommelsprache gelernt hat, nur eine Anzahl ganz bekannter Phrasen kennt. Das Signal *komm!* kennt er natürlich, sogar die Hunde kennen das. Man kann einen Hund ja leicht abrichten, daß er auf einen Trommelruf hört. Das sind eben nur einige wenige Signale, die mit verhältnismäßig einfachen Mitteln hergestellt werden. Etwas anderes ist die wirklich ausgebildete Trommelsprache, wie sie z. B. in den vorgetragenen Proben aus Südkamerun angewandt wird. Jemand hat wohl fünf Jahre damit zu tun, um die Trommelsprache zu lernen. Die Häuptlinge halten sich einige Personen, die die Trommelsprache beherrschen. Längst nicht alle, die etwas von der Trommelsprache kennen, können nun auch trommeln. Die Trommelsprache hebt sich über das hinaus, was man eine Signalsprache nennt. So hat z. B. Toso, ein Eingeborener aus Ewe (Deutsch-Togo), einige Sätze in den Phonographen gepfiffen. Die von ihm gepfiffenen Sätze sind ganz willkürlich gewählt. Er hatte u. a. an einen Satz aus der Bibel gedacht, in dem der Name *Herodes* vorkommt. Diesen Namen kann man natürlich nicht wiedererkennen. Daß er aber überhaupt auf den Gedanken kam, einen solchen Satz zu pfeifen, ist wohl ein Beweis, wie brauchbar die Sprache für diese Zwecke ist. Die Sprache der wirklichen Künstler auf diesem Gebiete hat nun eine solche Fülle von Signalen, und sie verfügen über einen großen Schatz von Sprichwörtern, daß es möglich ist, wirklich alles zu sagen, was man will. WESTERMANN sagt in seinem vortrefflichen Aufsatz¹, dem Vorstehendes zum Teil entnommen ist: *wenn man den Gedanken nicht durch eine Phrase wiedergeben kann, so hilft man sich dadurch, daß man mehrere Phrasen kombiniert.*

¹ WESTERMANN, *Zeichensprache des Ewevolkes in Deutsch-Togo*. Mitt. des Sem. für Or. Sprachen Abt. 3, 1907, S. 6—10.

Prof. HAGEN: Ich möchte noch nachtragen, daß KOCH-GRÜNBERG angibt, daß eine wirkliche Trommelsprache nicht oder *vielleicht nicht mehr*, wie er vorsichtig hinzusetzt, vorhanden ist bei den Tukano am Uaupes, einem rechten Nebenfluß des oberen Rio Negro. Es handelt sich nur um einfache Signale, um die Stammesgenossen zu Tanzfestlichkeiten oder kriegerischen Aktionen zusammenzurufen.

Dr. HAMBRUCH: Bekannt ist bisher eine regelrechte Trommelsprache nur von den Admiralitäts-Inseln und der Gazelle-Halbinsel in Neu-Pommern. Hier ist sie von Pater EBERLEIN untersucht, der darüber im *Anthropos* näher berichtet¹. Aus dem Vorkommen der dazu benutzten Schlitztrommel in anderen Gebieten und einzelnen Bemerkungen von Reisenden, Berichten von Schiffskommandanten, Erfahrungen, die die Regierung draußen machte usw., kann man entnehmen, daß die Trommelsprache auch auf Kaiser Wilhelmsland, in Süd-Neu-Pommern und Neu-Mecklenburg bekannt und verbreitet ist. Ich möchte Ihnen dafür zwei Beispiele anführen; einmal aus Neu-Pommern. Hier erlitt die Südsee-Expedition ein kleines Mißgeschick; ehe sie selbst Nachricht davon geben konnte, war eine Mitteilung davon schon längst auf dem Landweg in Herbertshöhe, dem damaligen Regierungssitz eingetroffen. Die schnelle Benachrichtigung ist nur mittels der Trommelsprache möglich gewesen. Ebenso gelangte die Nachricht von dem in Friedrich-Wilhelmshafen ausgebrochenen Aufstand in großer Schnelligkeit an der Küste entlang nach Südost-Neu-Guinea und weiter nach Neu-Pommern. Sie traf an beiden Orten viel eher ein, als der Dampfer davon Mitteilung machen konnte. In diesem ganzen Gebiete ist aber die Schlitztrommel als Signal und Lärminstrument neben der sanduhrförmigen Tanztrommel vorhanden. Die Schlitztrommeln haben zwei Töne; aber nie werden beide Töne verwendet, sondern man trommelt entweder auf der einfachen oder der verstärkten Seite. Und man vermag mit dem einen Ton infolge des verschiedenen geschlagenen Trommelrhythmus sich in jeder Weise zu verständigen. Das Wie steht noch aus, aber die beiden vorhin erwähnten Beispiele zeigen, daß besondere Schwierigkeiten, selbst Worte zu trommeln, die der eingeborene Sprachschatz nicht kennt, nicht bestehen.

Auf Fidji gibt es zweierlei Signaltrommeln; allerdings ist hier die Schlitztrommel zur Trogtrommel geworden. Sie hat auch zwei Töne, von denen jedoch ebenfalls nur einer verwendet wird. Die Entstehung dieser Trommeln und ferner der polynesischen Schlitztrommeln überhaupt ist noch nicht

¹ EBERLEIN, *Die Trommelsprache auf der Gazellehalbinsel, Neupommern*. *Anthropos* V., 1910, S. 635—642.

geklärt. Es ist garnicht ausgeschlossen, daß sie selbständig erfunden sind; dafür sprechen die Bezeichnungen der Trommeln selber, dann auch ihre Ausführung. Die vorhin erwähnten melanesischen Trommeln haben sämtlich an der einen oder auch an zwei Seiten Griffe, die fehlen in Polynesien. Griffe sind aber den indonesischen Trommeln eigen, und ebenso leiten sich die melanesischen Trommelbezeichnungen aus Indonesien her: Tjam: *ganang*; Dajak: *gandang*; Manam: *garamo*; Nakanai: *angalamu*; Gazelle-Halbinsel: *garamut*; Neu-Mecklenburg: *dangamut*, *garamut*. Diese melanesischen Trommeln werden mit einem Stößel gestoßen, während die polynesische Trommel einmal einen viel engeren Schlitz hat und dann auch entweder mit Klöppeln, Schlägeln oder hammerähnlichen Geräten geschlagen wird. Die polynesische Trommel hat keine Griffe; ihre Bezeichnungen verraten keinerlei Zusammenhang mit den melanesischen oder indonesischen Trommeln. Fidji besitzt die *nafa*-, *lali*- und *longo*-Trommel; in Rarotonga heißt die Schlitztrommel *pate*, auf Mangaia *pau*, in Samoa *pahu*; die gleiche Bezeichnung haben wir für eine Art Glocke, die in Kriegszeiten angeschlagen wurde, auf Neu-Seeland; alten Berichten zufolge gab es auch Trommeln auf Hawaii und Tahiti; hier heißen sie ebenfalls *pahu*, und von Tahiti weiß man, daß es eine Schlitztrommel war. Auf der Karte (vgl. Abb. S. 180) mag Ihnen vorhin aufgefallen sein, daß sich zwischen Melanesien und Indonesien ein Gebiet einschiebt, das keine Trommel kennt; vielleicht sind sie uns nur nicht bekannt; Ambon und die benachbarten Inseln haben Trommeln; die Alfuren geben ihre Rufsignale durch rhythmisches Schlagen an einen Baumstamm weiter; am Purari verständigt man sich durch Schlagen an einen hohlen Baumstamm; die Tugeri in Nied. Neu-Guinea benutzen schmale Einbäume als Trommeln für ihre Signale. Die Trommeln werden bei diesen Möglichkeiten sich wohl unabhängig von einander entwickelt haben und entstanden sein. Die Neu-Hebriden illustrieren gewissermaßen die Entstehungsweise; hier hat man die hohen, aufrechtstehenden, aus langen Baumstämmen gefertigten Schlitztrommeln und ebenfalls die kleineren liegenden Schlitztrommeln; beiden fehlen aber die Griffe. Auf Hawaii und Samoa wird heute die Trommel als Kirchenglocke verwendet¹.

Prof. KONOW: Nach den bisherigen Feststellungen bin ich zu dem Resultat gekommen, daß wir höchst uneigentlich von einer Sprache reden können. Und ich glaube, daß Professor MEINHOF mit mir einverstanden ist, daß man das Wort Sprache

¹ Bemerkenswert sind die Nachrichten zur Trommelsprache, die BÜRNSTEIN gibt: *Ethnographische Beiträge aus dem Bismarckarchipel*. Baeßler-Archiv, Band V, Heft 4/5, 1916.

benutzt, weil man kein besseres hat. Es fehlt das Allerwichtigste: In einer *Sprache* kann ich Sachen und Ereignisse schildern, die dem Zuhörer ihrer Natur nach unbekannt sind. Ihr Bereich ist nicht beschränkt. Ganz anders mit der *Trommelsprache*. Alles, was ich gehört habe, deutet darauf hin, daß es sich um ein Signalsystem handelt, das gelernt werden muß, und dessen Verwendung stark begrenzt ist. Es ist sogar so, daß diejenigen, die am meisten davon verstehen, nicht alle Sachen wieder erkennen. Wenn man keine bessere Bezeichnung hat, muß man natürlich das Wort *Sprache* benutzen, nur ist zu bedenken, daß man philologisch nicht allzu weite Schlüsse daraus ziehen darf. Eine wirkliche *Sprache* liegt nicht vor. Eine solche ist nicht nur ein Verständigungsmittel wie die Schrift, die *Telegraphensprache*, die *Taubstummensprache*, die übrigens alle die gesprochene *Sprache* voraussetzen. Sie ist daneben auch ein lebendiger Organismus mit eigenem Wachstum und eigenen Gesetzen.

Dr. BISCIOFF: Der Hinweis von Herrn Professor STERN auf die Wichtigkeit des Rhythmus ist auch bei der Behandlung des heutigen Vortrags berücksichtigt worden. Herr HEINITZ hat über diesen Punkt ziemlich ausführlich mit mir gesprochen, und wir sind schon auf das Gebiet einer vergleichenden Untersuchung gekommen, und zwar einer vergleichenden Untersuchung gerade mit Beziehung auf das Morsealphabet. Wir wollten feststellen, ob die Erscheinungen des Rhythmus im Morsealphabet für unsere Telegraphisten eine größere oder eine kleinere rhythmische Genauigkeit bieten als die in der Trommelsprache gefundene. Es ergab sich dann aber bald, daß diese Untersuchungen des einfachen Rhythmus, wie er am Morsealphabet zum Ausdruck kommt, nur ein kleiner Teil der rhythmischen Gesamterscheinung sind. Wir müssen beim Rhythmus ja unterscheiden den reinen Folge- und dynamischen Rhythmus, den Tonhöhenrhythmus und noch eine Reihe anderer Erscheinungen. Das eröffnet aber bald ein so weites Gebiet, daß es einer eigenen Behandlung wohl bedürfte und hier im Vortrag nicht ausführlicher gebracht werden konnte, als daß es nur eben gestreift wurde.

Ein neues Problem tritt uns in der Frage entgegen: Ist die Trommelsprache eine *Sprache*? Das führt nun zunächst zu der Frage: Was ist denn eine *Sprache* überhaupt? Das uns hier bekannt gewordene Material über die Trommelsprache — und sehr viel mehr wird wohl überhaupt nicht darüber bekannt sein — gestattet uns nun nicht ohne weiteres zu einem Resultat hierüber zu kommen. Herr Professor STERN führte ein Beispiel von zwei Sprachen an. Die Morsealphabet- und die Taubstummen-*Sprache*. Diese beiden stellen aber schon zwei ganz verschiedene Erscheinungen dar. Das Morse-

alphabet ist eine Systematisierung mit extremster Beschränkung auf kurze und lange Striche, also im wesentlichen auf zwei Vorstellungseinheiten. Die Taubstummensprache zeigt eine große Anzahl verschiedener Einzelvorstellungen, und in einigen Systemen arbeitet sie überhaupt nicht nur mit Einzelbuchstaben, sondern mit umfangreichen Vorstellungskomplexen, wie z. B. zwei gespreizte Finger der rechten Hand auf dem linken Arm bewegt den Vorstellungskomplex eines ganzen Reiters bedeuten können. Wir finden einen solchen Aufbau klarer dargestellt in Schriftsystemen. In denen, wie z. B. in einer peruanischen Schrift, der etwas roh gezeichnete Umriß eines Berges einen ganzen Vorstellungskomplex darstellt; und nach den mir bisher zugänglichen Schilderungen scheint mir die Trommelsprache auch vielfach mit derartigen — gewissermaßen — Umrissen von Vorstellungskomplexen zu arbeiten. Ob wir das nun eine Sprache nennen wollen oder nicht, das wird nach der gegenwärtig gebrauchten Nomenklatur in hohem Maße wohl von der Ansicht des Einzelnen abhängen. Auch nach dieser Richtung hin können wir es nur bedauern, daß uns eine ins einzelne gehende Übersetzung der uns gerade vorgestellten Trommelsprache fehlt, weil die Betreffenden, die uns darüber hätten Auskunft geben können, im Kriege sind.

Prof. THILENIUS: Die Frage, ob die Trommelsprache eine Sprache ist oder nicht, wird nicht leicht zu beantworten sein. Das Wort ist zunächst aus praktischen Gründen gebildet, denn die Klänge der Trommel sind ein Verständigungsmittel wie die Wörter und gestatten ebenso wie diese die Übermittlung von langen Mitteilungen. Natürlich muß man die Trommelsprache genau ebenso lernen wie eine Wortsprache. Ich habe die Trommelsprache auf den Admiralitätsinseln kennen gelernt. Als wir auf der Insel Lo uns in dem Männerhaus niedergelassen hatten, wurde eine ganze Zeitlang getrommelt. Als Erklärung wurde mir angegeben, man wolle den befreudeten Dörfern mitteilen, wieviel Weiße, wieviel Farbige gekommen wären, wieviel Waffen sie hätten, was der Zweck ihres Besuches sei usw. Die Leute erzählten mir ferner, daß die Dörfer einer Insel sich regelmäßig abends Mitteilungen über wichtige Erlebnisse des Tages machten. Das ist doch wesentlich mehr als eine reine Signalsprache. Unzweifelhaft wird andererseits die Holztrommel oder ein mit ihr formal verwandtes Instrument auch zu kurzen Signalen oder nur zu solchen verwendet. In Samoa und Tonga hörte ich die Trogtrommel anstelle der Kirchenglocke zum Gottesdienst rufen, und in Japan dient ein wahrscheinlich der Holztrommel nicht fern stehendes, jetzt allerdings aus Metall hergestelltes und in der Form auch dem Gong ähnliches Instrument dazu, den Gott auf den Betenden aufmerksam zu machen. Vielleicht ist es

kein Zufall, daß in dem ozeanischen Gebiet die nur zu Signalen dienenden Instrumente an der Peripherie des Gebiets liegen.

Prof. STERN: Besteht zwischen der Trommelsprache und den sonstigen Anwendungen der Trommel (bei Kulthandlungen, bei Tänzen) irgendeine Beziehung?

Prof. MEINHOF: Es kommt im Suaheli-Märchen vor, daß Hase und Wiesel sich beim Tanz gegenseitig Bosheiten zutrommeln und zupfeifen¹. Das Beispiel, in dem ein Ewemann einen Trommelsatz analysierte, war eine Tanztrommel². Auch in der Duala-Geschichte vom Leoparden (Tiger) und der Zwergantilope (Hase) wird zum Tanz ein Satz getrommelt³. Man unterscheidet im allgemeinen Tanztrommeln und Sprechtrommeln⁴. Neben den Holztrommeln hat man in Kamerun mit Fell bespannte Tanztrommeln, die man mit der Hand schlägt.

Es ist eine Frage der Definition, ob die Trommelsprache eine Sprache ist. Man kann auch darüber streiten, ob die Taubstummensprache eine Sprache ist. Aber man nennt sie so, da die Taubstummen sich auf diesem Wege verständigen. Man nennt auch die Zeichensprache der Indianer allgemein Zeichensprache. Auch die Art, wie die Trappisten sich unterhalten, nennt man so. Die Morsesprache scheint mir davon wesentlich unterschieden zu sein, da sie die Zerlegung der Worte in Buchstaben vornimmt. Die Trommelsprache in Togo ist davon verschieden. Sie hat akustische Zeichen, die Sätze ausdrücken, nicht einzelne Buchstaben. Ein Mißverständnis möchte ich abwehren. Es ist nicht unsere Meinung gewesen, als ob wir aus der Trommelsprache Schlüsse für die Lautsprache ziehen wollten. Wir wollten im Gegenteil versuchen, ob wir aus der Lautsprache gewisse Erscheinungen der Trommelsprache aufklären könnten. Zum Schluß bitte ich daran erinnern zu dürfen: Was wir heute gehört haben, bezieht sich lediglich auf die Trommelsprache von Südkamerun. Wir haben

¹ BÜTTNER, *Anthologie aus der Suaheli-Literatur*. Berlin, 1894, S. 100.

² Beim Tanz tritt natürlich der Rhythmus auf, vgl. meinen Aufsatz: *Melodie und Rhythmus in Sprache und Musik*. Beilage zur Allgemeinen Zeitung. 1907, Nr. 156, 157.

³ E. MEINHOF, *Märchen aus Kamerun*. Straßburg. 1899, S. 90.

⁴ Bei mehreren afrikanischen Völkern finden sich Tiere als Stammeszeichen (Totem). So haben z. B. die Basutho einen Stamm des Löwen, einen anderen der Hyäne, einen anderen des Kuddu usw. Von jedem dieser Stämme pflegt man zu sagen, sie tanzen (besingen) den Löwen, sie tanzen die Hyäne, sowie das Kuddu usw. Natürlich sind diese Tänze kultische Handlungen, und daß dabei eine Trommel in Tätigkeit ist, kann man ohne weiteres annehmen, aber über die Unterschiede dieser Tänze bei den einzelnen Stämmen ist meines Wissens noch nichts bekannt. Vgl. ENDEMANN, *Wörterbuch der Sotho-Sprache*, Hamburg 1911, S. 670 unter *vina*.

zurzeit noch keine sicheren Proben aus anderen Gebieten zur Hand. Wir dürfen also das dort Gefundene nicht einfach verallgemeinern.

* * *

Mit einem Dank an die Anwesenden schloß Dr. PANCONCELLI-CALZIA die Versammlung.



man befinden / daß der Heilige Pater Abraham sonder zweiffel nicht ohne Schreibkunst aus Chaldea gezogen seyn / sondern vielmehr die Schrift desselben Volcks / die er in seines Vaters haus gelernt / mit sich ins Land Canaan gebracht haben werde: welche auch ohne zweiffel bey seinen Nachkommen von Kind zu Kind also wird fortgepflanzt / und endlich mit Jacob in Egypten gebracht / auch darinnen unter den Kindern Israel erhalten worden seyn / biß endlich dieselben wieder aus Egypten gezogen / in derselben Schrift / die ihnen bekant war / das Gesetz empfangen / und solche nachmals auch mit sich ins gelobte Land gebracht / und also auf ihre Nachkommen fortgepflanzt haben. Man würde ferner gestehen müssen / daß die

20 Leute des Landes Canaan / bey denen Abraham ein Fremdling war / eben so wol eine art zu schreiben werden gehabt haben / weil zumalen unter ihnen der Heilige Melchisedech wohnete; welche bey ihnen gebräuchlich muß geblieben seyn biß auf die Zeit / da sich die Kinder Israel nach dem auszug aus Egypten mit ihnen vermengeten / und sie untereinander zu wohnen / auch miteinander zu handeln und zu wandeln begunten. Daraus würde man schließen können / daß die neuen daselbst ankommenden Israeliten des handels und wandels wegen die Cananitische Schreibart von den Leuten im Lande gelernt; Gleich wie wir sehen / daß die Juden heutiges tages in unsern Ländern thun; auch vormalen in Egypten zu der Ptolomeenzeiten gethan haben. Daraus erfolget / daß desßhalb bey ihnen

21 zweyerley Characteres im schreiben entstanden seyn werden / nemlich der alte / den Abraham mit sich aus Chaldea gebracht / und der gemeine; und weil man siehet / daß sich die Juden in den meisten dingen / so gar biß auf die abgötterey / nach der weise des Landes gerichtet / sonderlich zuletzt die aus dem Königreich Israel; wer sollte denn zweifeln können / daß sie nicht auch ihre art zu schreiben endlich würden so hoch geachtet haben / daß sie ihr Gesetz damit abgeschrieben? Daraus aber gleichwol nicht folget / daß nicht solches auch in der alten Abrahamischen schrift / darinnen es auch Moses geschrieben / noch sollte weiter abgeschrieben worden seyn / vornemlich im Königreich Juda; dabey gleichwol ein Unterscheid wird gewesen seyn / daß man eins heiliger und höher gehalten denn das ander. Wenn denn endlich 2. Reg. 17, 27. ein Priester aus den weggeführten zehen

22 Stämmen Israel / zu den neuen Einwohnern des Landes Samaria geschicket worden / der sie das Gesetz des Gottes Israel gelehret / was wird der für andere als die gemeine Schrift / und also auch das

Gesetzbuch in derselben zu ihnen gebracht haben / dieweil er sonderlich / nicht von denen annoch ein wenig eiferigen Jüdischen Priestern / sondern von denen einer war / die schon lange den Kälbern gedienet / jedoch unter deren Bilde den wahren Gott verstanden. Daraus denn erhellet / daß die heutige Samaritanische Schrift nicht leichtlich für eine andere zu halten / als für die alte Cananitische. Nach dem aber Esdras nach der Babylonischen Gefängniß die Heilige Schrift wieder abgeschrieben haben soll / und zwar mit einem andern als gewöhnlichen Characteren, was kan der süglich für eine andere Schreibart gebraucht haben / | als die alte Abrahamitische und Mosaische / die bey den Frommen noch sonderlich in æstim war / und von der Chaldeischen oder Babylonischen oder Assyrischen (darunter ins gemein einerley verstanden wird) derer das Volk nunmehr in der Gefängniß aufs neue wieder gewohnet war / nicht viel kunte unterschieden seyn / weil sie Abraham vor alters von niemand anders / als denselben kunte gelernet haben. Wer nun nicht sonderlich lust zu zanken haben will / der wird gestehen müssen / daß die heutigen buchstaben / die / wie bey allen vor bekant angenommen ist / ihren ursprung von Esdra haben / einen schlechten unterscheid müssen gehabt haben von denen / derer sich Abraham bedienet / dannenher sie auch den unsrigen / die aus der natur der Sprache und des mundes fließen / zimlich gleich sind. Demnach aber | gleichwol von diesem allem keine Historische / geschweige Mathematische gewißheit zu haben / so wird / wenn ihr anders belieben habt / das unsrige zu untersuchen / eure zunge hierinnen das beste thun müssen. Damit sie sich ein wenig in diesen bildungen übe; denn auf solche weise werdet ihr endlich sonder zweiffel dasjenige / was etwa allhier solte unrecht gestellet seyn / verbessern können.

H. Wo ist denn diese veränderung der Heiligen Buchstaben eigentlich herkommen / und wie ist diese undeutlichkeit daraus erwachsen?

M. Ich bin der meinung / daß solches herrühret von den unterschiedlichen arten die Heilige Schrift abzuschreiben / in dem etliche Schreiber durch ihre unachtsame geschwindigkeit alle oder etliche buchstaben in etwas verstellen / oder sie nicht vollkommen ausgezogen | haben; andere langsamen aber hingegen dieselben durch unverständigen zieracht vermehre wollen / und solches alles nach dem diese Heilige Schreibens = art schon verlohren und in vergessen gestellet worden.

H. Woher hat man aber die eigentliche anleitung dieselben wieder zu finden?

10. Woher
solche Schreib-
arten entstan-
den.

H. Hierzu dienet nichts besser und gründlicher / als die Natur eines jedē Buchstabes an sich selber / und die genaue Betrachtung unserer Zunge / was nemlich dieselbige bey eines jedern aussprache für Bewegungen und Veränderungen hat. Hernach aber hat man auch anleitung unter andern aus den Nahmen der Buchstaben / davon Beda in der meinung ist / daß sie der Esdra, ob er gleich die Buchstaben selbst verändert / dennoch wie sie vor alters gewesen /
 26 unverändert gelassen / daher wir dieselben denn durch Tradition noch übrig haben. Damit nun ein jeder die vorgeschriebene Bilder desto gewisser und ordentlicher möge fassen und begreifen / habe ich auch erklären wollen die bedeutung des eigenen Namens einer jedweden Figur. Wenn denn dieselbigen Namen / die wir durch Tradition von den Alten überkommen recht sind / so kan man nicht zweiffeln / es werde auch dasselbe theil der erklärang recht und deutlich seyn / und werde damenhero die Gestalt eines jedern Buchstabens hieraus nicht unfüglich können abgebildet werden / als welche mit dem natürlichen Buchstaben der Zungenbewegung wol übereinzukomen scheint.

Es werden über diß diese Nahmen auch anzeigen / wie diese Figuren in der Ordnung auf einander folgen müssen. |

27

Das III. Gespräch.

Von Kindern / wie dieselbigen lernen reden / und von der eigentlichen Natur und beschaffenheit der menschlichen Zunge.

H. **S**omit bekommen wir anleitung / dadurch ein jeder Suchender so weit zu rechte kommen kan / daß er die schlechten buchstaben finden / und dadurch auch den schlechten und einfältigen Laut nachmachen könne. Ich befinde aber für nöthig / ehe denn Er fortschreitet / und weiter erklärt / was in diesem Vorhaben das Hauptwerck ist / daß er zuvor kürglich seine Gedancken eröffne über etlichen fragen / die ich nacheinander zu meiner nohtwendigen Erbauung thun werde. Deren die erste diese seyn soll / wie Er doch vermeine / daß Kinder anfangs lernen reden?

28 M. Alle Kinder / weil sie gang leer und ledig sind von allem andern Wesen / sind bequem / daß ihrer Mutterstimme in ihnen so kräftig
 1. Daß dieselbe erstehet aus der

Idea der mütterlichen Stimme.

2. In was für Ordnung solches geschehe.

3. Woher das enchanter, incantare den Namen bekommen.

4. Warum der Mensch nicht achtung gebe auf die bewegung seiner Zungen.

5. Wie zu der Rede auch die veränderung des thons gehöret / und wie solcher aus der unterschiedenen eröffnunge des Mundes und der Zähne zuweisen.

6. Beschreibung der Zunge.

würcken kan / daß sie ohn einige fremde hülffe von ihnen selbst / so bald sie die stärke bekommen / durch eigenen trieb mit ihrer Zunge suchen den Laut der Wörter nachzumachen / und erstlich zwar denjenigen / der sich unten im Munde formiren läßt; wenn sie aber hernach mehr stärke kriegen / bringen sie auch die jenigen gethöne / die mitten im Munde geschehen zuwege / und endlich machen sie auch das jenige nach / was die Zunge oben in der höhe am Gaumen durch ihre bewegung herfürbringet / wenn sie nemlich gnugsame kraft und stärke hierzu erlanget haben. Denn gleich wie wenn erwachsene Leute eine Musik hören / so ihnen annehmlich / das Bild derselben stimme auch wider ihren willen zimlich lange in ihnen stecken bleibet / daß sie dessen so bald nicht wie-der los werden können / wenn sie gleich wollen; Daher denn das incantare den Nahmen bekommen; Also bleibet das Bild der mütterlichen Stimme in den Kindern / welches ihnen nachmals gleichsam die Zunge setzet / und sie reden lehret. Diese bewegungen der Zungen aber samt ihren grossen und herlichen Geheimnissen bleiben hernach dem Menschen ganz verborgen / weil er dieselben in der Geschwindigkeit machet / sonder einiges aufmercken.

H. Kan man nicht in Ordnung jemanden zeigen / wie der Mund auch durch das unterschiedene Eröffnen seinen laut und schall verändert?

M. Hierzu kan man gebrauchen ein stückgen beim / so treppenweise / wie man siehet in der Figur num. 34. in sechs theile eingetheilet ist / diesem nach wird man befinden / daß der Mund und die Zähne in solcher weisste und ordnung müsse geöffnet werden / um die sechs noten zu singen. Wenn man nun also den Mund staffelweise auf- und zuthut / wird man auch die fünf Vocalen zu hören bekommen / wie in derselben Figur zu sehen.

H. Nun möchte ich auch gerne einige eigenschafften der menschlichen Zunge wissen / weil dieselbe ein vollkommenes Werkzeug der Sprache ist.

M. Hier sehet ihr in der Figur num. 33. eine Zunge mit aller ihrer zugehör / daraus ihr hernach desto besser die Natur ihrer bewegungen werdet verstehen können. Nemlich 1. bedeut die Zunge / die der Allerhöchste / damit sie allerley gestalt an sich nehmen / und mancherley bewegungen haben könne / mit einer grossen menge kleiner / dünner und schwämmigter Musculen durchwebet; und ihr dadurch das vermdgen gegeben / sich zu | verändern ins runde / kurze und dicke; eine

29

30

31

dünne / lange / spizige / flache / hohle gestalt an sich zu nehmen / sich zu beugen und zu drucken von vornen biß hinten / und denn aufwärts und niederwärts / c. Dabey sie auch so zu sagen eine Regiererin ist der Wasser / nemlich beides der irdischen Unterwasser / die durch die unteren Zähne und den Untermund aufsteigen / und denn auch der himmlischen Wasser / die durch die oberen Zähne und den Obermund herab sinken. Ferner ligt diese Zunge als eine Wage auf einem sonderbar-gebogenen Gabel-Beine / damit sie sich in guter Ordnung recht möge können heben und drehen auf alle seiten wohin sie soll und will. In der mitte bey 2. ist zu sehen ein erhobener Knorpel / welcher ist wie ein Ventil eines Blasebalges / welches sich zuschliessen muß / wenn etwas von speis und tranck über die Luftröhr mit | 3. gezeichnet / hinab gehen soll in den Schlund oder die Speis-Röhr / gezeichnet mit 4. Und durch diesen Knörpel ist möglich inwärts in den Leib zu reden / mit angezogenem Athem / sonder eröffnung des Mundes / wie solches nicht allein bey den Alten die jenigen / so durch den Bauch geredet / sondern auch zu unsern Zeiten etliche betrieglicher weise zu gebrauchen wissen / davon mir die gewisse erfahrung genaue nachricht gegeben. Da 5. stehet / kömt eines theils der Athem von der Nase / und denn auch ein Schleim oder gleichsam ein Samen von Gehirne herab / welcher wenn man ihme durch allzuvielen Gedancken und andere excessen die gelegenheit benimmt / daß er zeitig werden kan / erstlich zwar nur den Schnupfen / hernach aber / in dem die Luft etwas von solchen unzeitigen Wesen mit in die Luftröhre führet / den Husten / endlich aber / wenn man die übrigen Gedancken noch nicht mässiget / und ihme seine zeitigung ferner verhindert / die Schwindsucht verursachet. 6. ist ein herabhangendes Stücklein Fleisch / welches um die Gegend 5. sich auf und nieder heben und bewegen kan / benebenst 7. welches die lebendige bewegende Haut am Hintertheil des Gaumens ist. Und wenn diß Zäpflein n. 6. auf und nieder gehet / so kan es in der stille mit dem Athem ein gelaut machen / als halbgebrochene Seuffzen. n. 7. bezeichnet den festen hart-gewölbeten Gaumen.

Hierbey wird von nöthen seyn diese nachfolgende Regeln wohl in acht zu nehmen.

1. Die menschliche Zunge theilet sich in der bewegung ab fürnemlich in 4. theil / nemlich in die Spitze / in das ander theil nach der Spitze / in das dritte | theil / vor der Wurzel / und in die Wurzel.

- 7. Des Ventils.
- 8. Bezeichnung der Luftröhr.
- 9. Der Speiseröhr.
- 10. Von den Ventriquois und wie die reden.
- 11. Des Athemganges bezeichnung.
- 12. Von dem Schleim / der auch dadurch abfließt / und wie der verwahrloset werden könne.
- 13. Vom Zäpflein.
- 14. Vom Hintertheil des Gaumens.
- 15. Von Bewegung des Zäpfleins.
- 16. Vom Vordertheil des Gaumens.
- 17. Etliche Regeln von der Bewegung der Zungen.

2. Wenn die Zunge gleich aus in dem geschlossenen Munde liegt / so ist sie in ihrer ruh.

3. Wenn die Zunge sich in die höhe beweget / darff sie keiner gewalt / sondern fällt von sich selbst wieder herab in ihre Ruh.

4. Wenn die Zunge sich in die Tieffe begiebet / bey aufgethanem Munde / kömt sie mit natürlicher Schliessung desselben / wieder in die höhe zu der Ruh.

5. Wenn die Zunge mit gewalt in die höhe getrieben oder gedrucket wird / schlägt sie auch mit gewalt wieder herab / und zwar tieffer / als ihre ruhe erfordert / daher sie alsdenn von unten auf erst wieder natürlich steigt.

6. Wenn die Zunge mit gewalt forwärts getrieben oder gedrucket wird / so prallet sie mit gewalt zurucke / und von daraus suchet sie erst wieder ihre Ruhe. 35

7. Die bewegungen der Zungen und deß Mundes stimmen allzeit miteinander überein / daher sich bißweilen jene nach diesem / bißweilen dieser nach jener richtet.

8. Alle bewegungen der Zunge / die bey einem jedern Buchstaben von nöthen seyn / werden in desselben bilde und figur ausgedrucket,

9. Ob gleich oft in Zusammensetzung der Buchstaben bey der Formirung eines Worts nicht alle bewegungen der Zunge vorkommen / wie in demselbe auffer der Composition geschicht / so wird doch darum nicht / wie die bewegungen vermindert werden / also auch seine figur vermindert / dieweil er ein bild ist der ganzen krafft der Zunge / die zu dem Buchstaben erfodert wird / und dieselbe / auch | wenn sie zum Exempel / auf das oberdrucken nicht in die Tieffe fällt / sondern von dem folgenden Buchstaben desselben Worts in Consensum gerissen wird / dennoch einen natürlichen trieb und inclination hat dahin zu fallen. 36

Das IV. Gespräch.
Von dem Athem deß
 Menschen / und wie durch
 denselben die menschliche Stimm
 befodert wird.

H. **N**och weiter möchte ich gerne wissen / wie der Athem in dem Menschen beschaffen ist / und wie er durch seine Zuruckkunfft hilfft die Stimme machen.

M. Die Luft / die durch die Nasenlöcher ihren ordentlichen ein-
 gang hat / führt zugleich den geruch von dem Schleim oder Sa-
 men des Gehirnes längst der Lufftröhre mit n. 3. bezeichnet / mit
 37 sich hinab / und also muß sie denn gehen durch ein | himmlisches
 regierendes wesen / nemlich die Lunge / die von solcher edlen ma-
 terie gemacht ist / daß die Luft durch sie geadelt / und mit den Glic-
 dern vereinigt werde / und zwar solcher gestalt / daß / wenn was
 unreines in der Luft mit hinein gezogen wird / solches in ihr zu-
 rucke bleibe / und durch den Husten oder sonst wieder ausgetrieben
 werden könne; das spirituose subtile wesen aber so in der Luft
 ist / fürnemlich durch das Diaphragma in den Bauch dringe / von
 daraus durch den ganzen Menschen seine Circulation zuhaben. Daß
 aber die grobe dicke Luft nicht gänglich durch die Lunge durchdringe/
 siehet man an den Lungen der Thiere / welche / wenn sie ins Wasser
 gelegt werden / empor schwimmen / und das Wasser nicht lassen ein-
 dringen / auch so fest geschlossen seyn / daß / wenn man mit einem
 38 starcken Blasebalge in die Lufftröhre bläset / sie den eindringenden
 Wind nicht durchlassen / sondern aufschwellen und sich erheben: und
 daß derselben subtillestes theil aus der Lunge ausdringe / siehet
 man bey einer lebendigen section eines Hundes / da bey gehlinger
 aufschneidung des Diaphragmatis oder Zwerch-felles / gar augen-
 scheinlich ein solcher Spiritus aus der hohlen Brust hervor dringet.
 Daß ferner ein solches wesen in den Bauch eindringe / siehet man
 nicht nur an denen / die an der Leibes-geschwulst krank liegen / so
 man Tympanites nennet; bey welchen / weil daselbst die Circulation
 der Luft verhindert ist / der bauch voller Luft bleibet; sondern auch
 an Bauchschlächtigen Pferden / denen weil sie zu viel Luft schöpfen/
 dieselbe durch eine eingebrennete öffnung am hintersten theil ihres
 Leibes wieder abgeführt wird / dadurch sie auch / wenn sie in der
 39 bewegung sind / | mit solcher heftigkeit wieder ausdringet / daß sie
 ein stetswährendes gepfeiffe verursacht.

1. Wie der
 Athem im
 einziehen
 durch die Lun-
 ge vertheilt
 werde / und
 von derer
 Natur.

H. Wie gehet es aber zu / daß die Luft aus der Lunge in den
 Bauch / und also durch den ganzen Leib geführt wird?

H. Ein wohl proportionirter Mensch wird befinden / daß / wenn
 er sich nackend über einen ausgespanneten Strick / oder feste Stange
 legen / und die Armen recht über das Haupt hinaus strecken / auch
 also rücklings liegende das rechte gewicht seines Leibes / nach der art
 eines Wagebalckens suchen wird / er das rechte mittel unter seinem
 Nabel mitten am Bauche antreffen werde; durch welchen Nabel

2. Aus der-
 selben gegen
 den Bauch
 und Nabel /
 als das Cen-
 trum des gan-
 zen Menschen
 dringe.

er auch in seiner Mutterleibe befestiget worden / und den lebendigen Athem genossen / davon er als aus dem Centro seine ganze disposition empfangen; wenn er sich auch nachend auf ebener Erden recht ausgestreckt / und die Armen auf seinem Bauch liegen hat / wird er / dafern er sich in solcher Postur will aufrichten / befinden / daß seine Veine gleichfalls werden in die höhe gehen wie eine Wage. Und also wird er sehen / daß das rechte mittel seines Leibes / so wol der Länge / als dem Gewichte nach / nirgends anders ist / als unter seinem Bauche / allwo auch die menschliche Vermehrungs-kraft angewürcket wird: und dieses ist und bleibet auch das natürliche Mittel

3. Von denen durch den ganzen Leib getrieben werde.

des Menschen / wenn er aufricht gehet oder stehet. Dieser Bauch des Menschen nun / als von Natur dessen mittelstes theil beweget sich wie ein Blasebalg / und ziehet die subtile Luft aus der Lungen durch das Diaphragma, welches in lebendigen Thieren allenthalben dringlich ist / in sich / und schicket dieselbe und das himmlische Feuer / als | das Tagelicht / samt der kühle des Mondens / als dem Nacht-

4. Und durch eine geheime Circulation wieder in den Bauch.

Lichte / alsobald durch den ganzen Leib / und wenn sie ihren Lebens-Circul vollendet / und alle Glieder des ganzen menschlichen Wesens ihrer theilhaftig worden / kehret diese Luft als ein herrlicher Samen triumphirend wieder zurück in den Bauch / da sich denn vor erst die vornehmsten kräfte meistentheils wieder vereinigen mit der neuen Luft / um dieselbe zu adlen / und allen Gliedern ihre Nahrung theils hierdurch zu gegeben / theils auch von aussen zu verschaffen (denn jedweder äußerliches Glied / wie es einen allgemeinen Athem ausathemet / also empfänget es denn auch insonderheit wieder seine äußerliche Luft in sich) hernach aber ist das andere übrige theil dasjenige / welches bey und mit dem Athem vereiniget ist / und gehet den rückweg in die höhe / | durch das himmlische / herrliche Geschöpf der Lungen / damit es den Samen des Herzens und ganzen menschlichen Wesens auch weislich ausfüen möge durch die wohlgeordnete Music der menschlichen Stimme.

5. Und zum theil wieder in die Lunge kehre zur ausathemung und stimme.

6. Wird bewiesen / daß der Athem durch den ganzen Leib dringet.

H. Wie kan man beweisen / daß des Menschen Athem bis in seine Füße / ja in den ganzen Leib dringet?

M. Dieses wird unter andern hieraus bewiesen / dieweil ein Mensch / wenn er mit seinen Armen uod Beinen einige stärke oder kraft will darthun / den Athem bey sich behalten muß / sonst kan er solches nicht verrichten / denn im gegentheil / wenn der Mensch sehr schreiet / und viel Athem von sich läffet / so wird er matt an allen seinen Gliedern / wie an einem Gefolterten zu sehen / welcher /

wenn er sehr schreiet / so entkräftet wird / daß er alles bekennen muß:
 43 Daher lästet man auch eine Frau / so | in Kindesnöthen arbeitet / nicht
 gerne schreien / ehe die Noht aufs höchste kommen / damit ihr die
 nohtwendige krafft nicht vor der zeit entgehe: Ja daher kommt es auch /
 daß einer der viel gähnet / alsbald matt / schwach / und schwerer drauf
 wird.

H. Wie wird bewiesen / daß alle äußerliche Glieder etwas
 ausathemen?

7. Daß alle
 Glieder etwas
 davon aus-
 athemen.

M. Das ist zum wenigsten daher offenbahr / daß man einen jedern
 kan riechen / wiewol einen mehr als den andern / und solches zwar
 vom Haupt an bis an die Füße: und denn auch daß jedweder an sei-
 nem ganzen Leibe seine Kleider besudelt.

H. Wie ist zu beweisen / daß alle äußerliche Glieder zugleich auch
 von aussen Athem empfangen und einnehmen?

8. Und an des-
 sen stat etwas
 anders ein-
 und an sich
 ziehen.

M. Vors erste/wenn man jemanden an einem äußerlichen Gliede mit
 44 Gifft anstreichet / | so wird man befinden / daß solches den ganze
 Menschen durchdringet und verlezet / wiewol nach dem das Gifft stark
 ist. Hingegen wenn man jemanden äußerlich mit wohlriechendem
 Balsam bestreichet / so erfrischet und erquicket solches den ganzen
 Menschen inwendig; so gar / daß solches nicht aussen bleibet / wenn
 gleich nur das Haar des Menschen gesalbet worden.

H. Wie solte durch das bloße Haar etwas dergleichen geschehen
 können / und was solte durch oder aus demselben für ein Einfluß
 in den Menschen geschehen?

9. Davon
 auch das Haar
 nicht ausge-
 schlossen sey.

M. Wiewol solches / wie jemand vermeinen möchte / hieher so
 eigentlich nicht gehöret / will ich doch beyläufftig hierauf antworten /
 und erinnern / daß des Menschen Haar bey weitem so schlecht
 und geringe nicht ist / als es das ansehen hat / und man ins ge-
 45 mein übel | davon urtheilet. Denn warum würden sonst so viel starke
 Ideen des Menschen ihren Ausbruch gegen das Haar nehmen.
 Daß nemlich sonderlich gemeine Leute / die von wohl- oder übelstand
 nicht viel wissen / wenn sie von einem Bilde des kummers ganz
 angefüllet sind / fürnemlich ins Haar greiffen / und sich im kopffe
 krägen; Daß andere die voll sind / von einem Bilde der angst und
 schmerzgens ihre Haare ausrauffen: daß denen / die voll grausen
 und schrecken werden / die Haare zu berge stehen: daß das Bild
 einer starken Todes-furcht Haare in einer Nacht ganz grau machet /
 und dergleichen? Darum vielmehr zu schliessen / daß etwas anders
 vollkommener darhinter stecke. Und gewißlich / wenn jemand die

Analogi der gangen Welt und deß Menschen recht anstehet / so weiß ich nicht / ob er nicht finden solte / daß | wie jener das höchste 46
was sichtbar ist die Sternen / also in diesem solches die Haare sind;
daher wie jene nicht ohne krafft und influenß seyn können / solches
auch von diesen nicht zu läugnen wäre: Denn es scheint nicht um-
sonst beydes so deutlich aufgeschrieben zu seyn / daß der jene / der
die Sternen zehlet / auch die Haare unsers Haupts gezehlet habe;
gleich wie es nicht ohne Geheimniß / daß Simson mit den Haaren
seine stärke und krafft verlohren / und wieder bekommen. Dannesher
man auch vielleicht auf die gedanken gerathen / es sey nothwendig /
daß man denen / die man durch die Folter / die man die Veglia nennet /
zur bekennniß bringen will / und sie doch hartneckicht und von grosser
stärke zu seyn vermeinet / die Haare allenthalben abnimmet / wie
es sonderlich in Italia bräuchlich: auch siehet man an Hirschen / daß /
so bald | ihr Gewicht (so unseren Haaren analogicè correspondiret / 47
und nach starckem kochen / einerley Leim und Gallerte giebet) das
Wachsthum ausgewürcket / sie in die Brunst gerathen; Welche Gewicht
auch / wenn sie annoch weich und nur kolben sind / zur Befoderung
der Fruchtbarkeit nicht ohne effect gessen werden: Und hier wäre
von allen andern Hörnern und Klauen zu sagen / welche nicht jährlich
verändert werden / und mit unsern Haaren in brennung deß Dels /
und siedung deß Leims einerley geruch und geschmack haben / und
was dergleichen anmerckungen mehr sind; aber solches hie weitläuff-
tiger auszuführen / will weder ort noch zeit zulassen.

10. Daß sich
in dem Athem
aller Glieder
kräfte allen
Gliedern
mittheilen.

H. Wie kan nun ferner das bewiesen werden / daß jedweders
Glied durch den Athem der Kräfte von allen Gliedern theil-
haftig werde?

M. Weil diese Athems-Lufft | dem Menschen seine Krafft und ein- 48
stimmige Lebens-bewegung giebet / und wenn derselbe einige stärke
brauchen will / er wie oben gesagt / den Athem bey sich halten muß;
denn alsdenn siehet man / wie alle Glieder als durchleuchtet ihre ein-
stimmige kräftige Würckung miteinander thun. Und diese besiegelende
auswürckende krafft erscheint auch daraus / daß oft die blosser Hand
die eingebildec Würckung deß gangen verrichten kan / wenn nemlich
eine lüsternde oder erschrockene schwangere Frau das Bild ihrer lufft
zwar mit ihrem gangen Leben vereiniget hat / und solches dennoch
sonderlich durch ihre Hand auswürcket an demselben theil deß Leich-
nams ihres Kindes / an welchem sie ihren Leib berühret hat.

H. Wie stehet zu beweisen / daß der Mensch des Monden-Lichts oder dessen Wirkung theilhaftig ist? |

- 49 M. Zum ersten / weil seine sichtbare gestalt mehrentheils von solchem Monden-blut ist formiret und gebildet worden / so muß dasselbige zu seiner vermehrung durch des Monden Krafft auch unterhalten werden / damit es in dem Menschen geadelt / und zu einer Sonnen-krafft verkläret werde: welche aber im Gegentheil zu nichte gehet / wenn sich der Mensch durch einbildung zu sehr bindet und feste machet / an das lunatische wesen / denn als denn verhindert und verleuret er seine herzliche Wirkung / wird unverständlich / und ganz durch den Monden regieret. Hernach ist aus unwidersprechlicher erfahrung bekand / daß sich Leute finden / denen ihre Gedancken von Jahren zu Jahren / an eben derselbigen zeit / nach des Monden stelle und Wirkung wieder vorkommen / wie sie solche vorm Jahre gehabt /
- 50 welches andere alle Monath / und | die jenigen so gar stille leben / wol alle sieben Tage können mercken und in acht nehmen. Wenn nun der Mensch des Monden-Lichts und dessen Wirkung nicht theilhaftig wäre / wo käme eine solche circulation der Ideen her? was für eine andere Krafft würde dieselben so nach des Monden lauff einrichten / und zu gewissen zeiten wieder herfür schaffen / um sie endlich zur perfection zubringen?

Das V. Gespräch.

Von der lebendigen

Krafft der menschlichen Stimme / und derer so wol Ursprung als Wirkung.

H. Wie kan man beweisen / daß die rechte lebendige Menschen-Stimme auch dessen Besamungs-Krafft müsse theilhaftig seyn und werden durch dessen Circulation?

- 51 M. Wenn man einen Kna=|ben höret reden / der noch nicht aus den Kindes-Jahren getreten / so ist seine Stimme nicht gleich derjenigen / die man an einem Jünglinge höret / der manubar worden / sonderlich findet man bey denselben wenn sie zimlich zart noch keine Rauigkeit in der Kehle / welche viel beyträget zu rechter aussprechung des Buchstabens R: und wenn man ein junges Kind mit gewalt zwingen will / das R. auszusprechen / so wird es blaß und oft wohl krank / denn das R. ist ein Buchstabe der auswürckenden Vermehrungs-Krafft; daraus zum theil auch abzunehmen / daß die Verschnittenen

11. Was hierbey das Mondenlicht für krafft habe / und wie solches zu beweisen.

1. Daß bey denen ermangelung es auch der Stimme an Krafft mangle.

an derselbigen mangel haben. Wann nun der Mensch Mannbar wird / so verändert sich seine Stimme / weil sie nemlich der krafft des Mannes theilhaftig worden; Dieselbe hingegen verleuret auch ihre kraft wieder / wenn der Mensch der männlichen Natur beraubet wird; dieweil es ihr als denn gleich wie an der Mannheit / also auch an derer regierung ermangelt. Und da werden auch alle Glieder des Menschen sichtbarlich verändert und vergeringert / und bleibet zugleich das Wachsthum des Bart-Haares aussen. Denn wo die körperliche Fortpflanzungs-krafft ihr endschaffe nicht erreichen kan / da kan auch des Menschen leichnam nicht gebührend vollkommen gemacht werden; und wo derselbe nicht ist / wie er soll / da kan des Menschen

2. Wie dieselbe oft gar aussen bleibet und was für denkwürdige *accidentia* dabey fürfallen.

Stimme nicht folgen. Und hier kan ich nicht unterlassen einer sache zudencken / die ins gemein nicht viel in acht genommen wird. Wenn sich zuträgt / daß ein Mensch sich überarbeitet / und ihm selbst gewalt anthut / durch allzu langes und starkes reden von tiefsinnigen sachen so geschieht es leichtlich / daß derselbe etliche tage seine Sprache gang verleuret / und gleichwel seine Zunge noch regen kan wie er will; und alsdenn bekomt er einen kleinen hust / mit vielen gleichsam sacht-verfließenden / süßschmekendē / weissen / schleimichten feuchtigkeiten / die er auswerffen muß; und die können ihn leichtlich gar um das Leben bringen / wenn er nicht in der zeit mittel dazu gebraucht; dieweil in solchem pnegmate des Menschen vornemste krafft und leben bestehet / welches hierdurch wie bey einer gemeinen und gewöhnlichen Gonorrhæa, gewaltig abnimmt. Und solches gibt sich auch daher zuerkennen / daß wenn sich mit dem Menschen / durch ruhe / schweigen und Arzney / sonderlich guten Balsamum Sulphuris beginnet zu bessern / und er seine verlohrene stimme wieder bekommt / daß er allgemach wieder reden und etwas wenigens vorbringen kan / derselbe dennoch allemal / so oft er nur eine von den vorbeschriebenen süßen feuchtigkeiten ausspenet / stracks bald seine sprache wieder verleuret / auf so lange / biß wieder eine andere dergleichen in ihm hervorgebracht und gezeuget wird. Und ist hierbey in acht zunehmē / daß vorgesagtes Phlegma von natur einen geschmack hat wie ein Weißenes Mehl; das weißene Mehl aber (welches sehr nachdencklich) wenn es mit kaltem wasser angefeuchtet / und zu einem dicken Brey gemacht wird etwas damit zu fleistern / gibt einen geruch nicht anders als der edle Weizen des Menschen / wie er zu fortpflanzung desselben in seine Erde gebührend pfelet eingestreuet zu werden: Und was noch wunderlicher / wann ein obbeschriebener verstummer Mensch ungesäuret

55 Weizenbrod issset / spüret er alsobald hülffe und linderung; da hin-
 gegen / wenn er gesäuret Brod | zu sich nimmt / es bald ärger mit
 ihm wird / daß er immer stärker und stärker anfänget zu husten und
 auszuwerffen. Wer allhier in acht nehmen wolte / was für eine herz-
 liche analogi und verwandniß sich zwischen dem Menschen als der
 kleinen Welt / und der Welt als dem grossen Menschen befindet / der
 würde leicht sehen / wie nahe der natürliche Weizen als ein Same
 des größern / mit dem Weizen des kleinern verwand wären / wie
 dieser durch jenen gewöhnlich gemehret und gestärcket werde; wie die-
 ser auf keine andere weise durch mannigfaltiges aufeinander folgendes
 Absterben aus immer geringerer materia endlich zu seiner vollkommene-
 heit steige und erhöhet werde / als jener aus geringerm Getreide
 56 durch mannigfaltiges mortificirendes fortpflanzen in bessere und
 bessere Erde sich selbst veradlen und verherlichen kan. Aber hiervon
 ist anizo nicht zeit zu reden: Genung daß man siehet / wie die
 Stimme von der Natur unserer Fortpflanzung dependire / und
 daraus ihre menschliche Lebens-kraft erlangen müsse.

3. Digression
 von der
 analogi
 der grossen
 und der klei-
 nen Welt in
 diesem stück.

H. Es ist zwar bey einem vollkommenen Menschen eine voll-
 kommene kraft sich fortzupflanzen / dieselbe ist aber noch nicht zu
 einem vollkommenen Menschen ausgebrochen / der eine Stimme von
 sich geben köndte; Wie läst sich denn des Menschen Stimme mit einem
 ganzen Menschen vergleichen / als wenn sie aus der kraft der Mann-
 heit wäre zu einem ganzen Menschen worden?

57 M. Ich will anders nicht zu verstehen geben / als daß die mehr-
 berührte materia da des Menschen wesen inne steckt / wenn die-
 selbe nicht leiblich ausgesäet / sondern zu einer geistlichen kraft
 zertheilet und verzehret wird / seine Menschenkraft als denn
 unzertheilbar allenthalben hin mit sich führen muß.

4. Das dieses
 requisitum
 der Rede der
 ganzen kraft
 des Menschen
 theilhaftig
 sey.

H. Wie kan aber bewiesen werden / daß in demselben liquor des
 Menschen / sein wesen begriffen ist / weil man nicht befindet / daß
 ein Mann allein ein Kind vollkommen zeugen kan?

M. Das kan man daher finden / daß / wenn bey einer leibliche
 Geburt des Mannes würcklichkeit kräftiger und stärker ist / man
 offtmals siehet / daß ein Kind seinem Vatter ganz gleich und
 ähnlich ist / nicht nur von Gesichte / sondern auch was seine ganze
 Natur betrifft.

5. Wird be-
 wiesen aus der
 ähnlichheit der
 Kinder mit
 Vätern.

H. Wie verhält sichs aber alsdenn mit der sache / wenn dergleichen
 auf solchen fall geschiehet / daß eine schwangere Frau / eine andere
 Frau / (so die letzte von ihrem Geschlechte) recht innig liebet / und

6. Digression
 von der ähn-
 lichheit der
 Kinder mit
 andern Frau-
 ens personen.

hernach ein | Kind zur welt bringet / so dieser Frauen ganz ähnlich 58
ist / dergleichen man auch bey Mannspersonen durch einbildung zu-
geschehen befindet.

M. Solches kömt daher / daß weil der Mensch seine ganze Lebens-
krafft ohn unterlaß von sich läffet ausgehen / es folgen muß / daß
derjenige / so selbige in und an sich nimt / seiner auch kan
theilhaftig werden / durch das blossе Gesicht.

7. Und daher von der krafft einer Idea. H. Solte denn die einmal angenommene Idea solche krafft haben
in einem Menschen etwas zu würcken?

M. Daß nicht nur die Ideen, so von einem Menschen / entweder
durch den schall der Stimme / oder durch seine ganze ausstrahlung
herrühren / sondern auch die von steinen und andern dergleichen
dingen entstehen / eine gewaltige krafft haben in dem Leben von dem
sie empfangen und aufgenommen werden / | ist mit vielen Exempeln 59
zubeweisen. Deñ wenn man einer Stutten / wenig tage lang einen
schönen gemahlten Hengst vorstellet / vornemlich wenn sie davon
nichts anders als den widerschein im Wasser zusehen bekommen kan/
haben die so genandte todten unbelebten Farben die krafft / eine so
starcke Idea in derselben zuerwecken / daß weñ sie hernach würcklich
bedeckt wird / ihr Füllen nicht dem lebendigen sondern dem ge-
mahlten Hengste ganz ähnlich wird. Und hieher gehdret die ersin-
dung Jacobs welche bekandt. Bey Weibesbildern finden sich viel
Exempel / daß wenn sie ihre erste Männer recht brünstig geliebet / und
von deren Idea mehr als von ihrer befruchtung schwanger werden
können / sie von den Männern der andern Ehe Kinder zeugen / welche
den ersten ganz ähnlich sind. Und ein solches bild stirbet nicht als-
bald ab / weñ | es seine wirkung verrichtet hat; denn wenn man ein 60

8. Und deren
Zaurung

Mutter-Pferd das erste mal mit einem Esel zuläffet / gebietet es
zwar / nach der krafft der angenommenen Idea einen Maulesel /
wenn es aber hernachmals wieder mit einem Hengste belegt wird /
kömt zwar ein Pferd herfür / daß aber gleichwol noch etwas von der
Idea deß vorigen Esels an sich hat / und deßhalben wohl zu kennen
ist / daher solche Pferde für gut und taurhaftig gehalten werden.
Also findet sich bey andern Thieren / und sonderlich Tauben (die
man abgefondert gehalten) unter denen eine weisse Taube und ein
schwarzer Tauber mehrentheils erstlich etliche ganz schwarze und ganz
weisse Jungen bekommen / hernach aber / wenn man diese schwarzen
mit schwarzen / und weissen mit weissen paaret / so siehet man erst /
daß die Jungen scheckicht werden. Und dieses geschiehet auch im 61

Impfen / da man von rohtē uñ weissen Früchten / auf solche art geschickete bekommen kan. Also auch wenn ein alter schwärzlicher Spanier oder Portugese eine weisse Frau heirathet / siehet man das erstlich zwar / wenn der Frauen krafft prædominiret / weisse Kinder / so der Mutter an gestalt und Natur ganz ähnlich sind / gezeuget werden / welche aber / wenn sie gleich sich wieder mit weissen Leuten verheirathen / dannoch schwarze Kinder zeugen / die dem Groß-Vater an gestalt und geberden ganz ähnlich sind; welches auch wol / dafern das andere Glied wieder wie zuvor stärker ist / verbleibet biß in die dritte Generation.

H. Kann dann ein Mensch noch eine Geistliche Sympathie und verwandtniß haben mit der Idea, so da entstanden aus seinem ausgestrahlten Leben oder ausgesprochenen Worten? |

9. Ob eine Idea die Sympathie mit ihrem Vater nicht verliere / und wie solches bewiesen wird.

62 M. Wenn man den eigentlichen Ursachen der Sympathia ein wenig nachdencket / so findet man unter andern 1. daß diejenigen sachen / die ehemaligen lebendig miteinander vereiniget gewesen / und den einfluß von einerley Lebens-Geistern gehabt / wenn sie gleich getrennet werden / dennoch allezeit eine verwandtnis behalten; es geschehe nun / daß sich dieselbe würcklich ausweise oder nicht. Daher ist aus dem bekannten Exempel jene angesetzte Nase alsdenn an dem lebendigen Menschen gefaulet / als der Mann an einem andern weit entlegenen Ort gestorben und gefaulet / aus dessen Fleisch sie geschnitten worden: Daher trug sich zu in Niederland / wie ich mich wohl erinnern kan / daß / als einem Geistlichen sein Schenkel abgeldset worden / und in einem andern Zimmer etliche in denselbigen schnitten / der Patient 63 alle Schnitte mit grossen schmerzen fühlen / und zeigen kunte / an welchem Orte die schnitte geschehen: Daher hatte jener Kriegs-Officirer / dem sein abgeschossenes Bein in eine Maure eingemauret war / nicht ehe ruhe von schmerzen / biß solches heraus genommen und begraben ward; und was dergleichen vielfältige Exempel mehr sind: Der Curen durch die Waffen-salbe / das Wundholz und Sympathetische Pulver zu geschweigen / weil davon bey vielen andern Autoribus, so wol Italiänern / als anderer Nationen weitläufftig gehandelt wird. 2. Befindet man / daß in der Natur nohtwendig ein lebendiger Geist sey / dem viel Sympathetische Würckungen zuzuschreiben / weil dieselbe auf keine grobe körperliche art können ausgelegt werden / als daß auf 2 Lauten / 2 gleichgestimmte Seiten / 64 sich ohne bewegung der andern nähern / | Sympathetisch mit einander bewegen / dergleichen auch auf allen andern Musicalischen Instru-

menten geschieht: Item / daß wenn der Wein oder Gersten blühet / sich die Weine und Biere in Kellern verändern / weñ jene gleich über See geführet sind / an örter da kein Weinwachs ist / und was dergleichen mehr. Hieraus kan man nun leicht schlüssen: ob es möglich seyn könne / daß sich auch eine Sympathie befünde zwischen einer Idea, welche denn nicht für ganz immaterialisch zu halten / und ihrem Ursprunge. Will man nun durch Gleichnüssen hievon urtheilen / so siehet man / weñ eine Frau durch erschrecken oder Lust auf ihr Kind ein zeichen oder Figur gebracht / sonderlich so solches von Früchten / als Weinbeeren / Kirschen / Maulbeeren und dergleichen ist / daß solches gleichfalls eine Sympathie hat mit den Bäumen / und | sich mit derer veränderung verändert. Gleich wie nun die Idea ⁶⁵ der Frucht / so auf des Kindes Leibe eingedrucket worden / eine Verwandtniß behält mit dem Baume / davon sie ihren ersten Ursprung gehabt / also möchte man sagen / daß es auch zum theil gehe mit der Idea des Menschen / wenn sie in jemanden anders empfangen und imprimiret wird. Ein nähers Gleichniß hat man von der ersten körperlichen Materie des Menschen: denn als die Schweden in Bayern lagen / trug sich zu / daß zween Reuter von der Compagnie eines wohlbekannten Rittmeisters in ein Haus kommen / da eine Frau tod auf ihrem Stroß gelegen / mit welcher sie auch ihren schändlichen Muhtwillen getrieben; von diesen ist zwar der eine nicht mehr gesehen worden / aber der andere ist wol vier Wochen der Compagnie nach⁶⁶ geführet worden / wegen einer abscheulichen krankheit / daran er auch gestorben / denn sein ganzer Leib ist ihm überall voll großer Beulen worden / aus denen / nach dem sie aufgebrochen / lebendige Würmer gekrochen / eben als von den Todten kriechen: daher jedermann urtheilete / seine krankheit und Tod rührete nicht anders her / als von der todten Frau / in der er / dieweil er sich mit einem solchen todten Leib ohne abscheu ganz lebendig vereiniget / unabscheidlich etwas verlassen / darüber hernach derselbe Tod geherrschet / und dieses / ob es gleich von seinem Leibe abgesondert war / hatte dennoch seine natürliche Verwandtniß mit demselben noch nicht verlohren. Dergleichen befindet sich im gegentheil auch bey unterschiedlichen stillen / fromen / betrachtenden Christen / daß ihre befruchtende Kraft / so sie zur generation würcklich von ihnen | abgesondert / ⁶⁷ dennoch eine solche Sympathie mit ihnen behält / daß sie zeit wärend der veränderung und zunehmung derselben in der Mutter Leibe allezeit genau können vor Augen haben / wie alle theile und Gliedmassen

Fortsetzung nach S. 220 des folgenden
Heftes 6

Verlag von Fischer's medicin. Buchhandlung H. Kornfeld,
Berlin W. 62, Keithstraße 5.

Diagnostik der Krankheiten des Nervensystems

Eine Anleitung zur Untersuchung Nervenkranker

von
Geh. Med.-Rat Prof. Dr. A. Goldscheider (Berlin).

Vierte, verbesserte und vermehrte Auflage unter Mitwirkung von Dr. K. Kroner
(Berlin-Schlachtensee).

Mit 55 Abbildungen. Geheftet 8 Mk. Gebunden 9 Mk.

Bestens empfohlen:

Therapeutisches Taschenbuch der

Nervenkrankheiten

von Dr. W. Alexander, (Berlin) und Dr. K. Kroner, (Berlin-Schlachtensee).

Mit Vorwort von Geh. Med.-Rat Prof. Dr. A. Goldscheider (Berlin).

Mit 6 Abbildungen. Preis: Gebunden und durchschossen 3,50 Mk.

„... Jedenfalls kann der Praktiker, wenn er das vorliegende Buch benutzt, nicht in Verlegenheit kommen. So kritisch das Material angeordnet ist, so übersichtlich ist es auch... Wir wünschen dem Buch dieselbe Ausbreitung wie den anderen, in dem gleichen Verlag und in der gleichen Ausstattung erschienenen therapeutischen Taschenbüchern.“ (Zentralblatt f. inn. Medizin)

Aeltere Jahrgänge der Monatsschrift für Sprachheilkunde

aus den Jahren 1891, 1892, 1893, 1894, 1895 und 1896
werden, soweit noch vorhanden, zum Preise von je 8 Mk. abgegeben,
auch werden die Einbanddecken zu je 1 Mk. noch nachgeliefert.

Die Jahrgänge 1897 und Folge kosten je 10 Mk.

Fischer's medicin. Buchhandlung H. Kornfeld
Berlin W. 62, Keithstraße 5.

Sprachheilkunde

Vorlesungen über die Störungen der Sprache
mit besonderer Berücksichtigung der Therapie

von

Prof. Dr. Hermann Gutzmann

Leiter des Universitäts-Ambulatoriums für Stimm- und Sprachstörungen
zu Berlin.

Zweite, völlig umgearbeitete Auflage.

Mit 131 Abbildungen im Text.

Preis: Geheftet 15 Mark — gebunden 16,50 Mark.

Inhaltsverzeichnis:

I. Allgemeiner Teil.

1. Physiologie der Lautsprache	1
2. Psychologie der Lautsprache	45
3. Entwicklung der Lautsprache	88
4. Untersuchung sprachgestörter Patienten	112
5. Die allgemeinen Grundlagen der Sprachheilkunde	147

II. Spezieller Teil.

1. Die peripher-impulsiven Sprachstörungen	195
2. Die Aphasien	257
3. Die Sprachstörungen bei angeborenen und in der Jugend erworbenen Defektpsychosen von Dr. M. Nadoleczny	305
4. Die Stummheit	348
5. Das Poltern	362
6. Das Stottern	373
7. Aphthongie und Aponia spastica	451
8. Die funktionellen Störungen der Stimme	463
9. Das Stammeln	490
10. Die mechanischen Dyslalien	520
11. Die symptomatischen Sprachstörungen von Dr. Hugo Stern	580
Alphabetisches Sachregister	644

INTERNATIONALES ZENTRALBLATT FÜR EXPERIMENTELLE PHONETIK

VOX

Heft 6

26. Jahrgang

1916

*3. Mitteilung aus dem Phonogrammarchiv
des Phonetischen Laboratoriums
des Seminars für Kolonialsprachen zu Hamburg
(Leiter: Dr. G. Panconcelli-Calzia)*

BESPRECHUNGEN VON GRAMMOPHON- INSTRUMENTAL-AUFNAHMEN IN BERLINER SCHRIFT

VON
WILH. HEINITZ

Die nachfolgenden Besprechungen beziehen sich auf eine Reihe von Grammophon-Instrumentalaufnahmen, die in Berliner Schrift im Phonetischen Laboratorium des Seminars für Kolonialsprachen gemacht wurden.

Der Zweck dieser Aufnahmen war:

- 1) die akustischen Verhältnisse bei Anwendung der sogenannten Berliner Schrift zu studieren, und
- 2) aus den Erfahrungen bei einer Reihe von Musikinstrumenten eventuell wertvolles Material für phonetische Untersuchungen zu erarbeiten.

Die näheren Einzelheiten über den Aufnahmeraum und seine Einrichtungen, nebst eingehenden technischen Angaben über den Aufnahmeapparat, die Aufnahmeschalldosen und die Trichter werden von Herrn Dr. PANCONCELLI-CALZIA bearbeitet und sollen demnächst erscheinen. Es wird aus diesem Grunde von jeder technischen Beschreibung der einzelnen Aufnahmevorrichtungen in diesem Aufsatz vollständig abgesehen.

Die einzelnen Besprechungen sind so geordnet, daß auf die Angaben des Protokolls die subjektiven Beobachtungen bei der betreffenden Aufnahme, und hierauf die eigentliche Besprechung folgen.

1. Harmoniumaufnahmen

Protokollauszug a) zu den Harmoniumaufnahmen

Spieler: Herr Dr. WAIBLINGER,
Aufnahmeleiter: Herr Dr. G. PANCONELLI-CALZIA.

Zu Platte¹ Nr. 20:

Aufnahme am 26. März 1914.

Kleines Harmonium ohne Rahmen. Aufnahmetrichter (aus Fiber) nach dem Instrument zu geneigt. Das Harmonium stand auf einem 50 cm hohen Podium. Das Harmonium ist anscheinend zu klein und zu schwach. Bei den verschiedenen Proben klang das Instrument gut und kräftig. — Die Wachsspäne sind in den Furchen liegen geblieben, da die angebrachte Blasvorrichtung nicht genügte.

Zu Platte Nr. 24:

Aufnahme am 27. März 1914.

Größeres Harmonium. Der Trichter aus Fiber ist offenbar der geeignetste. Harmonium auf Stuhllhöhe, 65 cm entfernt vom Trichter. Sehr kräftig gespielt.

1. Text: *Es ist ein' Ros' entsprungen.*

Reg.: Hohe Lage. Zweistimmig.

2. Text wie 1.

Reg.: Viola-Flöte. Mittellage. Vollstimmig.

Weißes Wachs, sehr warm und weich.

Zu Platte Nr. 25:

Aufnahme am 30. März 1914.

Instrument wie bei Platte 24.

Text: *Carmen, Zauberflöte (Melodien).*

Zu Platte Nr. 34:

Aufnahme am 6. April 1914.

Großes Harmonium (Saugluft) von HÖRÜGEL.

Text: *Es ist ein' Ros' entsprungen.*

Reg.: 1. Mal: Unten: Diap. forte, Baßkoppel, Diap. Dulcet; oben: Melodie, (beide Knieschweller); 2. Mal: Unten: Viola und Diap.; oben: Melodie (beide Knieschweller).

¹ Die Platte ist einseitig, hat einen Durchmesser von 25 cm und ist wie die meisten käuflichen Platten mit einer Stahlnadel von außen nach innen auf jeder Sprechmaschine spielbar.

*Besprechung der Harmoniumaufnahmen (Protokollauszug a,
S. 210)*

Nr. 20:

Die Aufnahme ist sehr schwach.

Nr. 24:

Die Aufnahme ist schwach. Die Scheibe des Grammophons pendelt merkbar; dadurch leidet die Reproduktion bedenklich. Bei anderen Platten, die weniger ausgehaltene Töne wiedergeben, ist dieser Fehler nicht so störend.

Der Anfang der Bespielung (Flötenregister) ist kaum zu hören. Diese Tonlage auf dem Harmonium (wenigstens dieses Systems) eignet sich offenbar schlecht zur mechanischen Aufnahme.

Nr. 25:

Diese Aufnahme ist gleichfalls schwach. Die Harmonie-Partien werden durch die fehlerhafte Einstellung der Register jedesmal umgekehrt, sodaß die Baßstimme in den Diskant verlegt wird.

Das Resonanz-Maximum des verwendeten Harmoniums liegt etwa bei *fis* und *cis*.

Nr. 34:

Diese Aufnahme ist stärker, aber immer noch nicht stark genug, um als gute Aufnahme zu gelten. Beim Abhören macht sich wieder sehr der unter Nr. 24 erwähnte Fehler (Schwanken der Tonhöhe) seitens des Reproduktions-Apparates geltend.

In bezug auf die Intensität der Töne scheint es, als ob die Tonwellen nicht gesammelt in den Aufnahme-Trichter geleitet worden wären. (Vgl. hierzu die Bemerkungen zu Aufnahme 1 und 2 S. 214.)

**Protokollauszug b)
zu den Harmoniumaufnahmen**

Spieler: Herr H.,

Aufnahmeleiter: Herr Dr. G. PANCONCELLI-CALZIA.

Zu Platte Nr. 68:

Aufnahme am 3. März 1916.

Großes BURGER-Orchesterharmonium (Druckluft) mit Perkussion.

Text: *Kommt, Menschenkinder, rühmt und preist.*

1. Aufnahme: As-dur, Reg.: Perkussion, Spiel 1 und 2, forte, grand jeu; Mittellage.

2. Aufnahme: A-dur, Reg. wie bei 1; Mittellage.

3. Aufnahme: (nur bis zur ersten Fermate der Melodie) As-duReg.: Perkussion, Spiel 2, forte, grand jeu; Mittellage.

4. Aufnahme: (nur bis zur ersten Fermate der Melodie) As-dur, Reg. wie bei 3; Oberlage.

5. Aufnahme: A-dur, Reg.: Spiel 1 vox coelestis, forte.

Bei sämtlichen Aufnahmen gleicher Harmoniumstand: Rückwand 80 cm entfernt vom Aufnahmetrichter. Höhenabstand des Harmonium-Trichters von der hinteren Kante des Instruments: 21 cm¹.

Zu Platte Nr. 69.

Aufnahme am 3. März 1916.

Instrument wie bei Nr. 68.

Text: Melodie aus *Rigoletto* (G-dur).

1. Aufnahme: Reg.: Perkussion, Spiel 2, forte; Mittellage.
2. Aufnahme: wie 1; Oberlage.
3. Aufnahme: Reg.: Perkussion, Spiel 1, forte; Mittellage.
4. Aufnahme: wie 3; Oberlage.
5. Aufnahme: Reg.: Perkussion, vox coelestis, forte; Oberlage.

Vorbemerkungen zu der Aufnahme

An den Aufnahmen mit einem Harmonium amerikanischen (Saugluft-) Systems wurde festgestellt, daß sich das verwendete Instrument für grammophonische Aufnahmen nicht eignet. Die Wiedergaben waren schwach und entsprechend dem angesogenen Ton wenig scharf markiert. Aus diesen beiden Gründen lag es nahe, ein Instrument mit Druckluft und mit Perkussion zu verwenden. Auf Grund dieser Überlegungen wurden dann einige Aufnahmen gemacht mit einem Wiener Orchester-Harmonium von der Firma BURGER. Außer diesem System kam auch eines der Firma KOTYKIEWYCZ in Frage.

Eine Beurteilung vermittelt des Ohres ergab, daß das BURGER-Instrument dem anderen an Tonschönheit etwas überlegen war. Es fragt sich natürlich, in wie weit der etwas schärfere Ton des KOTYKIEWYCZ-Harmoniums den Wünschen bei einer Grammophonaufnahme noch mehr entsprochen hätte.

Die mit dem BURGER-Instrument gemachten Versuche ergaben indessen durchaus zufriedenstellende Resultate. Eine besondere Schwierigkeit der Resultate ergab sich zunächst durch die Notwendigkeit, die Klangfülle des Instrumentes möglichst auszunutzen. Es wurden Versuche mit verschiedenen Trichtern in verschiedenen Stellungen gemacht. Dieses führte schließlich dazu, einen ganz besonders für Harmoniumaufnahmen geeigneten Trichter bauen zu lassen. (Vgl. Bild S. 213.)

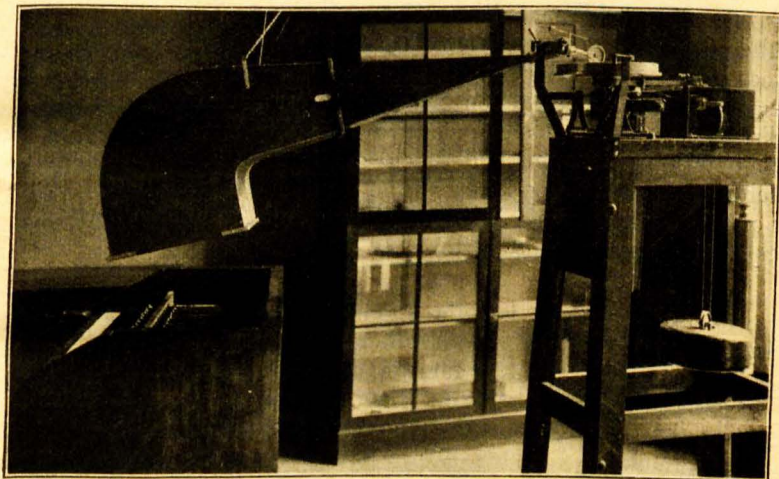
Von dem Harmonium wurden alsdann die Rückwand und der obere Deckel entfernt. Da die Resonanzkasten des Instrumentes über den Stimpfhefen lagen, wurde der Schall besonders senk-

Während dieser und der folgenden Aufnahmen befand sich versehentlich Watte im Engrohr des Trichters.

recht nach oben geleitet. Dieser Umstand konnte durch den erwähnten Trichter in günstigster Weise ausgenutzt werden.

Es war ferner die Frage, einen wie großen Stärkegrad man beim Spiel anwenden durfte. (Nähere Einzelheiten siehe Protokoll S. 211).

Die Beurteilung der einzelnen Registerklangfarben geschieht am besten an der Originalklangfarbe der matrizierten Platte.



Anordnung für eine Harmoniumaufnahme

Als Aufnahmemelodien wurden zunächst einige Cantilene-Stellen benutzt, und zwar mit einfacher Registrierung. Es hatte sich bei den Versuchen ergeben, daß eine Stimmkoppelung für die Beurteilung des Klanges zunächst nicht wünschenswert ist. Es wurden alsdann Aufnahmen mit dem vollen Werk in mehrstimmigem Satz gemacht. Hierzu diente als Aufnahmemelodie ein Choral, der einmal in einer Kreuztonart und das andere Mal in einer B-Tonart wiedergegeben wurde. Bei der vollen Registrierung wurde nur das Expression-Register ausgelassen, und zwar erstens aus Luftdruck-technischen Gründen und zweitens wegen des modulationsfähigen Charakters, der zunächst nicht wünschenswert war. Wie bei anderen Blasinstrumenten, so sind auch beim Harmonium wahrscheinlich nur rein objektive Klangdarstellungen zur Aufnahme am besten geeignet. Ein Versuch mit der vox-coelestis ergab, daß sich diese Tonlage wegen der lebhaften Vibration zur Grammophon-Aufnahme gleichfalls wenig eignet.

Besprechung der Harmoniumaufnahmen (Protokollauszug S. 211)

Nr. 68:

Die Platte ist kratzig, wahrscheinlich wegen der nicht hervorragenden Qualität des Wachses. Im ganzen ist die Aufnahme etwas dumpf, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß bei der Aufnahme versehentlich von vorangegangenen Experimenten her ein kleines Wattebüschchen in dem Verbindungsstück des Aufnahmetrichters steckte.

1. und 2. Aufnahme:

Die Mittelstimmen dieses Teils der Aufnahme treten den übrigen gegenüber etwas zu stark hervor. Die Ursache ist jedenfalls in der Form des (breiten) Harmonium-Trichters zu suchen. Die Schallwellen wurden offenbar im Zentrum des Trichters besser geleitet, und durch die Brechung an den Seitenwänden (Pappe und Blech) gedämpft. Der Stärkeunterschied zwischen den Mittel- und Außenstimmen macht sich noch bedeutender als hier bemerkbar bei Aufnahme 5 (Reg.: Spiel 1, vox coelestis, forte).

3. Aufnahme:

Bei Aufnahme 3 ist die Registrierung in bezug auf die Intensität der Einzelstimmen insofern offenkundig zweckmäßiger, als das Spielfeld günstig für die akustischen Verhältnisse des Trichters war. Offenbar sind also das Spiel 1 und das grand jeu ungünstig für die gebrauchte Anordnung.

4. Aufnahme:

Für diese Aufnahme gilt wieder das zu der 1. und 2. Aufnahme erwähnte. Durch die Verschiebung des Spielfeldes werden die Begleitstimmen akustisch dem Cantus gegenüber bevorzugt. Von allen bei der Aufnahme Nr. 68 benutzten Registrierungen ist die unter 4. offenbar am günstigsten. Die ganze Aufnahme ist durchaus klar. Bei den übrigen Aufnahmen der verwischte das grand jeu durch die Koppelungen die Konturen der Einzelstimmen zu sehr. Auch eignet sich offenbar die Oberlage des Instruments besser als die Unterlage zur Aufnahme; mit Rücksicht allerdings auf die akustischen Verhältnisse des Trichters.

5. Aufnahme:

Die Registrierung bei 5. ist ganz ungeeignet und erweckt bei der Wiedergabe den Eindruck eines völlig unausgeglichenen Spiels.

Bei allen hier besprochenen Harmoniumaufnahmen wird die Klarheit der Wiedergabe bedeutend durch das Register der Perkussion erhöht. Die besonders hervortretenden Verstärkungen einzelner Töne rühren fraglos von den Resonanzmaxima des Instruments oder des Trichters her.

Nr. 69:

Die Aufnahmen sind im ganzen als wohl gelungen zu betrachten.

1. Aufnahme:

Gegenüber den Tönen g^0 , h^0 und cis^1 sind bedeutend verstärkt die Töne d^0 , a^0 , d^1 und besonders c^1 .

Die Resonanzmaxima von Instrument und Trichter werden auch hier, wie bei den folgenden Aufnahmen eine große Rolle gespielt haben.

2. Aufnahme:

Das d^1 und a^1 sind sehr verstärkt. Das d^2 hat in dieser Aufnahme eine auffallend angenehme Färbung. In bezug auf die Registrierung ist, wenigstens für Aufnahmen einer Solostimme, wahrscheinlich die tiefere Lage des Harmoniums vorzuziehen.

3. Aufnahme:

Im allgemeinen ist die Aufnahme 2 besser als 3. Der Ton a^1 wird als einziger aus dieser Aufnahme unangenehm verstärkt gegenüber den übrigen Tönen. Vielleicht war das a^1 oder sein Partialton in diesem Falle der Eigenton der Membran?

4. Aufnahme:

Bedeutend verstärkt sind die Töne d^2 , cis^3 und d^3 . Vielleicht liegen solche Verstärkungen auch manchmal an dem scharfen Zungenschlag des betreffenden Tons? Allerdings können ja auch die Partialtonresonanzen des Aufnahmeapparates schuld sein an solchen Ungleichmäßigkeiten.

Klanglich ist die Aufnahme 4 besser als 1 zu beurteilen. Die Ursache liegt aber wahrscheinlich am Instrument, auf dem natürlich klanglich nicht alle Töne ausgeglichen sein können.

5. Aufnahme:

Nur d^2 ist hier verstärkt. Vergleicht man hierzu die Verhältnisse unter 4, so scheint die Ursache doch wohl in der Registrierung (Spiel 1) zu suchen zu sein.

In bezug auf das verwendete Instrument hat sich ergeben, daß sich ein BURGER-Harmonium mit Expression und Perkussion offenbar gut für solche Aufnahmen eignet. Aufnahmen mit KOLYKIEWICZ-Instrumenten wurden für das hiesige Phonogramm- und Grammophonarchiv noch nicht versucht.

Harmoniuminstrumente mit Saugluft scheinen für Grammophonaufnahmen unbrauchbar. (Vergl. die Besprechung der WAIBLINGERSchen Aufnahmen S. 211). Bei Aufnahmen ist es im allgemeinen wohl zu empfehlen, darauf zu achten, daß die Tonart des aufzunehmenden Stückes die Resonanzmaxima des Instrumentes nicht zu nahe berührt.

(Bei der Redaktion eingegangen am 15. Dez. 1916)

ÜBER LARVIERTE FORMEN VON MUTATIONSSTÖRUNGEN

VON
H. ZUMSTEEG

Es ist bekannt, daß große Künstler am Anfang ihrer Laufbahn oft mit vielen Schwierigkeiten zu kämpfen haben. Mitunter ist es bei Sängern und Sängerinnen die eigene Stimme, welche diese Schwierigkeit hervorruft. So war vor einiger Zeit in einer bekannten Monatsschrift eine kleine Selbstbiographie einer Bühnensängerin zu lesen, in welcher diese in anschaulicher Weise die Schwierigkeiten schildert, die ihr am Anfang ihrer Tätigkeit die eigene Stimme bereitete.

Sie schreibt: *Damals (zu Beginn ihrer Laufbahn) hat sich niemand um mich gekümmert, ich habe spielen müssen, was die anderen übrig gelassen haben und zwar immer die **Naiven**, und gerade zu dem Fach habe ich am allerwenigsten gepaßt, mit meiner kleinen runden Figur und meinen tiefen **Schusterbaß**. Für eine Naive habe ich zu tief gesprochen, für eine Soubrette habe ich zu wenig Stimme gehabt. Niemand hat mit mir etwas anzufangen gewußt, auch die Kritik nicht. Ich erinnere mich an eine besonders böse Kritik eines bekannten Kritikers, in der es hieß: „Die junge Dame hat ein Organ wie ein Wachtmeister. Wenn sie sang, wünschte man, sie möchte lieber sprechen, und wenn sie gesprochen hatte, wünschte man, sie möchte lieber singen.“ Mit der Stimme hat es also seine Schwierigkeit gehabt, denn ich habe spät mutiert und habe auch nachher immer nur tief oder hoch sprechen können, die Mittellage fehlt. Heute verstehe ich diesen Bruch in meiner Stimme schon auszunutzen, aber damals hat er mir viel Schwierigkeiten gemacht.*

Wir erkennen unschwer in dieser Schilderung den Vorgang einer Mutationsstörung der weiblichen Stimme. Wenn es der Sängerin gelungen ist, die Störungen in ihrer Stimme auszunutzen und es zu einer gewissen Berühmtheit als *Soubrettenbaß* zu bringen, so dürfte sie dies lediglich ihrer glücklichen Veranlagung und ihrer Energie zu verdanken haben. In der Regel sind Menschen mit derartigen Mutationsstörungen nichts weniger als glücklich zu nennen. Ich erinnere nur an die unglückliche Figur, welche ein mit einer persistierenden Fistel- oder Falschstimme behafteter erwachsener Mensch im gesellschaftlichen Leben spielt. Wo er hinkommt, fällt er auf, sobald er den Mund aufmacht. Er ist in seinem Fortkommen durch das Übel schwer behindert.

Zwischen der physiologisch verlaufenden Mutation im männlichen wie im weiblichen Geschlecht und den extremen patho-

logischen Fällen, von denen die persistierende Fistelstimme die häufigste und bekannteste ist, gibt es nun graduelle Abstufungen, welche weniger die in die Augen fallenden Symptome des deutlichen Stimmbruchs oder der hohen kindlichen Stimme aufweisen, vielmehr als Charakteristikum einen schleichenden, wenig in die Augen springenden, ja geradezu larvierten Verlauf nehmen. Darin liegt eben ihre praktische Bedeutung. Sie können jahrelang übersehen, zu leicht genommen, ja geradezu verkannt werden, bis sie dann beim Eintritt in den Beruf mit seinen erhöhten stimmlichen Anforderungen, wie bei Lehrern, Predigern, Juristen oder Offizieren als außerordentlich störend und hemmend empfunden werden, ja sogar direkt als Hindernisse sich vor dem betreffenden Individuum auf türmen und unter Umständen zum Berufswechsel zwingen.

Es ist in der Regel das Alter zwischen dem 24. und 26. Lebensjahr, wenn nach absolviertem Studium diese Störungen akut werden. Sie werden als chronischer Kehlkopfkatarrh, als spastische Dysphonie, als Internusparese erkannt und oft lange lokal behandelt. Rein organisch und symptomatisch betrachtet, stellen sie in der Tat diese Krankheitsformen dar. Gründen wir jedoch tiefer und nehmen eine funktionelle Stimmprüfung vor, so entrollt sich uns in diagnostischer Hinsicht ein außerordentlich interessantes Bild und wir erhalten lehrreichen Aufschluß über die Ätiologie dieser Fälle.

Die Stimme klingt meist heiser. Sie hat zwar nicht kindlichen Charakter, jedoch fehlt der Klang der erwachsenen Bruststimme. Die Stimmen klingen meist sehr gepreßt und hoch. Die Sprechtonlage ist zu hoch, meist um eine Oktave. In mehreren Fällen fand ich sie auf c^1 . Die Prüfung des Stimmumfangs ergibt meist das Fehlen des unteren Drittels, also der Region der eigentlichen Bruststimme. Bei stärkerer Inanspruchnahme tritt sehr bald Ermüdung ein, mit vermehrter Heiserkeit, Kratzen, Unlustgefühlen und Reizerscheinungen im Halse. In einem Falle mit sehr hoher gepreßter Stimme war ein auffallend kleiner Kehlkopf vorhanden, das *Ponum Adami* und die Schildknorpelplatten kaum durchzufühlen; beim Betasten übermäßige Spannung der äußern vorderen Kehlkopfspanner, genau wie bei der genuinen spastischen Dysphonie. Brustvibrationen schwach.

In erster Linie läßt der Verlust des unteren Stimmumfangs darauf schließen, daß diese Störungen schon jahrelang bestehen. Eine solche Einbuße entsteht nicht in kurzen Wochen, im Verlaufe eines heftigen Kehlkopfkatarrhs oder infolge zeitweiliger stimmlicher Überanstrengung, zumal nicht im unteren Umfang. In der Tat bestätigt uns die Erhebung der Vorgeschichte das Bestehen seit dem 14. bis 16. Lebensjahre, also seit der Zeit der Mutation. In der Regel erhalten wir in diesen

Fällen die Angabe, daß ein deutlicher Stimbruch nicht beobachtet wurde und daß die ersten Anzeichen der Stimmstörung sich allmählich einstellten. Der Eine gibt an, man habe ihn in Obersekunda auf seine knarrende Stimme aufmerksam gemacht, der Andere: er habe schon in jenen Jahren immer das Gefühl gehabt, daß eine Lähmung eintreten müsse, wenn er mal längere Zeit ohne Unterbrechung sprechen müßte. Gerade dieser bestätigte, daß er bis in die oberen Klassen hinein immer Sopran gesungen habe.

Dieser Angabe stimmlicher Überanstrengung oder zum mindesten sehr starker stimmlicher Inanspruchnahme durch den Schulgesang begegnen wir ausnahmslos und hierin liegt meines Erachtens das wichtigste ätiologische Moment dieser Fälle. Der normale Ablauf der Mutation erfordert keineswegs das Eintreten des Stimbruchs, sondern er kann gänzlich unbemerkt vor sich gehen. Ebenso unbemerkt können sich aber auch Fehler in die Stimme einschleichen, welche zu dauernder Schädigung führen. Wird der Schüler eines Tages plötzlich vom Tenor in den Baß gesteckt, weil der Lehrer die Zunahme des Tiefenumfanges bemerkt hat, so ist das ebenso schädlich, als wenn er sich in diesen Jahren fortgesetzt der höchsten Stimmlagen beim Singen bedient. Während des Stimmwechsels ist der ganze Kehlkopf in abnormem Wachstum begriffen, seine Kräfte befinden sich in sehr labilem Zustande und deren Gleichgewicht wird durch die geringste einseitige Inanspruchnahme und Belastung gestört zu dauerndem Nachteil für das ganze Organ.

So erklärt sich in den beschriebenen Fällen das Zustandekommen der hohen Stimmen durch die überwiegende Inanspruchnahme der äußern Kehlkopfspanner während der Mutation, besonders des *Musc. crico-thyr.* Wenn durch übermäßiges Singen oder Schreien die äußeren Kehlkopfspanner zu fortwährender Kontraktion angereizt werden, so geschieht dies schließlich gewohnheitsmäßig. Es bildet sich, um mit KLENCKE zu reden, eine organische Gewohnheit heraus. Die Kontraktionen der äußeren Spanner werden schließlich spastisch und die inneren Spanner verkümmern. Daher Ausfall der tieferen Bruststimmlagen, die Internusparesen und die anderen erwähnten Erscheinungen.

In gewissem Sinne reihen sich diese larvierten Formen der Mutationsstörungen den von GUTZMANN beschriebenen habituellen Stimmstörungen ein.

Die *Behandlung* hat in erster Linie dahin abzu zielen, die fehlenden Bruststimmlagen nach unten zu ergänzen. Mit Hilfe unserer bekannten Ausgleichsmethoden gelingt dies je nach Schwere der spastischen Zustände. Eine mehrmonatliche Behandlung wird selbst in leichteren Fällen erforderlich sein,

um die Stimme für den jeweiligen Beruf gebrauchsfähig zu machen. In einem meiner beobachteten Fälle war, wie schon erwähnt, der Kehlkopf nicht normal ausgewachsen, das Pomum Adami kaum zu fühlen. Vermutlich war er durch die spastische Störung selbst in seiner vollen Entwicklung gehindert worden. Der Patient sprach zu Beginn auf *c*¹. Die spastischen Erscheinungen der Stimme, das starke Pressen, war außerordentlich schwer zu beeinflussen. Mit vieler Mühe wurde die Sprechstimme um eine halbe Oktave tiefer. Dabei stellte sich die interessante Erscheinung heraus, daß sich nach Wochen allmählich auf *g* eine Art Stimmbruch nachträglich herausbildete. Trotzdem blieb die Stimme in den erreichten tieferen Lagen stark gepreßt.

Die *Prognose* dieser larvierten Formen von Mutationsstörungen richtet sich nach meiner Erfahrung ganz nach der Schwere der spastischen Erscheinungen.

Neben der sozialen Wichtigkeit für den Einzelnen liegt ihre Hauptbedeutung auf prophylaktischem Gebiet. Absolute Schonung der Stimme während der Mutation ist eine Hauptforderung, die sie uns nahe legen; und zwar ist Schonung in weit größerem Umfange geboten als dies im allgemeinen heute noch geschieht, am besten Aufhören jeglicher obligatorischen Gesangsübungen von denjenigen Klassen an, wo sich mutierende Schüler finden. Ferner wäre Vertiefung stimmphysiologischer Kenntnisse bei Lehrern und Schulärzten zu fördern. Die Forderung der Stimmschonung gilt natürlich gleicher Weise für die weibliche Stimme, da sich, wie das eingangs erwähnte Beispiel zeigt, Abweichungen von der Norm im weiblichen Stimmorgan trotz der geringeren Wachstumserscheinungen während der Pubertätsentwicklung ebenso einschleichen können, wie bei männlichen.

Die vorerwähnten Fälle gaben mir mehrfach Anlaß, im *stroboskopischen* Bilde die anatomische Diagnose zu erhärten und im weiteren Verlauf die Fortschritte der Behandlung zu beobachten und zu kontrollieren. Die bisherigen stroboskopischen Untersuchungen und Beobachtungen befaßten sich in erster Linie mit dem normalen Schwingungsmodus der Stimm lippen und ihnen haben wir es zu danken, daß heute die Stimm lippenbewegungen bei den beiden Hauptregistern der Brust- und Fistelstimme eine einheitliche Deutung erfahren haben. Ich erwähne nur die ausgezeichneten Untersuchungen von MUSEHOLD. Beobachtungen pathologischer Stimm lippenbewegungen finden sich indes in der Literatur nur sehr vereinzelt verstreut. Und doch gestattet der heutige Stand der stroboskopischen Technik uns sehr wohl, dieses Hilfsmittel zur Vertiefung unseres diagnostischen Könnens in pathologischen Fällen in größerem Umfang heranzuziehen, als es durchschnittlich bis heute geschieht.

Zur Erhärtung einige Beispiele aus den verschiedensten stimmdiagnostischen Gebieten:

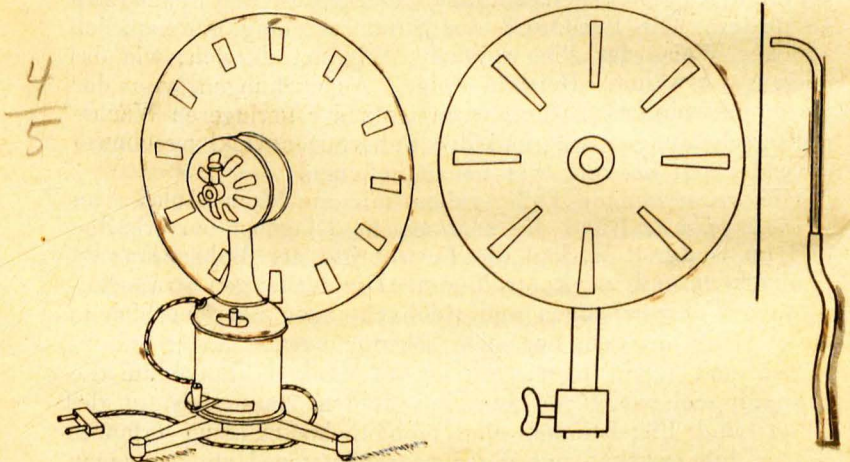
1. *Internusparese* — unter den vorerwähnten Fällen geringerer Ausschlag der 1. Stimmlippe, allmähliche Volumzunahme beider Stimmlippen, die vorher dünn und blutleer waren. Bessere Schlußfähigkeit.

2. *Gesangstimmstörung*: Baßsänger: Stillstehen der hinteren Drittel der Stimmlippen bei Intonation der tiefsten Töne.

3. *Sprechstimme*: Schauspieler: Verminderte Beweglichkeit der linken Stimmlippe, ungleichmäßig flatternder Schwingen.

4. *Kommandostimmen*: Zusammenpressen der hinteren Hälften typisch.

Auf Grund dieser und einer Reihe weiterer Beobachtungen möchte ich einer allgemeineren Verwendung der Stroboskopie unbedingt das Wort reden. Ich gebe gern zu, daß die Technik in Einzelheiten noch des weiteren Ausbaues bedarf. Warum sollte aber nicht schon das bisher Erreichte mehr Allgemeingut der Laryngologen werden? Um die Stroboskopie in der Sprechstunde stets anwenden zu können, bedarf es eines jederzeit gebrauchsfertigen und vor allem nicht zu teuren stroboskopischen Apparates. Ich habe versucht, durch Konstruktion des vorliegenden Modelles diesem Mangel abzuhelfen (Vgl. Abbildung. Näheres durch Mechaniker GANSKE. Zehndorf-Mitte bei Berlin, Wannseebahn.)



Man sieht, wie viele Fäden sich von der Schule bis in die spätere Berufszeit hinein zur Phonetik im weiteren Sinne spinnen. Es genüge der kurze Hinweis, welche bedeutende Rolle der experimentellen Phonetik speziell für das gesamte Gebiet der Pathologie der Stimme noch vorbehalten ist.

(Bei der Redaktion am 22 Mai 1915 eingegangen)

ihres Kindes / so wol auswendig als inwendig / biß auf die kleinsten Uederlein formiret und gebildet werden. Welches auch den Rabbinen unter den Juden nicht unbekannt / die es aber doch verborgen halten / in meinung / solches sey ihnen allein bewußt; daher sie es auch für eines der vornehmsten theile ihre Cabbala halten / und nennen solches: Die erkenntniß der Formirung des Menschen im Mutterleibe. Und also denn bleibet auch hie eine Sympathie zwischen der materie der geistlichen fortpflanzung / nemlich der Idea, und
68 zwischen dem Menschen / von dem sie ausgegangen. Und dieselbe allein scheineth ursach zu seyn / daß / wenn Personen einander gar herzlich lieben / eine der andern Gedancken gar genau wissen kan / wenn sie gleich solche aus keinen äußerlichen zeichen abnehmen können; Ungleichen daß Weiber / welche mit ihren Männern eifern / deren vorhaben offtmals gar genau von sich selbst wissen / wenn gleich nichts äußerliches zu ihrer vermuthung geholffen; wie denn von beyden Exempeln die unwidersprechliche / genaue / untersuchte erfahrung bezeuget. Was anbelanget das bluten eines Ermordeten / wenn der Thäter bey denselben kömmt / das stelle ich einem jedwedern zu bedencken anheim benebenst vielen andern dergleichen Befindungen / die sonderlich bey stillen nachdenckenden Personen geschehen / beydes durch Träume und sonst. Denn hiervon wäre viel zu sagen / aber auf dieses
69 mal | will ich mich hiemit begnügen lassen.

H. Hieran aber werden andere Ungelehrte sich nicht begnügen lassen / und damenhero wäre es wol von nöthen / daß solches durch ein verständlich grob Exempel etwas deutlich gemacht würde.

M. Ob sich gleich solche Geistliche sachen auf grobe greiffliche art nicht eigentlich und gründlich erklären lassen / vor alle und jede die dergleichen zu betrachten nicht gewohnet sind / will ich mich doch bemühen / durch das Exempel der Luft / vermittelt welcher nebenst dem Liecht / alle Bilder und auch ihr eigenes unabscheidlich in uns eingedrucket werden / die Sache etwas deutlich zu machen. Wen es demnach solte geschehen / daß ihr mich wissentlicher weise sehr geärgert hättet / könte es alsdenn wol möglich seyn / daß ihr mein
70 Bildniß und ich das | eure solte können verlieren / oder davon los werden / dergestalt / daß wir dasselbe niemals empfinden solten / so lange wir bey verstande wären? und solten wir solches nicht mehr und mehr auswürcken?

H. Ich will nicht sagen nein; wiewol ich diese auswürckung noch

nicht recht verstehe. Solte sie aber bey den Menschen bleiben / wenn sie sich gleich weit voneinander sonderten?

10. Von dem Mittel / daß solche Sympathie unterhält und befördert.

H. Vermeinet Ihr / daß eine solche absonderung möglich sey / und daß nicht ein verbindender Zeuge bey beyden sollte bleiben / dessen Leichnam sich durch keine weite kan lassen theilen oder absondern?

H. Den Zeugen würde ich sehen müssen / ehe ich Ja oder Nein darzu sagen könnte.

M. Wenn ihr ihn denn durch den Verstand erkennen und sehen soltet / würdet ihr euch daran vergnügen lassen? |

H. Daran ist nicht zu zweiffeln / weil doch niemand keine andere bessere erkenntniß haben kan / als durch den Verstand. 71

M. Wohl denn. Demnach nun niemand leugnen kan / daß der unaussprechliche Gott nach seiner unendlichen Liebe Weisheit und Macht / seine sichtbare Geschöpfe und unsichtbaren Kräfte an der Sonne / Mond / Sternen / Luft / Wasser / Erde und so fort / also geordnet habe / daß sie ihren Zweck erreichen können / darzu sie geschaffen seyn; So ist daraus zu schließen / daß dieselben nicht können tod / unbeweglich und unempfindlich seyn / sondern ein kräftiges / durchgehendes / bewegendes Leben haben müssen. Gleich wie wir nun in unserm kleinen Leichnam befinden / daß zwar unsere bewegungen zugleich durch alle Glieder einstimmig ausgewürcket werden / und doch unsere Mutter / so von uns schwanger ist / | und von deren sichtbaren und unsichtbaren Natur / wir unser Wesen / Nahrung und Regung haben / dabey nicht unempfindlich ist; Wer wolte denn sagen / daß bey unsern würckungen und handlungen jene solten unempfindlich seyn? 72

H. Das ist wahr / daß eine Mutter sich krank und betrübt befindet / wenn das Kind sich übel zu dem Wachsthum und der Geburt schieket / und sich hingegen erfreuet / wenn ihr Kind sich natürlich zu der rechten ordnung dessen allen anstellet / was aber das Leben der Natur anbelanget / davon muß ich weitem bericht einnehmen.

M. Solte man sich denn wol einbilden / daß die herrliche / regierende / kräftig-würckende Luft solte können ohne alle Ordnung in einer schändlichen Verwirrung und confusion bestehen?

H. Mit nichten; Denn sie | ist diejenige / in und durch welche die Kräfte des Himmels alle miteinander ihre Würckung haben / und die Wasser / Erde und alle ihre Geschöpfe sich in einer guten ordnung bewegen; Ja in ihr selber erweist sich ein so edles wesen / daß ich mich nicht enthalten kan / allhier selber davon einige Exempel anzuführen. Wen man wie in der Figur nur. 35. zusehen / aus dem Glase 73

A eine Unze Luft auspompert / und dieselbe in das Glas B einpresset / welches auch davon um eine Unze schwerer wird / geschiehet es / wenn man an dasselbe Glas A (darein inzwischen / wegen deß verschlossenen Hanes C an der kupffernen Schrauben D keine frische Luft eindringen können) eine kupfferne Röhre voll Wasser EE fest macht / die bey F und G auch mit Hänen versehen ist; und solche unten in ein Gefäß mit Wasser H stellet / daß nach eröffnunge der Hane /
 74 das edle wesen | von dieser um eine einige Unze ausgezogenen groben Luft aus gemeldtem Wasser=Gefässe 22 Maß Wasser in die höhe zeucht / biß nemlich das Glas A ganz gefüllet ist. Dergleichen siehet man / wenn in der Gläsernen Röhre IK, die erst mit Quecksilber ganz angefüllet gewesen / das Quecksilber LL nach dem es in ein auch=mit=Quecksilber=erfülletes Gefäß M ablauffen können / einen ledigen Platz NO gemachet (darinnen keine dicke Luft mehr / sondern nur derselben edelster Kern überblieben) daß dieses edle wesen der Luft / so bald die Röhre ein wenig gekrümmet wird / wie in RPQ das Quecksilber PQ mit aller gewalt wieder in die höhe zeucht / und die ganze Röhre anfüllet / daß man nicht siehet / wo es selber Platz behält; und dieses so offt man die sache wiederholet. Daraus
 75 man denn leichtlich abnehmen kan; | was vor ein herzliches Geistliches wesen Gott in die Luft gepflanzet / daß alle so schwere Körper so leichtlich regieren und bewegen kan.

M. So urtheilet ihr denn daraus / daß diese unsere Grosse Mutter die ganze Erde mit ihrer Luft umgeben / ins gemein und insonderheit durch und durch empfindlich ist.

H. Es ist mir nicht möglich zu leugnen / weñ ich anderst recht und verständig in der Ordnung der Schöpfung und Regierung aller dinge will bleiben.

M. Wie solte es denn möglich seyn / daß wir als zwey Kinder / von denen unsere Mutter schwanger ist / uns solten können von ihr trennen und absondern / wenn wir gleich etliche tausend Meilen von einander zögen? welches denn nur eben so viel bey derselbigen ist / als wenn jemand in seinem Bette sein Gesicht umwendet / und doch
 76 auf einer stelle | liegen bleibet; Denn wir genießten doch / wie weit wir auch voneinander zu kommen vermeinen / ihr vereinigttes Leben / und bleiben in der Sympathia. Und so wenig als das Kind / so lang es in der Mutterleibe ist / und derselben überall von nöthen hat / ohn ihr zuthun absonderlich etwas kan verrichten / so wenig können die Menschen Gott und seine herzliche lebendige / himlische gleichstimmige

regierende Luft entbehren / daß sie nicht / weil sie alles berührt / ihr wesen bey allen verrichtungen müssen gegenwertig seyn lassen.

11. Regreß
zu der lebendi-
gen Stimme
deß Menschen

H. In dem ich nun nicht mehr zweiffle / daß zwischen dem Menschen und seiner Idea noch eine Sympathia verbleiben könne / und aber solche Idea sonderlich auch durch dessen Stimme entstehen kan / als in welche die Vermehrungs-krafft deß Menschen ihren sonderlichen einfluß hat / wie oben bewiesen / so schliesse ich aus diesem / damit wir nach dieser langen digression wieder auf den Weg kommen / daß diese Stimme deß Menschen / wen sie vollkommen ist / ein herzliches / lebendiges durchdringendes wesen sey. Ich kan mich aber hiebey nicht enthalten zu fragen / ob nicht eine solche lebendige kräftige Stimme solte Macht haben alle gewaltsame Gemüths-bewegungen zube-sänfftigen und zu stillen? 77

12. Wie sol-
che die gewalt-
same Affe-
cten besänft-
igen könne.

M. Freylich / wenn sie nur zugleich mit bescheidenheit gebraucht wird / und man die Natur deß vorhabenden Affects wohl einnimt und verstehet. Denn wenn man vor diesem Exempel gefunden / daß man durch Musicalische Gethöne / daß Gemühte auf unterschiedliche Art bewegen und besänfftigen können / so muß vielmehr die menschliche Stimme / wo sie mit verstand aus lebendigem Geiste herfürbricht / eine Krafft haben / dergleichen / ja viel ein mehres zu thun. Die art und weise aber solches anzugreifen / kan hier um geliebter kürze willen nicht ausgeführt werden. 78

13. Und wie
sie von einer
ertichteten zu
unterscheiden.

H. Wie ist aber eine wahrhaftige Stimme von einer falschen / heuchlerischen und lügenhaftigen zu unterscheiden?

M. Hierzu ist wenig kunst vonndthen; denn ein gemeiner Lügner verrätet sich gar leichtlich mit seinem Stammeln / und gezwungenen unnatürlichen geberden; Ein verwegner / kan mit wenigen fragen / wenn ihm solche unvermuthlich vorkömen / bald ertappet werden; Ein Politischer bekleißiget sich zwar zum allermeisten der Natur einer lebendigen unverfälschten Stimme nachzuaffen / aber es verrathen ihn entweder / seine todte oder finstere Augen / die gleichsam ohn Licht sind; oder man findet rechte Schalks-Augen an ihm; oder es finden sich andere wiewol ge-sprunge zeichen / die ein Aufrichtiger und verständig gar leichtlich / ein ander aber etwas schwerlicher mercken wird. Denn die Wahrheit darff keiner Gewalt / sondern wenn sie herausbricht / bringt sie schlechter dings das lebendige Bild / daß sie in sich empfangen / wie es ist an den Tag; da hingegen ein Lügner / der sein bild der warheit in sich empfangen / sich zwingen muß / daß er was nichts ist zu etwas mache / durch zusezen und abnehmen seines eigenen wesens. 79

Es ist aber zeit / daß wir wieder auf den Weg kommen / davon wir zimlich abgewichen / und endlich zu unserm Vorhaben schreiten / nemlich zu weisen / daß diese bißher erklärte Natur der Zunge und Stimme gar fürtrefflich fürgestellt sey in dem Hebreischen Alphabet. |

80

Das VI. Gespräch.

Darinnen die Erklä-

rung der Buchstaben des Hebreischen

Natur-Alphabets / samt angehendter

Beschreibung der Vocalen

begriffen.

H. **M** wächst meine Begierde je mehr und mehr / in dem ich nach so langer Ungewißheit / darinn ich gleichsam als auf einer ungestümmen See hin und her geschwebet / nun endlich dem Port der Wahrheit so nahe bin / und das feste Land bald werde betreten können.

1. Inßgemein da entschuldiget wird / daß nur einerley Figur gebraucht worden.

M. Ehe solches geschehen kan / muß ich zuerst erinnern / daß wir allhier den Liebhaber desto eher zu vergnügen / und ihm den längstgewünschten Vorschmack des ganzen Wesens nicht länger zu vorenthalten / nur eine Figur gebraucht haben / darinn die Buchstaben alle in einerley eröffnung des Mundes gestellet sind / da doch sonst /

81 wenn alles genau solte in acht genommen seyn / derselbe bey jedem Buchstaben durch unterschiedene Figuren seine gehörige weite nach genauer abmessung und anatomi absonderlich haben solte / nebenst gebührender veränderung des ganzen Gesichtes / Lippen / Wangen / des Kinnes / und des Halses. Gleich wie man aber einem Hungerigen das Essen darum nicht länger verzögern soll / wenn man gleich nicht Teller genug hat / dieselben bey iderm Gerichte zuverändern; Also haben wir vermeint / es wäre besser / das Werk selber mit etwas unvollkommenheit vorzutragen / als solches um eines oder des andern zufälligen mangels willen ganz und gar länger zuhinterhalten. Es ist hier auch zu melden / daß man bey Aussprechung des Nahmens eines jeden Buchstabens dem Schindlero, und dem de Balmis gefolget / doch je zuweilen einem mehr als dem andern. Auch ist ins

2. Nebenst be-richt nach wem die Namen der Buchstaben be-zeichnet worden.

82 gemein von allen Figuren zu wissen / daß man | offtermals in der composition und zusammensetzung derselben nur blosser stückgen von der Zunge / und nicht ihren ganzen Körper gebraucht / weil alsdenn uwerstehen / daß die Bewegung derselben nur bloß in diesen theilen

3. Und warum oft nur stückigen von der Zunge zu sehen sind.

4. Auch was
die Figuren
oben an den
Köpfen der
Bilder bedeu-
ten.

bestehet / das übrige davon aber ganz in der Ruhe ligt. Oben an dem Haupt jedwedern Bildes / an dem rande der aufgeschlagenen Münzen / sind gewöhnlich unterschiedene Figuren von jedem Buchstaben zu finden / nemlich bey num. 1. wenn es von nöthen die Buchstaben Begadchephat, welche sind Beth, Gimel, Daleth, Caph, Pe und Thau, wenn sie gelind ausgesprochen werden / darzu an seinem Ort auch dz Sin gebracht wird / und um gewisser Ursach willen / das geschlossene End-Mem. bey num. 2. ist das gewöhnliche Assyrische Alphabet, wie es de Balmis gebrauchet zu finden. Bey num. 3. wird gesetzt eine | andere alte Schreib-art / so jenseits des Wassers vorzeiten gebräuchlich gewesen seyn soll / und der de Balmis in einem sehr alten Buche gefunden haben will; Bey num. 4. werden die Buchstaben abgebildet / wie sie auf den alten Münzen gefunden werden / welche mit den gemeinen Samaritanischen mehrentheils übereinkommen. Unter diesen wird jene ein jedweder nach belieben gegen die unserigen halten / und wenn er dieselbigen wol verstanden / in denselben was recht oder unrecht ist / leichtlich unterscheiden können.

83

5. Insonder-
heit wird er-
kläret / was
bey jedem
Buchstaben in
acht zu neh-
men.

H. Was ist aber bey jedem Buchstaben absonderlich in acht zu nehmen?

M. Erstlich und vornemlich sein Laut / darinnen eigentlich des Buchstabens krafft und gewalt verborgen steckt; Hernach die Figur und wie solche aus der Stellung und bewegung der Zungen und Athems entsprin-|get; Ferner seyn Mahme / wie ihm selbiger von den alten gegeben ist / und wie derselbe offtmals zur bildung seiner Figur zu helfen scheint; dabey doch einem jedern frey stehet / derselben Verwandtschaft ferner nachzudencken / weil solche dem ganzen Werke nichts giebet / und nichts nimt / als welches auf andern bessern natürlichen Gründen bestestet. Hierbey wird auch die gewöhnliche Verdeutschung des Mahmens mit angehenget. Und endlich folget die Verknüpfung des Buchstabens mit dem nachstfolgenden / welcher gleichsam für des vorhergehenden sein Kind zu halten / und in schöner Ordnung sich ohne zwang gleich auf denselben bequäm formiren läffet. Und wiewohl bey jedwederm zugleich sein Geheimnis hätte sollen mit angeführet werden / welches denn in der zusammensetzung dem ganzen vornemlich das Leben giebet / so hat doch | solches bey einem so kurzen entwurff nicht füglich geschehen können. Wenn sich aber jemand fleißig üben wird die Hebreischen Radices mit verstande oft durchzulesen / so will ich denselben urtheilen lassen / ob nicht bey dem gebrauch und concursu einerley radicalium sich eine analogische

85

Gleichheit der Bedeutung finden wird / aus welcher man immer weiter und weiter wird erkennen lernen / was diese oder jene Consonantes für effect zu solcher bedeutung beygetragen / und worinnen alsdã ihre Natur bestehe.

H. So will ich denn die deutliche erklärang aller aufeinander folgender Figuren mit Freuden anhören / und fange begierig an von dem ersten Buchstaben zufragen / was doch sein eigentlicher Thon und Laut sey?

6. Darauf die erklärang der Buchstaben auf einander folget.

86 M. Hiervon können wir nachricht haben aus dem Kupfferblat num. 1. Auf welchem das Aleph der Führer und Vatter /| darauf und daraus **ALL E** andere consonanten folgen abgebildet ist. Deswegen ist sein laut mehr ein Anfang des Gelauts weil aus demselben alle andere Gelaut / durch absonderliche Bewürkung herfürkommen / als selbst ein Gelaut zu nennen / und wird derselbe nicht in der Gurgel / oder Brust / sondern aus der Kehle heraus in dem Munde gemacht: Und wenn die andern alle aus mehrern zusammengesetzt sind / und in der composition bestehen / so ist dieser simpel und einfach / und behält seine activitet und würckligkeit allezeit.

H. Was hat aber bey solchem laut die Zunge für eine stellung und Bewegung / und wie entstehet daraus die Figur des Buchstabens?

87 M. Wenn man dieselbe genau betrachtet / so hebet sie sich erstlich / wie hier zu sehen / etwas in die höhe aus ihrem Lager / und weil dieser Buchstabe ein Vatter aller andern ist / in welchem nothwendig mehr vollkommenheiten stecken müssen / so suchet sie hierbey alle dimensionen des Mundes zu durchgehen / und den angefangenen circul in natürlicher Ordnung zu vollenden: Hebet sich demnach so hoch immer möglich / daß sie mit der Spitze an den Gaumen stößet / und weil sie nicht weiter kan / daselbst sich etwas breit drücket / daher sie denn fornen und hinten einen bug bekömt. Wenn nun dieser starke andruck geschehen / schläget sie wieder herab / wie die Figur weiset / und zwar so tieff als möglich um vorgemeldter ursach willen / und weil solches ohne weite auffperrung des Mundes nicht geschehen kan / auch dieses ihr natürliches Lager nicht ist / hebt sie sich wieder / um in ihre ruhe zu kömen / und mit ihr hebt sich zugleich der unter-Mund / jedoch mit keiner gewalt / weil dieses in der Endschaft / und
88 nicht | im anfang der Stärke geschiehet / daher auch der Mund auffß letzte sich nicht ganz zuschleuffet. und dieses was hie so weitläufftig erzehlet wird / geschiehet alles fast in einem augenblick / welches

aber ein jedweder langsam leichtlich nachmachen kan. Daraus nun leicht zu sehen / wie die Figur dieses Buchstabens müsse gezeichnet werden / nemlich die aufsteigende Zunge stehet in der mitten / die obgedruckte auf der obern / und die auf den abfall folgende steigung gegen die ruhe auf der untern seite.

H. Warum haben aber die Alten diesen Buchstaben Aleph genennet?

M. Diemeil ein jeder Buchstabe dieses worts ein stück zu der Figur dieses Buchstabens herzugeben scheint. Denn das dunckle A findet sich bald anfangs bey der ersten erhebung der Zunge / da der ausbrechende Athem / durch derer Krümmung gewöhnlich so einen duncklen Thon zu formiren fähig ist / der / wie hernach folgen wird / in einem Kametz abgebildet wird. Das Lamed beweiset sich gar deutlich mitten in der action des Buchstabens / bey der alleräussersten erhöhung der Zunge; das allerniedrigste e, wie das Griechische Eta findet sich in dem tieffen Abfall der Zungen und des untern Mundes / un das linde Pe ist bey der letzten gelinden Zuschliessung des Mundes (dabey sich gleichsam gar ein gelindes Gepschiffen spüren lässt) zu mercken / denn bey dieser action schleust sich der Mund bey weitem nicht so stark wie bey einem M. Es haben auch die Alten vielleicht darauf gesehen / daß das Pe den Mund bequem machet / den folgenden Buchstaben zu formiren / wie es denn die Natur mit sich bringet; Und solches ist durchgehends bey allen letzten Nahmens-Buchstaben anzumercken / als welche | gleichsam die eigenen Glieder sind / die die Ketten der ordentlichen verknüpfung machē helfen.

H. Was hat dieser Nahme zu bedeuten / und wie lässt er sich deutsch geben.

M. Etliche wollen / daß es so viel sey als eine Lehre / weil man aus diesem ersten alle andere consonanten lernen solle; andere wollen es sey so viel als ein Farn-Ochse / weil dieser Buchstabe gleichsam die ganze Heerde der übrigen führet / und für ihnen hergeheth. Bey andern heist er ein Herzog oder Führer / welches auf das vorige hinauslaufft. Er heist auch so viel als tausend.

H. Wie verknüpft sich aber dieser erste mit dem nachfolgenden / und wie wird derselbe aus diesem gleichsam geboren?

M. Die letzte Wirklichkeit dieses Buchstabens bestehet in der gelinden Zuschliessung des Mundes / in welchem auch die Zunge mit den Lippen recht übereinstimmt / und da stehet dann der ganze Mund in solcher positur, wie er soll / wenn man den folgenden Buchstaben anfangen will / welcher daher auch nicht unbillig gleichsam das Kind des ersten zu nennen wäre.

H. Nun bin ich denn vergnügt über dem ersten / und begehre aus dem Kupffer num. 2. von dem andern unterricht zu haben erstlich was doch sein eigner laut sey?

M. Derselbe vergleicht sich mit dem deutschen Be, und ist an sich selbst ein stummer Buchstabe / den die Hebreer ins gemein von den Lippen benennen.

H. Was hat aber die Zunge bey dessen formirung zu thun / und woher entsteht seine Figur?

M. Wenn der Mund aus seiner Ruh in die Eröffnung und bewegung tritt / leget sich die Zunge mit dem grössten theil ihres Körpers
 92 gar starck oben an den Gaumen an / also daß sich | deßwegen auch ihre spize fornen etwas herauswärts krümmet: weil sie aber hierinnen ihre Ruhe nicht findet / fällt sie auch mit gewalt geschwinde wieder herunter / dabey sich dean deß starckē abfalles wegen ihre spize etwas wieder in die höhe gibt. Daraus ist die figur deß Buchstabens leichtlich zu erlernen / denn sein oberstes theil ist ein Contersey deß Oberdruckes der Zungen / sein unterstes weist / wie die Zunge wieder gefallen ist. Hierbey ist aber zu mercken / daß wenn die Zunge so stark vom Gaumen abberstet / der Athem so aus der Lufttröhre gegen die obern Zähne getrieben wird / zurücke prallet biß unter die Zunge / daher der Buchstabe einige härtigkeit bekömt / wenn aber die
 93 Zunge wie oben num. 1. am Kopffe etwas gelinder an den Gaumen drücket / daß ihre förder=Spize weder oben von nöthen hat sich zu krümmen / noch auf geschwehnen abfall sich wieder in die höhe zu begeben / so wird der klang und laut deß Buchstabens etwas milder und gelinder.

H. Warum haben die Alten diesen Buchstaben Beth genant?

M. Es scheint / ob hätten sie gefunden / daß die Förder=krümmung der obenangedrückten Zunge einem Jod nicht unähnlich sey / und derselben nicht gar zu tieffer Herabfall eben eine solche stellung mache / in dem munde / wie sich bey dem langen E, daß sie Zere genant / ereignet; als denn unten soll gemeldet werden; hierbey haben sie nun auch ein Thau gefüget / welches denen Buchstaben um unterschiedlicher ursachen willen scheinete beygefügt zu werden / nemlich den andruck deß andern fördertheils der Zungen / deßgleichen den hernieder=schlagenden Abfall ihrer spize / damit anzudeuten / (denn aus solchen
 94 Bewegungen bestehet eigentlich die Natur deß Thau,) | oder wohl nur die bequemligkeit zu weisen / den vorhabendē Buchstaben dadurch an den nechstfolgenden anzubinden. Welche ursachen denn hier alle drey

können statt haben; wiewol darauf nit nothwendig zu fussen ist. Es heißt aber Beth eigentlich ein Haus.

H. Worinnen siehet man / daß dieser Buchstabe bequem sey / seinem folgenden den Weg zu bahnen?

M. Die endschafft seines lauts bestehet im wieder aufsteigen der Zunge nach geschehenem Abfall / darinnen sie gar wenig fortfahren darff zu der Stellung des Gimel, wie ein jeder gar leichtlich besfinden kan.

H. Was hat der dritte buchstabe für einen laut / und wie kan ich seine Figur aus der Bewegung der Zunge nach dem Kupffer n. 3. erlernen?

M. Hier findet man ein deutliches Ge, welches zwar unter die | stummen Buchstaben gezehlet wird / so den Rahmen von Gaumen 95 haben / dennoch aber ein wenig hauchend ist / wie ein halbes gelache. Und da wird nun die Zunge stark an den Gaumen gedruckt / sonderlich mit der Stärke ihres andern theils / jedoch also / daß sie oben eine kleine holligkeit gewinnt / durch welche die lufft gleichsam halb-pfeiffend durchstreicht; weil sie aber mehrentheils mit dem andern theil drückt / geschieht es / daß sie sich forne ziemlich tieff niederbeuget / und dabey ihre spize krümmend herausstreckt / auch wegen des starken druckens ihren Rücken einzeucht / den Bauch etwas fornen aussteckt / und wegen der langen ausdehnung so gar ihre wurzel in etwas erheben muß: darauf sie auch aus der höhe / um in die ruhe zu eilen / wieder einen tieffen Abfall thut / und weil derselbige gleichfals die grängen | ihres natürlichen lagers überschritten / sich wieder 96 ein wenig in die höhe begibt. Hierbey ist zu mercken / daß / wenn die Zunge ihres starken druckens wegen geschwinde abspringet / der Athem von den Zähnen unter dieselbige zurücke prallet / daher dieser buchstabe gleichfals etwas härtlich wird. Wenn aber die Zunge oben nicht so stark drückt / daß sich ihre spize so nicht krümmen darff / auch im abfallen keinen ruckschlag bekömmet / wie num. 1. oben am Kopffe des Bildes zu sehen / so wird der laut etwas gelinder.

H. Warum haben es die alten Gimel genannt / und wie weist mir dieser Rahmen die Verknüpfung mit dem folgenden Buchstaben?

M. Diweil sich (1) an der herabhängenden krummen Zungen-spize die gestalt des Jod befindet / und der Athem in solcher gestalt hezfürdringet / wie er beym | Chirek pflegt. (2.) weil bey dem niederfall 97 der Zunge der Mund in eine positur geräth / wie er beschaffen / wenn er den verschlossenen laut des M hervorbringen will / und solcher

zwar ziemlich tief geschicht / nicht weit von der vertieffung des Unter-
 mundes bey der formirung des Sægol. (3.) weil bey der aussteckung
 des Bauchs und einziehung des Rückens der Zunge sich eine ähnlich-
 keit des Lameds befindet; welcher Buchstab auch die Zunge an den
 ort stellet / da sie stehen soll / wenn sie bequem seyn will das Daleth
 zu machen; wiewol sie dahin auch geführet wird / wenn sie fortfähret
 aus ihrer Tieffe wieder in die Höhe zu steigen; dadurch denn dieser
 Buchstabe mit dem folgenden bequem zusammen geknüpft wird. Der
 Name soll auf Deutsch so viel heißen / als ein Kamel / oder als eine
 98 Vergeltung; die ursach der benen-nung nach dieser bedeutung kan
 man bey andern nachschlagen.

H. So muß denn nun aus dem Kupfer-bilde n. 4. der vierdte
 Buchstab seinem Laut und seiner Figur nach erklärt werden.

M. Dieser stumme Buchstab ist einer aus denen / so insgemein
 von der Zungen den Namen bekommen / und hat den laut wie ein D.
 Bey seiner bildung drückt die Zunge gegen die Wurzeln der Zähne
 und des Zahnfleisches mit der spitze in die höhe / also daß sie rück-
 werts einen winkel machet. Und weil bey dero losbrechen der Athem
 nicht anders / als von den Zähnen wieder zurücke unter die Zunge
 prallen kan / als muß sich bey diesem Buchstaben gleicher gestalt wie
 bey den vorigen eine Härtigkeit mit anmelden; welche aber / wenn
 die Zunge im andrücken / wie oben n. 1. am Kopfe des Bildes zu
 99 sehen / etwas sanfter begin-net zu würcken / daß ihre spitze sich nicht
 wieder in die höhe beziebet / sich alsdenn verleuret / und sonder
 zurückprallen des Athems einen gelindern laut im aussprechen dieses
 Buchstabens verursacht.

H. Warum haben die Alten diesen Buchstaben Daleth genannt /
 und wie giebt dieser Name gelegenheit folgenden Buchstaben be-
 quemlich an diesen anzuhengen?

M. Wenn die Zunge im ersten Ansaß ist / stehet sie oben ein wenig
 eingekrümmet / und giebt dem Munde eine stellung / wie wenn er das
 Kametz machen soll; hierbey giebt der Bug der Zunge eine ähnlichkeit
 des Lameds, das Sægol findet sich bey dem ziemlich tieffen Abfall
 der Zunge / und das Thau läffet sich aus dem förder-andruck der
 Zunge mercken / es stehet auch bequem die Ordnung des folgenden
 100 Buchstabens anzudeuten. | Denn weil der Mund mit der Zunge aus
 dem herabfall wieder in die Ruhe muß / bekommt er unterdessen
 eine positur, in der sich das He anfangen kan. Sonst bedeut dieser
 Namen eine Thür?

H. Nun folget denn das 5. Kupferblat / und auf demselben der 5. Buchstabe / dessen Laut und Figur zu erklären ist.

M. Dieses ist ein Athem- und Rehl=buchstabe / der seine krafft und stärke aus der Luft holet / und seinen Laut durch einen starcken Hauch zu vernehmen giebet. Bey dessen formirung stehet die Zunge / wie hier zu sehen / ein wenig erhoben / und wenn sie das ausfeichen befördert / beginnet sie nach der Ruh zu eilen und herabzufallen / mit einer zugleich geschehenden Erweiterung des Mundes / und also bestehet die Figur des Buchstabens aus der Bildung der | Erhebung ¹⁰¹ und des Falles der Zunge.

H. Warum haben ihn die Alten He genant / und wie läffet sich hieraus die Verknüpfung mit dem folgenden sehen?

M. Wenn die Zunge niederfället / und sich der Mund eröffnet / findet sich der doppellaut des langen E: das Aleph scheint beygefüget zu seyn / weil es auch ein Gutturalis, und etwas wie zu aller consonanten, also sonderlich zu dessen Geburt contribuiret. Wenn nun der Mund in seiner Eröffnung gewesen / eilet er wieder nach der Ruh und beginnet sich zuzuschließen; die Zunge begibt sich auch ein wenig in die Höhe / und wird also bequem das folgende Vav zu gebären. Der Name ist sonst nichts anders als ein Zeigewörtlein / so viel / als siehe da / oder diese. Es scheint aber darinnen die Bedeutung der Geburt zu stecken / wie man denn siehet / daß | alle ¹⁰² erhitzte Thiere / so in der Brunst sind / auf solche art reicken: darum ward er auch dem Abraham und der Sarah in ihre Namen gegeben / weil sie solten ein Vater und Mutter vieler Völker werden.

7. Warum
das He
dem Abra-
ham und Sa-
rah in die Na-
men gegeben
worden.

H. Wie soll man nun den rechten Laut und Figur des 6. Buchstabens aus dem 6. Kupferblat erkennen?

M. Dieses ist ein stummer Buchstabe / und hält das Mittel zwischen dem gemeinen F und W. Die Zunge stehet alsdenn zimlich gleich in die Höhe / und krümnet sich forn etwas wie ein Haken / weil sie oben ein wenig andrückt / doch so gar gewaltig nicht; und ist ihr laut alsdenn etwas trüb und wie kläglich oder gleichsam sterbendschwach. Wenn nun solcher Druck geschehen / so fället sie / als nach der Ruh eilend / wieder schwach und krafftlos herab.

H. Warum hat er den Namen Vav bekommen / und woher weist ¹⁰³ sich seine verbindung?

M. Das Jod läffet sich an der in etwas herfürgekrümmeten Zungenspiße sehen / das letzte Vav aber entstehet aus dem sachten wieder aufsteigen des Mundes: der sachte herabfall aber stellet den

Mund also / wie er stehet / wenn er den trüben hollen thon des Kametz machen will. Sonst bedeut der Name Vav so viel als einen **Haken**. Wenn der laut des Buchstabens geschehen / dabey sich der Mund etwas eröffnet hat / beginnet sich derselbe nach der Ruh zu begeben / und wird bequem aus diesem **Todes-Buchstaben** / den baldfolgenden Buchstaben der **Auferstehung** zu gebären.

H. Nach dem aus der weitläufftigen Beschreibung der numehr erkläreten Buchstaben zur genüge zu sehen / wie die Natur bey for-
 104 mirung dieser heiligen Buchstaben gespielt / so werd ich | mich gar wol vergnügen lassen / wenn gleich in den künfftigen übrigen alles etwas kürzer gefasset würde / bitte demnach miteinander zu antworten / was sich bey dem 7. Kupferblätlein / an dem 7. Buchstaben zu erklären finde?

M. Dieser Buchstab ist ein semivocal oder halb lautender / unter denen die man Zähnbuchstaben nennet: und läffet sich in einem gelinden gesause und gezische hören / wie ein ds; die Zunge gehet ganz **zitternde** und **bebende** mit der spize gegen die obersten Zähne: daher sie forne gleich in die höhe stehet / mit der spizen mehr herabwerts als bey dem Vav, ihr hinterstes aber flach in dem Munde liegen läßt. Wenn ihr druck geschehen / ist natürlich / daß sie von dem obersten Gaumen und Zahnfleisch wieder herunter fällt / um wieder in die ruhe zu gehen / und weil sich der Mund alsdenn auch wie-
 105 der zuthut / und alles mehr stärke bekdimmt durch die Ruhe / wird sie bequem ihr folgendes kräftiges Kind / das Cheth herfürzubringen. Die Alten haben ihn Dsain genannt / weil sich diese Buchstaben alle stückweise bey solcher Figur befinden / wie vor augen zu sehen: denn die Zungen-spize ist wie ein Jod, und ihr Kopf und Leib wie ein Nun; das Patach findet sich bey dem herabfall der Zunge in die rechte weite eröffnung des Mundes. Der Name bedeutet so viel als **Waffen**.

H. Nun folget der achte Buchstabe auf dem 8. Kupferblätlein / dessen Erklärung nicht schwer zu seyn scheint.

M. Dieses ist ein starcker Kehl- und Athems-buchstabe / namens Cheth, lautet wie ein doppeltes Hh, mit einem dicken hauchen. Der ganze Leib der Zunge stehet oben gegen dem Gaumen gedrückt / und
 106 ist am | obersten theil holl gebogen / daß der Athem dadurch rauschen kan. Nach dem druck schläget sie eilends grad unterwerts mit der spize / und weil Mund und Zunge unten / beginnet sich jener gemach zu / und diese etwas in die höh zu machen / und wird dergestalt alles

bequem den folgenden Buchstaben zu gebären. Die Alten scheinen darum obgesetzten Namen gegeben zu haben / weil die Zungen=spitze gebogen ist wie ein Jod, und der Oberdruck mit dem Abfall gleichsam ein Thau präsentiret / welches denn gleichfalls etwas zur Verbindung mit dem folgenden contribuiret / wie oben gemeldet worden. Das lange laute E weist / wie weit der abfall der Zunge geschiehet / nemlich biß in die mittelste Eröffnung des Mundes. Der Name Cheth soll so viel seyn als ein lebendiges Thier.

H. Wie soll man das 9. | Kupferbild / und aus demselben den 9. ¹⁰⁷ Buchstaben verstehen?

M. Der neunde Buchstabe namens Theth, ist ein stummer / aus denen / welchen ins gemein der zunahme von der Zunge gegeben wird: sein laut ist wie ein reines T. Und hier drückt die Zunge oben gegen die Zähne und Zahnfleisch ohne bewegung des Mundes / und dieweil sie forne gegengedrückt / ist nöthig / daß sie rückwärts ihre Ruhe suche / und dahin springe; sich aber auch bald wieder herfürneige / um bequem zu werden ihren folgenden Buchstaben zu machen. Es scheint / als ob die Alten in den bewegungen der Zunge die stücke der Buchstaben gefunden / aus denen sein Name bestehet; denn im förderdruck siehet man das Jod, und alles was gegen die fördersten Zähne drückt / hat die krafft eines Thau, wie die Figur weist. Das lange E weist die eröffnung des Mundes / die bey diesem ¹⁰⁸ Buchstaben befindlich. Der Name soll nach etlicher meinung eine Abwendung / nach andern eine Windung heißen.

H. Nun wollen wir zu dem 10. Kupferblatte schreiten / darauf der 10. Buchstab erklärt wird.

M. Dieser Buchstab ist aus den Palatinis oder Gaumen=Buchstaben / namens Jod; sein laut ist halblachend / und da liegt die ganze Zunge im Maule ruhend / und stehet nur in die Höhe mit ihrem fördertheil gegen dem Gaumen und fördere Zähne; oben ist sie holl gebogen / daß der Althem gelinde dadurch pfeiffen kan. Ihre spitze hängt ein wenig unterwärts / und weil dieselbige allein würcket / stehet sie abgeschnitten und allein in der Figur. Weil sie auch in ihrer Würckung sanft ist / und nicht viel zu verrichten hat / ist sie bald bequem den folgenden Buchstaben in | demselben ort anzufangen. Die Alten haben ¹⁰⁹ diesem den Namen Jod gegeben / weil sich beydes im erhöhen ein Vav und im gelinden förderdrucken ein D. findet / das Cholem zeigt die Eröffnung des Mundes an / die sich bey diesem Buchstaben darstellt. Der Name heißt bey etlichen so viel als eine Hand / andere heißen es einen Anfang / davon aber nicht weitläufftig zu reden.

H. Was ist aus dem 11. Kupferbilde / von dem 11. Buchstaben zu lernen?

M. Dieser ist einer aus den stummen / so von dem Gaumen benennet werden / sein laut ist wie ein gelindes K, wiewol etwas weicher als dasselbe / und etwas härter als ein hartes G. Die Zunge drückt gar starck gegen das feste Gewölbe des Gaumens / deswegen hanget die spize gar tief unten / und weil sie starck drückt / muß der
 110 Mund | weit aufgehen / und die Zunge muß unterwärts flach niederfallen. Dabey aber zu mercken / daß / wenn sie losspringt / der Athem reverberiret vom obertheil der Zähne / biß unter die die Zunge. Drauf muß Mund und Zunge / um in die Ruh zu gehen / wieder in die Höhe steigen / daher beydes bequem wird / den folgenden hohen Buchstaben anzufangen. Die Alten haben ihm den Namen Caph gegeben / weil nach dem Maasß des Pathah sich hier die oberwehnete Mundesweite erdffnet. Das Pe aber findet sich in dem wieder aufsteigenden Untertheil des Mundes; die bedeutung des Namens soll so viel seyn als eine Höle / Krümmung und dergleichen / wie eine holle Hand.

H. Wie wird denn das 12. Kupfer / und daraus der 12. Buchstabe erkläret?

111 M. Dieser ist einer aus den flüssenden halbblautenden / und | stehet bey den Hebreern unter denen / die den Zunamen von der Zunge bekommen; sein laut ist wie ein bekandtes L. Die Zungedrückt in die Höhe gegen das feste Gewölbe / so daß ihre spize oben eine breite Koppe bekömmt / und weil sie sich so lang macht / bekömmt sie in der Krümmung vorn und hinten einen Bauch. Wenn sie los kömmt / und unterwärts fällt / steigt sie / ruhe wegen / wieder rund in die höhe / und wird bequem das Mem zu machen. Die Alten haben die unterschiedlichen Figuren / die hier zusammenlaufen / wie die Figur weist / mit den unterschiedliche Buchstaben des Namens Lamed andeuten wollen / wie es das ansehen hat. Den weil die Zunge niederfällt und wieder rund aufstehet / macht sie eine ähnlichkeit des Mem, das förderdrucken aber gibt das D. Die stellung des Mundes beim ersten drücken / ist gleich der posi-
 112 tur desselben / wenn er ein Kametz macht; und der / wegen des starcken druckens geschene gar tieffe abfall / erdffnet den Mund biß fast auf die erdffnung des Sægol. Der Name Lamed, soll so viel als Lehre / nach andern einen Griffel bedeuten.

H. Was ist denn der Inhalt des 13. Kupferblats / und was kan man daraus von dem 13. Buchstaben lernen?

M. Dieser ist ein stummer / aus den so genannten Lippenbuchstaben / sein laut bestehet in dem hollen inwendig verschlossenen gebrumme / und ist aus dem gemeinen M leicht zu kennen. Die Zunge rühret gelinde den Gaumen / gleich wie sich auch die Lippen gelinde anrühren; darauf fällt sie unterwärts / und der Mund gehet zugleich auf; wiewol selbiger / als wieder nach seiner ruh eilend / sich bald wieder schleusst / und dabey wird er bequem den folgenden | Buchstaben zu machen. Und so bestehet denn die Figur aus der lind emporstehenden / herabfallenden / und wiederaufsteigenden Zunge. Im Ende des Worts verändert er seine Figur / wie sich alsdenn mit der Zunge die bewegung des Mundes ändert / und sich mit zuschließen endiget. Die Alten haben ihm den Namen Mem gegeben / weil der herabfall biß in die Tiefe der Mund-eröffnung des langen E gehet / und sich zuletzt der Mund wieder zuschleusst / wie er angefangen. Es bedeutet aber dieser Name / nach etlicher meinung / einen flecken oder mackel / andere sagen / es sey so viel als / Aus ihnen / als wenn darunter zu verstehen wäre das Wort geboren. Und wenn man etwas genau auf seine geheime bedeutung sehen wolte / sonderlich so fern als er am ende der Wörter gebraucht wird / da der Mund mit Athem und gleichsam mit | einem lebendigen Saamen voll angefüllet wird / ddrffte man leichtlich gewahr werden / daß etwas dergleichen dabey zu beobachten wäre / denn durch ihn wird eine jedere significatio pluralis und vielheit angezeigt / und alsdenn schleusst er sich nicht anders zu / als eine schwangere Mutter / die ihre vervielfältigung eben also in sich verschlossen hält.

H. Ich wolte anizo lieber bey den Bildern und Figuren bleiben / als in die Weitläufftigkeit der Bedeutungen gerathen / und trage demnach verlangen / das 14. Kupferbild / und aus demselben den 14. Buchstaben zu betrachten.

M. Dieser / mit namen Nun, ist einer aus denen / die man von der Zunge benennet / und sein laut als eines gemeinen N. ist nicht unbekannt. Bey dessen formirung ist der ganze Leib der Zungen ruhend / und dieselbe stehet nur fornen mit dem Kopfe | in die Höhe wie eine Schlange; sie drückt aber oberwärts gegen das oberste Zahnfleisch / so daß sie eine breite Kuppe macht. Nach dem druck muß sie von Natur unterwärts fallen; da gehet denn der Mund auf / und sie lehret wieder zurücke biß mitten in den Mund / und wird bequem das einfältige niedrige Samech zu machen. Die Alten haben allhier den Namen Nun gebraucht / denn die Figur der Zunge ist der gestalt

Verlag von Fischer's medicin. Buchhandlung H. Kornfeld,
Berlin W. 62, Keithstraße 5.

Diagnostik der Krankheiten des Nervensystems

Eine Anleitung zur Untersuchung Nervenkranker

von
Geh. Med.-Rat Prof. Dr. A. Goldscheider (Berlin).

Vierte, verbesserte und vermehrte Auflage unter Mitwirkung von Dr. K. Kroner
(Berlin-Schlachtensee).

Mit 55 Abbildungen. Geheftet 8 Mk. Gebunden 9 Mk.

Bestens empfohlen:

Therapeutisches Taschenbuch der Nervenkrankheiten

von Dr. W. Alexander, (Berlin) und Dr. K. Kroner, (Berlin-Schlachtensee).

Mit Vorwort von Geh. Med.-Rat Prof. Dr. A. Goldscheider (Berlin).

Mit 6 Abbildungen. Preis: Gebunden und durchschossen 3.50 Mk.

... Jedenfalls kann der Praktiker, wenn er das vorliegende Buch benutzt, nicht in Verlegenheit kommen. So kritisch das Material angeordnet ist, so übersichtlich ist es auch. . . Wir wünschen dem Buch dieselbe Ausbreitung wie den anderen, in dem gleichen Verlag und in der gleichen Ausstattung erschienenen therapeutischen Taschenbüchern." (Zentralblatt f. inn. Medizin)

Aeltere Jahrgänge der Monatsschrift für Sprachheilkunde

aus den Jahren 1891, 1892, 1893, 1894, 1895 und 1896
werden, soweit noch vorhanden, zum Preise von je 8 Mk. abgegeben
auch werden die Einbanddecken zu je 1 Mk. noch nachgeliefert.

Die Jahrgänge 1897 und Folge kosten je 10 Mk.

Fischer's medicin. Buchhandlung H. Kornfeld
Berlin W. 62, Keithstraße 5.

Sprachheilkunde

Vorlesungen über die Störungen der Sprache
mit besonderer Berücksichtigung der Therapie

von

Prof. Dr. Hermann Gutzmann

Leiter des Universitäts-Ambulatoriums für Stimm- und Sprachstörungen
zu Berlin.

Zweite, völlig umgearbeitete Auflage.

Mit 131 Abbildungen im Text.

Preis: Geheftet 15 Mark — gebunden 16,50 Mark.

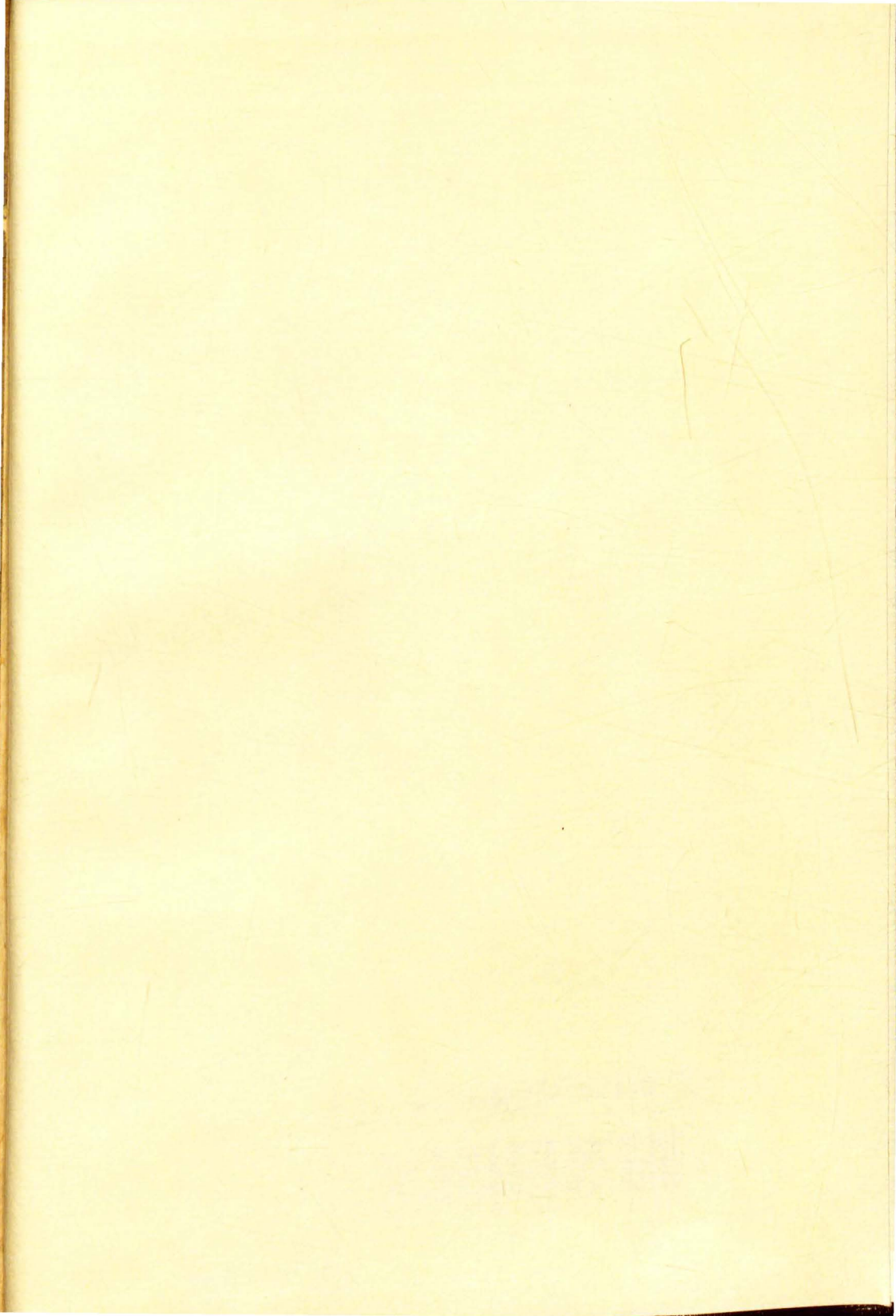
Inhaltsverzeichnis:

I. Allgemeiner Teil.

1. Physiologie der Lautsprache	1
2. Psychologie der Lautsprache	45
3. Entwicklung der Lautsprache	88
4. Untersuchung sprachgestörter Patienten	112
5. Die allgemeinen Grundlagen der Sprachheilkunde	147

II. Spezieller Teil.

1. Die peripher-impulsiven Sprachstörungen	195
2. Die Aphasien	257
3. Die Sprachstörungen bei angeborenen und in der Jugend erworbenen Defektpsychosen von Dr. M. Nadoleczny	305
4. Die Stummheit	348
5. Das Poltern	362
6. Das Stottern	373
7. Aphthongie und Aponia spastica	451
8. Die funktionellen Störungen der Stimme	463
9. Das Stammeln	490
10. Die mechanischen Dyslalien	520
11. Die symptomatischen Sprachstörungen von Dr. Hugo Stern	580
Alphabetisches Sachregister	644



S N12<103152253010



Kopp MAI 1968