Max Planck Research Group
Epistemes of Modern Acoustics

Sound & Science: Digital Histories

Wendeler, Paul. “Ein Versuch, die Schallbewegung einiger Consonanten und anderer Geräusche mit dem Hensen'schen Sprachzeichner graphisch darzustellen.” Zeitschrift für Biologie 23 (1887): 303-320.

https://acoustics.mpiwg-berlin.mpg.de/node/1952

Scan licensed under: CC BY-SA 3.0 DE | Max Planck Institute for the History of Science

MAX PLANCK INSTITUTE
FOR THE HISTORY OF SCIENCE

ZEITSCHRIFT

FÜR

BIOLOGIE

VON

W. KÜHNE,
O. Ö. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE IN HEIDELBERG,

UND

C. VOIT,
O. Ö. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE IN MÜNCHEN.

NEUE FOLGE: FÜNFTER BAND.
DER GANZEN REIHE: DREIUNDZWANZIGSTER BAND.

MÜNCHEN UND LEIPZIG 1887.
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG

Ex
Biblioth. Regia
Berolinensi.

Kt 124 – 23
= N. F.
5
1886

Inhalt.

Seite

Neue Untersuchungen über motorische Nervenendigung. Von W. Kühne. (Mit Tafel A—Q) 1

Die Athembewegungen und deren Innervation beim Kaninchen. Von Dr. Max Marckwald (Kreuznach). (Mit Tafel I) 149

Ein Elektromyographion. Von H. Kronecker 285

Ueber die Schrift von Schallbewegungen. Von Prof. Hensen, Kiel . . 291

Ein Versuch, die Schallbewegung einiger Consonanten und anderer Geräusche mit dem Hensen'schen Sprachzeichner graphisch darzustellen. Von Dr. Paul Wendeler. (Mit Tafel II u. III) 303

Ueber den Gasgehalt menschlicher Secrete. Von Dr. R. Külz 321

Beiträge zur Kenntniss der activen β-Oxybuttersäure. Von E. Külz . . 329

Ueber den Fettgehalt des Körpers und verschiedener Theile desselben bei mageren und fetten Thieren. Von Dr. Ludwig Pfeiffer 340

Zur Kenntniss der Albumosen. Von Dr. R. Neumeister 381

Ueber Vitellosen. Von Dr. R. Neumeister 402

Geschichtliche Notiz von Dr. Robert Tigerstedt und stud. med. C. G. Santerson in Stockholm 412

Ueber den Einfluss des Glyzerins auf die Zersetzungen im Thierkörper und über den Nährwerth desselben. Von Ludwig Arnschink 413

Ueber die Ausnützung des Weizenklebers im Darmkanale und über die Verwendung desselben zur Ernährung des Menschen. Von Dr. Alexander Constantinidi 433

Zur Darstellung der Oxybuttersäure aus diabetischem Harne. Von E. Stadelmann 456

Können von der Schleimhaut des Magens auch Bromide und Jodide zerlegt werden? Von E. Külz 460

Zur Kenntniss des Indischgelb und der Glykuronsäure. Von E. Külz . 475

Directe Reizung der quergestreiften Muskeln mittels des constanten Stromes. Von K. Hällstén. (Mit Tafel IV) 486

Die Methode der Aequivalente, angewandt zur Maassbestimmung der Feinheit des Raumsinnes. Von Dr. W. Camerer 509

1886.3629

ZEITSCHRIFT

FÜR

BIOLOGIE

VON

W. KÜHNE, UND C. VOIT,

O. Ö. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE IN HEIDELBERG, O. Ö. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE IN MÜNCHEN

XXIII. Band. Neue Folge Band V.

1. Heft.

Inhalt.

Neue Untersuchungen über motorische Nervenendigung. Von W. Kühne. (Mit Tafel A—Q.)

MÜNCHEN UND LEIPZIG 1886.

DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.

½ broch. 20

Verlag von Hermann Costenoble, Jena.

Für Aerzte und Laien

von

Dr. med. Michaelis.

8. Eleg. brosch.

Preis 1 M. 80 Pf.

Die Leberkrankheiten und Gallensteinleiden in diätetischer, prophylactischer und hygieinischer Beziehung.

In 60 Grundregeln nebst Tagesdiät.

Allen Leber- und Gallensteinleidenden, denen Carlsbad, Marienbad, Homburg, Tarasp und Kissingen angerathen wird, ist das Werk ganz besonders zu empfehlen.

(14/4)

Im Verlage von R. Oldenbourg in München und Leipzig ist erschienen:

Die aetiologische

Therapie und Prophylaxis

der

Lungentuberculose.

Von

Dr. Hans Buchner.

1883. gr. 8°. XIII und 161 S. Preis M. 4.

Eine neue Theorie

über

Erzielung von Immunität

gegen

Infections-Krankheiten.

Von

Dr. Hans Buchner.

1882. gr. 8°. 40 Seiten. — Preis 80 Pf.

Im Verlage von R. Oldenbourg in München und Leipzig ist erschienen:

Untersuchung der Kost in einigen öffentlichen Anstalten.

Für Aerzte und Verwaltungsbeamte

in Verbindung mit

Dr. J. Forster, Dr. Fr. Renk und Dr. Ad. Schumann

zusammengestellt von

Professor Dr. Karl Voit.

1877. Gr. 8. 215 Seiten. Preis 4 Mark.

Verlag von August Hirschwald in Berlin.

Soeben erschienen die ersten Abtheilungen:

Jahresbericht

über die

Leistungen und Fortschritte

in der

gesammten Medicin.

Unter Mitwirkung zahlreicher Gelehrten

herausgegeben von

Rud. Virchow und Aug. Hirsch.

XX. Jahrgang. Bericht für das Jahr 1885.

2 Bände (6 Abtheilungen). Preis des Jahrgangs 37 Mark. (13/4)

Der

Universität Heidelberg

zum Feste

ihres fünfhundertjährigen Bestehens

gewidmet.

Ein Versuch, die Schallbewegung einiger Consonanten und anderer Geräusche mit dem Hensen'schen Sprachzeichner graphisch darzustellen.

Von

Dr. **Paul Wendeler.**

Gekrönte Preisarbeit aus dem physiologischen Institut der Universität Kiel.

(Mit Tafel II und III.)

Angeregt durch eine von der medicinischen Facultät zu Kiel gestellte Preisaufgabe unternahm ich den Versuch, von der Schallbewegung verschiedener Consonanten graphische Darstellungen anzufertigen.

Herr Professor Hensen hatte die Güte, mir für diese Zwecke seinen Sprachzeichner zu überlassen und mich in den Gebrauch desselben einzuweihen. Durch seine Unterweisung gewann ich allmählich das Verständniss der angefertigten Curven. Auch sonst hat er mich mit allen erforderlichen Hilfsmitteln, sowie mit Rath und That unterstützt, was ich einleitend und mit grossem Dank hier zu erwähnen hatte.

Auf eine Beschreibung des Hensen'schen Apparates, sowie auf die Methode, ihn zu gebrauchen, gehe ich hier nicht ein, da dieselben von berufenerer Seite gegeben werden sollen.

Die mit dem Sprachzeichner dargestellten Originalkurven sind mikroskopisch. Sie werden im physiologischen Institut zu Kiel aufbewahrt und können dort eingesehen werden. Die auf Tafel II und III beigefügten Abbildungen geben besonders in Frage kommende Partien aus einzelnen derselben wieder. Um diese Tafeln anzufertigen, wurden die Originale bei einer Vergrösserung von Leitz Okular II Syst. VII mit $^2/_3$ ausgezogenem Tubus mit Hilfe eines Zeiss'schen Zeichenapparates abgezeichnet.

Die so gewonnenen Bilder wurden in geeigneter Weise auf Cartonblätter geordnet und auf $^1/_3$ verkleinert photographirt.

Von den erhaltenen Negativs sind die beigegebenen Copien von Tafel II und Tafel III ein wenig vergrössert genommen. Gleichzeitig mit den Lautcurven schrieb der Sprachzeichner eine Zeitcurve mit einer Stimmgabel, die 690 Schwingungen in der Secunde macht.

In den Abbildungen wurde dieselbe, resp. statt ihrer eine Punktreihe, stets über die dazu gehörige Lautcurve gezeichnet. Eine Stimmgabelwelle oder der ihr gleichwerthige Raum zwischen zwei Punkten entspricht also immer $^1/_{690}$ Secunde.

Die Richtung, in welcher die Curven geschrieben wurden und in welcher sie zu lesen sind, ist durch einen Pfeil angedeutet.

Die Curven sind durch Klammern in Abschnitte zerlegt. Neben der Klammer steht jedesmal der Buchstabe, durch dessen Aussprache der betreffende Abschnitt erzeugt wurde.

Aus technischen Gründen ist, abweichend von der sonst üblichen Darstellungsmethode, der positive Theil der Wellenbewegung durch ein Abweichen von der Gleichgewichtslage nach unten verbildlicht. Zieht man es vor, die positiven Phasen der Wellenbewegung durch einen Ausschlag nach oben gezeichnet zu sehen, so hat man nur nöthig, die Tafeln so zu drehen, dass die zur Bezeichnung der Curven geschriebenen Zahlen und Buchstaben auf dem Kopfe stehen. Man muss alsdann die Curven, auch jetzt der Richtung der Pfeile entsprechend, von rechts nach links lesen.

Von dem Consonanten R gelang es mir zuerst, brauchbare Curven darzustellen. Einige derselben sind in Tafel II Curve 1—10 abgebildet.

Curve 1 wurde durch Singen des Wortes Kara in gleichbleibender Tonhöhe erzeugt. Die Curve des K, sowie der grösste Theil des sich daran schliessenden A, wurde fortgelassen. Ebenso wurden von dem auf das R folgenden A nur wenige Wellen gezeichnet.

In den mittleren Parthien des abgezeichneten Abschnittes, die als graphische Darstellung des R angesehen werden müssen, fällt zunächst ein fortwährender Wechsel zwischen hoher und niedriger Schwingungsamplitüde in der Wellenbewegung auf. Dieser Wechsel ist kein jäher und plötzlicher, sondern ein ganz allmählicher. Die

Grösse des Wellenausschlages schwillt an und ab, ganz ähnlich, wie wir es in den Schwebungen mit einander interferierender Töne sehen. In Curve 1 finden wir 6 solche Pseudoschwebungen auf einander folgen. Die Zeitdauer der einzelnen Pseudoschwebungen ist annähernd gleich je 30 Stimmgabelschwingungen. Der R-Schall ertönte demnach in diesem Falle etwa 180 Zeiteinheiten (Stimmgabelschwingungen) hindurch, also ca. 0,25 Secunden.

Sehen wir nun unsere Curve genauer durch, so finden wir, dass die Tonhöhe durch die ganze Curve hindurch genau dieselbe bleibt. Auf eine Welle kommen immer $3^1/_2$ Zeiteinheiten. Die Note, auf welche das Wort gesungen wurde, hat also den Werth von ca. 200 Schwingungen in der Secunde.

Die Vocalwellen des A, welches dem R voraufgeht (auch die grosse Zahl der nicht abgezeichneten) zeigen alle jene ausserordentliche Gleichmässigkeit und Congruenz der einzelnen Wellenbilder, wie sie eben für den gesungenen Vocal charakteristisch sind. Nur die beiden letzten, noch deutlich in ihren Einzelheiten erkennbaren Wellen unterscheiden sich, auch von der kleineren Schwingungsamplitüde abgesehen, von ihren Vorgängern. Während in allen vorhergehenden nur der 4. Oberton deutlich ausgesprochen war, ist in ihnen der 5. zu erkennen. Nichtsdestoweniger ist der Eindruck, den diese Wellenbilder, im Ganzen betrachtet, machen, dem der vorangegangenen ausserordentlich ähnlich.

In der folgenden Welle ist die Schwingungsamplitüde so niedrig geworden, dass man nur schwer ihre Grenzen zu bestimmen vermag. Schon während der beiden alsdann kommenden Wellen wächst die Amplitüde so, dass man nach ihnen wieder das zu Anfang gesehene, wohl charakterisirte Wellenbild erhält, welches aber ebenfalls den 5. Oberton zeigt. In ähnlicher Weise verlaufen die sämmtlichen 6 Pseudoschwebungen.

Nachdem mit ihnen das R beendigt ist, folgt das End-A, das in seinen ersten 9 Wellen in gleicher Weise, wie wir es in der R-Curve fanden, den 5. Oberton enthält und auch sonst mit dem Wellenbilde desselben ein vollkommen übereinstimmendes Aussehen zeigt. In den dann folgenden A-Wellen ist wieder nur der 4. Oberton vorhanden.

Auch in Curve 2, die ebenfalls dem gesungenen Worte Kara ihre Entstehung verdankt, sehen wir die oben als Bild der Schallbewegung des R beschriebenen Pseudoschwebungen. Auch hier finden wir in ihnen das Wellenbild des angrenzenden Vocales wieder. Diesmal bleibt durch die ganze Curve hindurch derselbe Oberton der herrschende. Dahingegen zeigt der Habitus des ganzen Wellenbildes eine, wenn auch nur geringe Labilität, die anscheinend durch einen Intensitätswechsel in den Obertönen bedingt ist. Dieser unbedeutende Wechsel in dem Aussehen des Wellenbildes beginnt kurz vor dem Einsetzen des R und hört bald nach dem Ertönen desselben auf.

Auch in diesem Falle wurde das Wort zur Erzeugung der Curve auf eine Note von annähernd 200 Schwingungen in der Secunde gesungen.

In der folgenden Curve 3, zu deren Darstellung wieder das Wort Kara gesungen wurde, ist die Tonlage etwas tiefer. Auf eine Secunde kommen ca. 150 Vocalwellen. Bei der Aufzeichnung dieser Curve war die translatorische Geschwindigkeit etwas grösser als bei der vorhergehenden. Wenn uns auch in diesem Falle die einzelnen Wellenbilder nicht so schön und klar entgegentreten, so erkennt man doch mit Sicherheit, dass der Typus der Wellenbewegung sowohl vor den Pseudoschwebungen, als auch in und nach denselben wiederum der gleiche ist.

Curve 4 *a* zeigt neben den Charakteren, auf welche schon bei den vorhergehenden genügend hingewiesen ist, die Besonderheit, dass in ihr nur zweimal das Fallen und Steigen der Schwingungsamplitüde, das wir oben als Pseudoschwebung kennen lernten, vorkommt. Auch sie verdankt dem gesungenen Worte Kara ihre Entstehung.

Betreffs Curve 5 brauche ich nur auf das über Curve 2 Erörterte hinzuweisen.

Auch durch Singen anderer Worte, in welchen vor und nach dem R derselbe Vocal ertönte, z. B. Koro u. s. w., erhielt ich stets analoge Erscheinungen betreffs der Pseudoschwebungen und der fast vollkommenen Identität ihrer Wellenbilder mit denen der Vocale. Ebenso auch, wenn ich ein Wort, das mit einem R endete, s p r a c h, z. B. Kater. — Alle diese Curven waren relativ leicht zu erhalten.

Ihr Aussehen ist in den Originalen schöner als in meinen Zeichnungen. Auch die Charaktere treten dort deutlicher hervor.

Die nun folgenden Curven Tafel II, 6 und 7, 8, 9 und 10, wurden durch gesprochene Worte erzeugt. Curve 6 und 7 stellt das Wort Karre dar. Zunächst sehen wir den Consonanten K aufgeschrieben. Er ist nicht besonders gut gelungen und interessirt uns augenblicklich noch nicht. Das Bild des dann folgenden, ganz abgezeichneten A ist ein anderes, als wir es in den oben betrachteten gesungenen Vocalen gefunden haben. Während dort die Wellenbilder durch die ganze Curve hindurch annähernd das gleiche Aussehen boten und nur in der Nähe des Consonanten eine ganz geringe Aenderung zeigten, ist hier die Form des Wellenbildes in einem fortdauernden Wechsel begriffen, so dass jede Welle von ihrer Nachbarin ein wenig verschieden ist. In der Tonhöhe des Vocalklanges vermag ich auch bei möglichst genauem Zählen keine Schwankungen zu entdecken, die hierfür verantwortlich zu machen wären. Dahingegen glaube ich starke Differenzen in dem Verhalten der Obertöne des Vocalklanges zu sehen. In den ersten auf das K folgenden Vocalwellen sind die in dem Klange enthaltenen Obertöne nicht deutlich zu bestimmen. Etwas später erkennt man auf der Grundwelle stark ausgeprägt den 3. und weniger stark den 6. Oberton. Auch in dem ganzen weiteren Verlauf des Vocales finden wir überall den 3. und 6. Oberton ausgesprochen. Nur ihre relative Intensität sowohl zu einander, als auch zum Grundton scheint sich dauernd zu ändern und so die grosse Verschiedenheit in dem Aussehen der einzelnen Wellenbilder vielleicht wesentlich durch Phasenverschiebung zu bedingen. — Wenn ich sehe, wie während des Sprechens eines Wortes die Mundhöhle, auch während der Vocal ertönt, fortwährend ihre Form und Grösse und somit auch ihre Resonanzverhältnisse etwas ändert, so ist mir diese Beobachtung sehr begreiflich. Andererseits steht auch wieder das dauernd gleichmässige Aussehen des gesungenen Vocales völlig damit im Einklange, dass wir beim Singen die Mundhöhle während des Ertönens eines Vocales möglichst fest dieselbe Form behalten lassen.

Nachdem wir so erkannt haben, dass in einem gesprochenen Worte der Vocal in seinem Wellenbilde einem fortwährenden Wechsel

unterworfen ist, werden wir darauf gefasst sein müssen, bei dem Versuch, das Vocalwellenbild in den Pseudoschwebungen unserer gesprochenen Kurven wieder zu suchen, auf grössere Schwierigkeiten zu stossen.

In unserer Curve 6 und 7 fällt zunächst auf, dass die grösste Schwingungsamplitüde in den Wellen der ersten Pseudoschwebungen etwa der des vorhergehenden Vocales entspricht, während in den letzten Pseudoschwebungen die Wellen der Höhe nach denen des nachfolgenden, viel niedrigeren Vocales gleichen.

Schon hierdurch wird die Vermuthung nahe gelegt, dass wir in den ersten Pseudoschwebungen die Wellen des vorangehenden, in den letzten die des nachfolgenden Vocales zu suchen haben. Betreffs der letzten Pseudoschwebungen können wir uns von der Richtigkeit dieser Vermuthung durch den Anblick überzeugen. Dass diese Vermuthung in ihrer ganzen Ausdehnung der Wirklichkeit entspricht, davon überzeugt uns die folgende Curve 8 (Karro) und noch mehr Curve 9 und 10 (Karro). Hier können wir auch noch constatiren, dass die beiden in den Pseudoschwebungen auftretenden Wellenbilder zweier verschiedener Vocale nicht durch eine scharfe Grenze von einander geschieden sind, sondern allmählich, gewissermaassen durch ein indifferentes Stadium in einander übergehen.

Curve 4 β wurde durch Aussprache des Wortes Karre erzeugt. Abgezeichnet wurde nur der letzte Theil des A und der Anfang des R, in dessen erster Pseudoschwebung wir deutlich die Welle des vorhergehenden Vocales erkennen.

Nach Allem, was wir nun gesehen haben, scheint es mir nicht schwer, eine Definition des R-Schalles zu geben. Derselbe entsteht durch eine rhythmisch wiederkehrende Abschwächung desjenigen Vocales, zu dessen Silbe der Consonant gehört. Diese rhythmische Abschwächung wird erzeugt durch eine passive, vibrirende Bewegung der Zunge, durch welche dem den Stimmklang führenden Luftstrom der Durchtritt durch die Vocalhöhle bald stark eingeengt, bald genügend freigelassen wird.

Ob das R am Anfang oder am Ende einer Silbe steht, ist vollkommen gleich, immer finden wir die entsprechende Vocalwelle darin, wie ich dies bei den verschiedensten Worten beobachtet habe.

Spricht oder singt man ein Wort, in dem eine Silbe mit *R* schliesst, während die folgende mit demselben Consonanten anfängt, so wird man unmittelbar nach dem Ende des ersten Vocales in den Pseudoschwebungen des R auch seine Wellen finden; unmittelbar vor dem 2. Vocale hingegen die Wellen dieses.

Die mittleren Parthien des Consonanten aber sind, entsprechend dem Uebergange von einer Vocalhöhle in die andere, als Uebergangsbilder aufzufassen.

Auch mit unserem Ohr vermögen wir deutlich wahrzunehmen, dass dem R, wie wir es in der Sprache verwenden, stets das Timbre des dazu gehörigen Vocales anhaftet. So z. B. wenn man die Silben Ra, Re, Ri, Ro, Ru u. s. w. hinter einander ausspricht. Ebenso hört man deutlich in dem Worte Karro und ähnlichen zwei verschiedene R, das eine mit dem Klange des A, das andere mit dem des O, und zwischen beiden ein allmähliches Uebergehen von einem zum andern.

In Curve 11, 12 und 13 haben wir ein Bild des grössten Theiles der Schallbewegung, welche dem gesprochenen Worte Kasse entspricht. Das doppelte S wurde sehr lange angehalten, daher die grosse Ausdehnung des entsprechenden Curventheiles. Zunächst sehen wir ein schönes K, das uns augenblicklich noch nicht interessirt. An dieses schliesst sich das nicht minder gut gelungene A. Darauf folgt die S-Bewegung.

Der erste Theil derselben ist etwas undeutlich geschrieben. Der auf ihn folgende, weitaus grösste Abschnitt der Curve zeigt ein überaus buntes Bild von scharf ausgeprägten kleinen Wellen, deren Aneinanderreihung in mannigfachster Weise zu wechseln scheint und den Eindruck der grössten Unregelmässigkeit erweckt. Uebrigens muss man bei dem Studium der Curve beachten, dass die translatorische Bewegung bei ihrer Aufzeichnung allmählich an Geschwindigkeit abnahm (vergl. die Zeitcurve). Die Schallhöhe der höchsten in diesem S enthaltenen Geräusche schwankte an verschiedenen Stellen von 700—1000 Schwingungen pro Secunde. Betrachtet man die Curve aufmerksam, so findet man, dass an vielen Stellen ein gewisser Wechsel in der Aufeinanderfolge verschiedener Wellentypen vorhanden zu sein scheint, in der Weise, dass auf eine Reihe

von unter einander etwas verschieden gestalteten, kleinen, einfachen Wellen eine Reihe folgt, in welcher auf etwas grösseren Grundwellen 1—2 Partialschwingungen zu sitzen scheinen. Doch ist dieser Wechsel ein so unregelmässiger und ist das Bild der einzelnen Wellengruppen von einander so abweichend, dass man überall einen anderen Eindruck erhält, der zwar an Vorhergehendes erinnert, aber doch von ihm ganz verschieden ist.

Eine gute S-Curve zu erhalten ist schwierig.

Die des öfteren wiederholten Versuche, von der Schallbewegung des Ch graphische Darstellungen anzufertigen, stiessen ebenfalls auf erhebliche Schwierigkeiten.

Curve 14 und 15 auf Tafel III gibt das beste erzielte Resultat wieder. Es wurde das Wort Achen gesprochen. Nur das Ende des A und der Anfang des E nebst dem dazwischenliegenden Consonanten wurden abgezeichnet.

Curve 16 und 17 wurden durch Aussprache desselben Wortes erzeugt. Die Curven 18 und 19 verdanken beide dem Worte Ocho ihre Entstehung.

In jeder dieser 4 Curven finden sich, besonders gegen das Ende des Ch hin scharf ausgesprochen, langgestreckte wellenförmige Bewegungen, welche je 13—15 Stimmgabelschwingungen entsprechen. Sie gehören nicht zum Bilde des Ch und entstammen einer kleinen im Apparat gelegenen Fehlerquelle, nämlich der nicht völlig festen Aufhängung der schreibenden Membran, die nur durch eine solidere Herstellung des Apparates zu vermeiden gewesen wäre. In Curve 14 und 15 trüben sie am wenigsten das Bild.

In dem Ch-Theil dieser Curve sehen wir wieder ein An- und Abschwellen der Schwingungsamplitüde, ähnlich wie wir es bei Betrachtung des R kennen lernten. Doch ist hier das Auftreten derselben in jeder Hinsicht unregelmässiger. Die Schwingungsamplitüde bleibt stets erheblich niedriger und die Wellenbilder haben überall ein anderes Aussehen, so dass von einem bestimmten Typus nicht die Rede sein kann.

An vereinzelten Stellen sieht man Wellen von sehr hoher Schwingungszahl darin enthalten, welche ungefähr die Zahl 1000 per Secunde erreichen.

Das Auftreten der Pseudoschwebungen in unregelmässiger Weise zeigt sich auch in den drei anderen Ch-Curven mehr oder weniger ausgesprochen und ich glaube, dass dasselbe in der That als Ausdruck einer R-artigen Bewegung anzusehen ist; wenigstens hörte ich beim Aussprechen der Worte dieselbe deutlich und fühlte auch in der Gegend des Gaumsegels resp. des Zäpfchens ein deutliches Vibriren. Dieser R-Laut unterscheidet sich von dem, welchen wir schon kennen lernten, besonders dadurch, dass er stets ohne Ertönen der Stimme gesprochen wird. Ob wir von dem eigentlichen Ch-Geräusch viel in unseren Curven sehen, wage ich nicht zu behaupten.

Curve 20 gibt uns eine graphische Darstellung des F-Geräusches. Dieselbe wurde durch Sprechen des Wortes Affa erhalten. Das Anfangs-A, sowie der erste nicht gelungene Theil des F wurden fortgelassen. Durch die Niedrigkeit und Kleinheit der Wellen erinnert die Curve etwas an die oben betrachtete S-Curve. Auch hier ist in der ganzen Curve eine grosse Unregelmässigkeit in der Gruppirung und Zusammensetzung vorhanden, so dass die Curve an jeder anderen Stelle ein anderes Aussehen hat. Die höchste darin enthaltene Tonhöhe der Geräusche ist erheblich höher als beim S. Sie beträgt ca. 1500 Schwingungen in der Secunde.

Curve 21 α ist der Anfang dessen, was mir der Sprachzeichner gab, als ich das Wort Bello sprach. Es wurde nur das B und der Anfang des nachfolgenden E abgezeichnet. Curve 22 dankt dem ebenfalls gesprochenen Worte Bemmo ihre Entstehung. Sie gibt uns ein Bild des ganzen Wortes.

Beachten wir zunächst den Consonanten B, so finden wir in Curve 22 als einzige Spur desselben einen niedrigen Vorschlag, der etwa 1 ½ Wellen darstellt und der Zeit nach ungefähr 2 ½ Stimmgabelschwingungen entspricht. Gleich darnach setzt sofort der Vocal deutlich ein, schnell zu hoher Schwingungsamplitüde anwachsend. In Curve 21 α ist das B erheblich länger gerathen Es setzt sich aus einer etwas höheren Initialwelle und 4 sich daran schliessenden niedrigeren, allmählich abklingenden Wellen zusammen, an deren letztere sich sogleich der Vocal anschliesst.

Diese beiden B-Curven stellen gewissermaassen die Extreme der angefertigten Curven des B-Schalles dar. In manchen Fällen

erhielt ich, genau so wie in Curve 22, nur einen kurzen Vorschlag von 1 bis 1 ½ Wellen als Ausdruck des Consonanten, in der Mehrzahl der Fälle waren 2—3 einfache Wellen vorhanden, von denen immer die erste die höchste war. Sehr selten konnte ich 4 derartige Wellen zählen, 5 nur einmal, in der abgezeichneten Curve 21 α.

Es geht hieraus hervor, dass in einem gesprochenen Worte dem B-Geräusch nur eine sehr kurze Zeit gelassen wird. Mit einem Vorsprung von nur 2—3 sehr kurzen Wellen eilt es dem Vocal vorauf.

Dieses Resultat stimmt sehr gut mit dem überein, was schon Kempelen über das B angab. Er fand nämlich, dass beim Aussprechen eines B mit nachfolgendem Vocale schon beim Lösen des Verschlusses die Stimme ertönt.

Betreffs der Configuration der B-Curven ist noch zu erwähnen, dass es nach den erhaltenen Resultaten erscheint, als ob sie sich aus einfachen sinusoiden Wellen ohne Oberwellen zusammensetzen. Weiter ist bemerkenswerth, dass stets die erste Welle die höchste ist und dass die folgenden allmählich abklingen.

Den vom B erhaltenen Bildern sind die T-Curven ähnlich. Curve 24 α und 24 β geben Proben davon. Beide wurden durch Aussprechen des Wortes „Otto“ erzeugt. In beiden Zeichnungen sind zunächst einige Wellen vom Anfang des O wiedergegeben. Sie charakterisiren sich als Wellen eines gesprochenen Vocales. An dem nicht abgezeichneten Ende der ersten Silbe findet sich nichts, was als Ausdruck des hier zu erwartenden Verschluss-T (Ot-) aufzufassen wäre, vielmehr scheint die Silbe einfach als Vocal auszuklingen. In den Originalcurven folgt nun eine Pause, nach dieser die graphische Darstellung der Luftbewegung, welche dem -to entspricht.

In unsern beiden Zeichnungen sehen wir hier zunächst ein ähnliches Bild, wie wir es als Ausdruck des B in Curve 21 α kennen lernten. Eine etwas höhere Initialwelle wird von einer Anzahl niedriger werdender, abklingender, einfacher Schwingungen gefolgt. In Curve 24 α setzt sich das T-Geräusch im ganzen aus 4 Wellen zusammen, in Curve 24 β zählen wir deren 6. In vielen andern Fällen fand ich ihre Anzahl noch grösser.

Mehr als 11 Wellen habe ich nie gefunden. Bei dieser grössten Zahl war die Schwingungsamplitüde der letzten Wellen nur eine minimale. Bisweilen folgte noch eine ganz kurze Pause, bevor der folgende Vocal einsetzte. In der weitaus grössten Zahl der genauer untersuchten Curven waren 7—9 Wellen vorhanden. Stets fand sich dasselbe Bild allmählich abklingender Schwingungsamplitüde, wie wir es in den beiden gegebenen Abbildungen sehen.

In zwei Hinsichten unterscheidet sich das Bild des B-Schalles von dem des T. Zunächst in der Schallhöhe. In Curve 21 α verlaufen die 4 ersten B-Wellen in 5 Zeiteinheiten. In den gezeichneten T-Curven finden wir auf die 4 ersten Wellen $6\frac{1}{2}$ Stimmgabelschwingungen. Sodann setzt beim T der nachfolgende Vocal meist erheblich später ein (nach 6—9 Wellen) als beim B (nach 2 bis 3 Wellen).

Die Schallwellen des T-Geräusches scheinen mir sehr gut mit den Wellen vergleichbar zu sein, welche im Wasser entstehen, wenn man einen Stein hineinwirft. Auf den einmaligen Stoss erfolgt zunächst eine etwas höhere Welle, dann einige abklingende, allmählich kleiner werdende. Sie verlaufen beim T, wenn nicht früher der mit erheblich höherer Amplitüde einsetzende Vocal die letzten sehr niedrigen Wellen spurlos abschneidet, etwa mit der 11. Welle.

Weiter ist das Schallbild des T-Geräusches in mancher Hinsicht den allerdings viel complicirteren Curven des von Hensen dargestellten Knallgeräusches ähnlich (vergl. Curve 26 γ, 26 δ u. 26 ε). Auch sie verdanken einem einmaligen kurzen Stoss ihre Entstehung und verlaufen demgemäss mit gleichmässig fallender Schwingungsamplitüde. Bei ihnen findet sich fast stets ein Vorschlag von einer oder mehreren sehr flachen Wellen; selbiger kommt auch beim T-Bilde bisweilen zur Beobachtung.

In Curve 24 γ und 24 δ gebe ich noch 2 Curven, die durch das Explosiv-T am Ende des Wortes resp. der Silbe erzeugt wurden. Sie sind stets durch eine längere Pause von dem vorhergehenden Vocale getrennt und bieten ein etwas anderes Bild, wie das oben untersuchte T. Von dem stets auf das isolirt gesprochene T folgenden, unbestimmt vocalisch klingenden Geräusch sind sie nicht gut zu trennen.

Gelegentlich einer graphischen Darstellung des Wortes „Pfründe“ erhielt ich als Anfang der Silbe -de das in Curve 25 α gezeichnete Bild. Dem Typus nach ähnelt der wohl als Ausdruck des Consonanten D aufzufassende Theil sehr unsern T-Curven. Er besteht aus einer niedrigen Vorschlagwelle und einer dann folgenden höheren Initialwelle, an welche sich 5 abklingend niedriger werdende Wellen anschliessen. Nur in der Tonhöhe unterscheidet sich diese Curve erheblich von denen des T. Dieselbe ist viel grösser. Auf die 4 ersten Consonantenwellen kommen nur 3 Stimmgabelschwingungen. Weitere Curven wurden vom Consonanten D nicht angefertigt.

Sehr leicht gelingt es, Curven von den Consonanten M, N und L darzustellen. In Curve 21 β sehen wir ein L verbildlicht, das dem Worte „Bello“ entnommen wurde. Curve 21 δ gibt uns ein N, das durch Aussprechen des Wortes „Achen“ gewonnen wurde. Ein Doppel-M ist seiner ganzen Länge nach in Curve 22 (Bemmo) abgezeichnet. Diese drei Curven charakterisiren sich einfach als Vocalcurven und zwar als solche von gesungenen Vocalen. Sie setzen sich aus einer Reihe von Wellen zusammen, die, abgesehen von geringen Unterschieden in der Schwingungsamplitüde des gesammten Wellenbildes, in jeder einzelnen Curve unter einander vollkommen gleichwerthig sind. Dem in dem Worte „Bemmo“ enthaltenen doppelten M entsprechen auch in unserer Curve 22 zwei verschiedene Bilder. Die erste Hälfte des M zeigt den 3. Oberton, in der zweiten Hälfte ist noch der 7. Oberton zu dem 3. hinzugekommen. Wenn ich das Wort „Bemmo“ ausspreche, glaube ich auch, 2 deutlich verschiedene M zu hören.

Nach diesen Resultaten bin ich geneigt, M, N und L einfach als Vocale aufzufassen, als welche sie mir auch schon durch ihre Entstehung charakterisirt zu sein scheinen.

Sie ertönen, während die Mundhöhle für jeden eine ganz bestimmte Gestalt inne hält.

Durch diese besondere Form der Mundhöhle, die ich den Vocalhöhlen gleichsetze, werden ebenso, wie bei der Bildung anderer Vocale, bestimmte Partialtöne des Stimmklanges verstärkt.

Darin, dass beim M und N die Resonanzhöhle so gebildet ist, dass der Luftstrom, durch den die Stimmbänder angeblasen werden,

nicht durch den Mund, sondern durch die Nase entweicht, finde ich keinen Grund, sie den Consonanten beizuzählen. Auch ein besonderes, den Stimmklang begleitendes Geräusch, wie es im W enthalten ist, höre ich nicht. Unter den Vocalen nehmen sie insofern eine Sonderstellung ein, als ihre Curve auch in gesprochenen Worten denen von gesungenen Vocalen gleicht. In Curve 21 γ habe ich zum Vergleich das Bild eines gesungenen A beigefügt[1]).

Die Curven 23 α, β, γ, δ, ε und ζ sollen uns eine Anschauung von dem Schallbilde des Consonanten P geben. Sie bieten ein so verschiedenes Aussehen, dass es mir nicht möglich ist, einheitliche Gesichtspunkte für eine Charakteristik darin zu finden.

Während bei Darstellung von Curve 23 β, δ, ε und ζ die schallempfindende Membran des Phonoautographen ebenso stark gespannt war, wie bei allen vorhergehenden Curven, wurde Curve 23 γ mit erheblich geringerer Spannung geschrieben. Für Curve 23 α wurde alsdann die Spannung noch mehr herabgesetzt. Es zeigte sich hierbei die interessante Thatsache, dass mit der Abschwächung der Spannung die P-Curve erheblich höher und deutlicher wurde, während beim Vocal zwar ebenfalls die Schwingungsamplitüde zunahm, dagegen aber schon nach den ersten 3—5 Wellen die Schrift vollkommen durch einander lief und von Wellen nicht mehr gut die Rede sein konnte.

Es zeigte sich demnach eine schwache Spannung der schallpercipirenden Membran günstig für die Darstellung der Consonanten, ungünstig für die der Vocale und umgekehrt; die Stärke der Einspannung des Schreibhebels blieb dabei unverändert, aber da die Membran sich freier bewegen konnte, scheint sie stärker an dem

1) Zu diesen Curven erlaube ich mir folgendes zu bemerken. Es spielt bei M, N und L der sog. unbestimmte Vocal eine grosse Rolle und hier wie bei den meisten Curven der Consonanten ist es ausserordentlich schwer zu sagen, was den charakteristischen Eindruck auf das Ohr hervorbringt. Ich meine zu hören, dass der charakteristische Eindruck, den M und N hervorbringen, ganz im Anfang der Curve liegen muss, beim angehaltenen L tritt der charakteristische Eindruck zuweilen im Verlauf des unbestimmten Vocals wieder auf. Die zu überwindende Schwierigkeit liegt wohl unzweifelhaft darin, die Bewegungsmomente der Curve festzustellen, die den Consonantencharakter bilden und sie abzugrenzen gegen die nachfolgende und sich anlehnende Schwingungsbewegung, die für sich als öe (d. h. kurzes ö) gehört zu werden pflegt. Hensen.

Schreibhebel gerissen zu haben. Die Amplitüden sind dabei grösser geworden, die Curve zeigt aber wesentlich den gleichen Typus und hat in Wirklichkeit kaum an Güte gewonnen.

Wenden wir uns nun zum Consonanten K.

In Curve 11, 25 β, 25 γ 25 δ, 25 ε, 26 α und 26 β finden wir recht bunte Bilder von seiner Schallbewegung.

25 β, 25 γ, 25 δ und 25 ε wurden durch Sprechen des Wortes „Okko“ erzeugt; 26 α und 26 β sind durch Singen des Wortes „Koro“ entstanden.

In Curve 25 β, welche den Anfang der Silbe -ko wiedergibt, treffen wir zunächst auf eine zierliche Schrift von einer in Verhältniss zum folgenden Vocal niedrigen Schwingungsamplitüde. Sie grenzt sich scharf gegen den folgenden Vocal ab und ist als Ausdruck des K anzusehen. Ihre zeitliche Dauer beträgt 28 Stimmgabelschwingungen. An wenigen Stellen findet man darin Wellen zu Gruppen angeordnet, wie sie sich in einzelnen Obertongruppen des folgenden Vocales wiederfinden lassen. Es scheint, dass diesen ähnlichen Gruppen auch gleiche Zeitabschnitte entsprechen.

Weiter bemerkt man noch eine etwas hinter der Mitte des K auftretende grössere Höhe der Schwingungsamplitüde.

In Curve 25 δ sind diese beiden letzteren Verhältnisse noch deutlicher ausgesprochen. Dahingegen erscheint hier das Ende des Consonanten und der Beginn des Vocales weniger scharf begrenzt, so dass man nicht recht weiss, wo der eine aufhört und der andre anfängt. Aehnlich verhält sich Curve 25 ε. In Curve 25 γ hingegen sind Vocal und Consonant wieder scharf begrenzt, der Vocal ertönt, nachdem 18 Zeiteinheiten verflossen sind. Auch in dieser Curve erkennt man Wellenformationen im Consonanten, die mit Obertongruppen des Vocales die oben erwähnte Aehnlichkeit haben.

Das K in Curve 11 und besonders in Curve 26 α und 26 β zeigen wieder ein anderes Aussehen.

So scharf und schön diese sämmtlichen K-Curven auch gerathen sind, so vermag ich doch nicht, aus ihnen den Charakter des Consonanten zu ersehen.

Spricht man nach einander verschiedene mit einem K beginnende Silben aus, z. B. Ka, Ke, Ki u. s. w., so hört man deutlich, dass

das K vor jedem andern Vocal einen andern Klang hat. Man hört es schon dem K-Geräusch an, welcher Vocal folgen wird. Es trägt eben dieser Consonant stets das Timbre des dazu gehörigen Vocals. Es liegt das auch ganz in der Natur der Sache, da ja das K-Geräusch zunächst die sich bildende und unmittelbar vor dem Einsetzen der Stimme die fertige Vocalhöhle als Resonator hat. Es muss dies natürlich auch in unsern Curven ausgeprägt sein, nachzuweisen aber vermögen wir es nicht.

Der Vorgang der K-Bildung gestaltet sich etwa folgendermaassen:

Die Mundhöhle formirt sich zunächst als Vocalhöhle für den auf das K folgenden Vocal, doch mit der Modification, dass der Unterkiefer dem Oberkiefer etwas mehr genähert ist und die mittleren Partien der emporgewölbten Zunge (bei jedem Vocal etwas verschieden) den Mundkanal nach hinten luftdicht absperren.

Nachdem alsdann der Luftdruck im Thorax etwas erhöht ist, wird plötzlich der Unterkiefer um ein geringes nach unten bewegt. Die Zunge folgt demselben und ändert gleichzeitig ihre Form ein wenig. Dadurch wird zunächst eine enge, sich allmählich verbreiternde Passage für den Luftstrom frei und wir hören ein scharf einsetzendes Geräusch. Während dieses Geräusch ertönt, geschieht die Spannung und Einstellung der Stimmbänder und endlich setzt der auf das K folgende Vocal ein, für dessen Bildung die Mundhöhle inzwischen schon formirt war.

Auf Tafel III sehen wir noch in Curve 26γ, 26δ und 26ε drei Knallkurven, die von Hensen durch Zerplatzen von kleinen, mit Luft gefüllten Papierdüten (Cigarrendüten) erzeugt wurden. Curve 26ε zeigt langgestreckte wellenförmige Bewegungen, die einer Fehlerquelle des Apparates ihre Entstehung verdanken. In den Curven 14—19 stiessen wir schon auf denselben Fehler.

Curve 27 zeigt uns zum Schlusse noch ein tonlos, aber sehr scharf schnarrend gesprochenes R. Auch hier sehen wir Pseudoschwebungen auftreten. Dieselben unterscheiden sich in ihrem Inhalt wesentlich von den früher kennen gelernten. Sie enthalten keine zusammengesetzten Wellenbilder, sondern anscheinend nur einfache sinusoide Schwingungen.

Die Erklärung hierfür liegt auf der Hand. Durch den Schlag der Zunge wird jedesmal die in der Mundhöhle eingeschlossene Luftmenge in Schwingungen versetzt und schwingt in der Höhe ihres Eigentones, etwa so, wie eine angeschlagene Stimmgabel. Die so schnell hinter einander erschallenden gleichen Töne bringen den Eindruck des R hervor.

Aus dem grössten Theil der Originalcurve geht diese Entstehungsweise des Geräusches viel deutlicher hervor, als aus dem in unserer Zeichnung wiedergegebenen. Dort schwillt der Ton nicht nach dem Bilde einer Schwebung an und ab, sondern er setzt stets gleich mit hoher Schwingungsamplitüde (entsprechend einem Zungenschlage) ein und klingt allmählich ab. Leider wurde unterlassen, diese häufiger vorkommenden plötzlicher einsetzenden Schwebungen des tonlosen R zu zeichnen, weil es zunächst darauf ankam zu zeigen, dass der Typus sich beim tonirenden R und beim tonlosen R wesentlich in derselben Weise giebt.

Nachdem hiermit mein Material erschöpft ist, bleibt mir noch übrig, zu erwähnen, was von früheren Autoren über diesen Gegenstand gearbeitet ist. In der mir zugängigen Literatur habe ich so gut wie nichts gefunden. Grützner bringt in seinem Buche über Stimme und Sprache zwei von Donders angefertigte R-Kurven. Sie zeigen nur das Vorhandensein von Pseudoschwebungen. Alle Details fehlen. Der Apparat, nach dem Princip compressibler Ampullen construirt, arbeitete nicht fein genug.

Von Vocalcurven findet sich manche Zeichnung vor, aber einestheils zeigen sie alle viel weniger Obertöne, sind also wohl unzweifelhaft weniger gut geschrieben wie die hier vorgelegten Curven, anderntheils haben wir hier nur die Consonanten vorgelegt, so dass die Arbeiten über die Vocale gar nicht heranzuziehen waren.

Erklärung zu den Tafeln.

Die Curven sind zum Zweck der Vervielfältigung von den Originalen bei einer Vergrösserung von Leitz Okular II System VII abgezeichnet, die so gewonnenen Bilder auf $^1/_3$ verkleinert, photographirt und in dieser Grösse vervielfältigt. In der über den Curven gezeichneten Punktreihe oder Stimmgabelcurve entspricht die Entfernung zwischen zwei Punkten resp. eine Stimmgabelwelle $^1/_{690}$ Secunde.

Tafel II.

Curv. 1, 2, 3, 4α u. 5. Verschiedene Curven von dem gesungenen Worte „Kara". Das K sowie der grösste Theil des Anfang- und End-A sind fortgelassen.

Curv. 4β. Ende des A und Anfang des R aus einer Curve des gesprochenen Wortes „Karre".

Curv. 6 u. 7. Curve des gesprochenen Wortes „Karre". Nur das Ende des „E" ist fortgelassen.

Curv. 8. Curve des gesprochenen Wortes „Karro". K, Anfang des A und Ende des O fehlen.

Curv. 9 u. 10. Ebenso.

Curv. 11, 12 u. 13. Curve des gesprochenen Wortes „Kasse". Der grösste Theil des E am Ende fehlt.

Tafel III.

Curv. 14 u. 15. Curve des gesprochenen Wortes „Achen". Ein Theil des A und des E, sowie das ganze N sind nicht gezeichnet.

Curv. 16 u. 17. Ebenso. In dieser sowie in den beiden folgenden Curven zeigen sich langgestreckte Wellen, je 13—15 Stimmgabelschwingungen entsprechend, die einer Fehlerquelle entstammen und nicht zur Curve des Wortes gehören.

Curv. 18. Curve des gesprochenen Wortes „Ocho". Das O am Anfang und Ende ist nur zum Theil gezeichnet.

Curv. 19. Ebenso.

Curv. 20. Curve des gesprochenen Wortes „Affa". Nur das F und ein kleiner Theil des folgenden A sind abgebildet.

Curv. 21α. Anfang der Curve des gesprochenen Wortes „Bello" (Be).

Curv. 21β. L-Curve aus dem gesprochenen Worte „Bello".

Curv. 21γ. Curve eines gesungenen „A".

Curv. 21δ. N.-Curve aus dem gesprochenen Worte „Achen".

Curv. 22. Vollständige Curve des gesprochenen Wortes „Bemmo".

Curv. 23α. Curve der Silbe „Pi“. Die Curve wurde bei Abspannung der schallpercipirenden Membran geschrieben. Vom J sind nur die ersten Wellen gezeichnet.

Curv. 23γ. Curve der Silbe „Pi“, mit etwas stärker gespannter Membran geschrieben.

Curv. 23β. Curve der Silbe „Pi“, mit der gewöhnlichen starken Spannung der Membran geschrieben.

Curv. 23δ. Curve der Silbe „Pa“.

Curv. 23ε u. 23ζ. P vom Ende der Silbe „Pap“, von dem vorhergehenden Vocal durch eine längere Pause getrennt.

Curv. 24α. Curve des gesprochenen Wortes „Otto“. Von den beiden Vocalen ist nur der Anfang gezeichnet. Die Pause zwischen den beiden Silben ist grösstentheils fortgelassen.

Curv. 24β. Ebenso.

Curv. 24γ u. 24δ. T am Ende von Silben; von dem vorhergehenden Vocal durch eine Pause getrennt

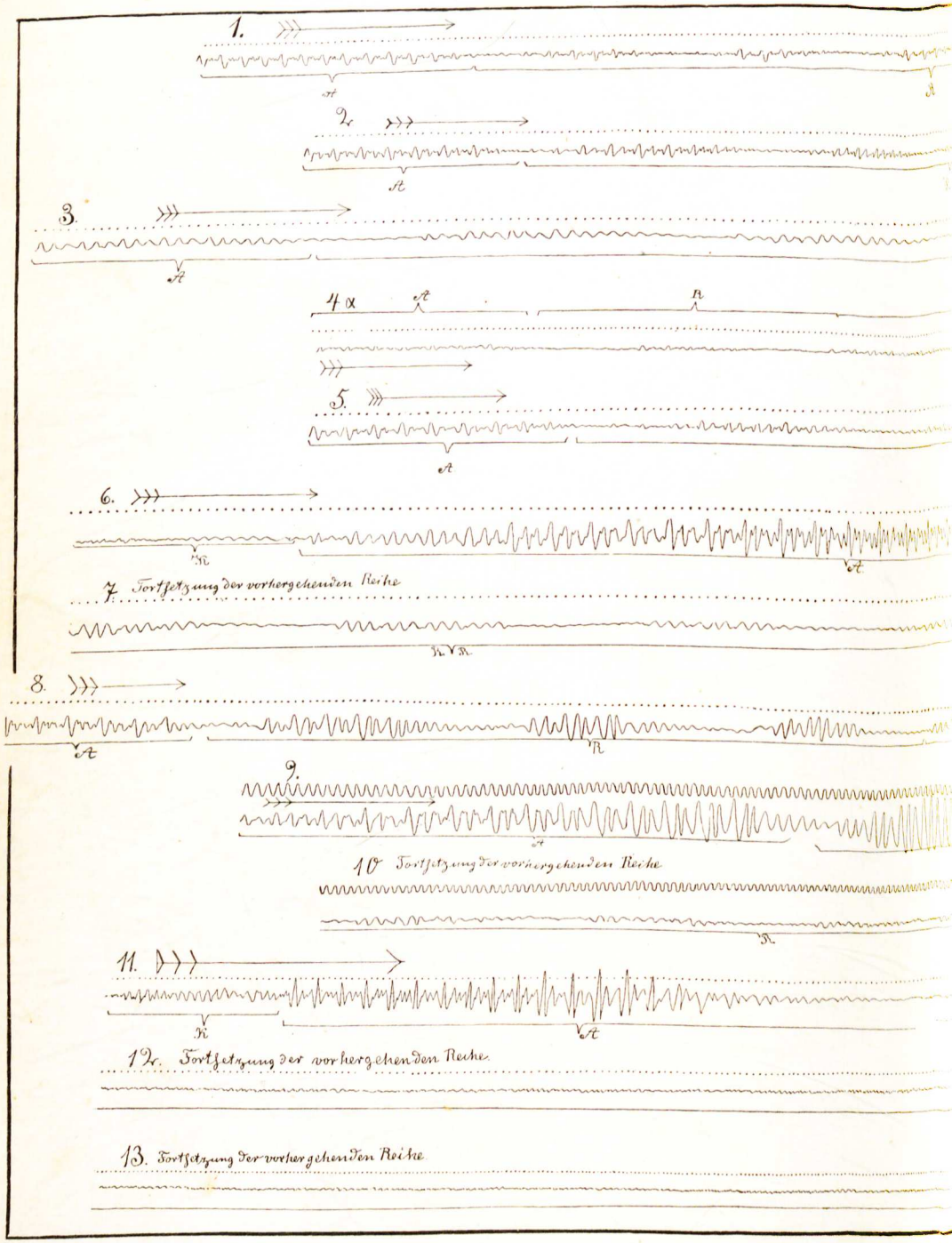
Curv. 25α. Anfang der gesprochenen Silbe „De“.

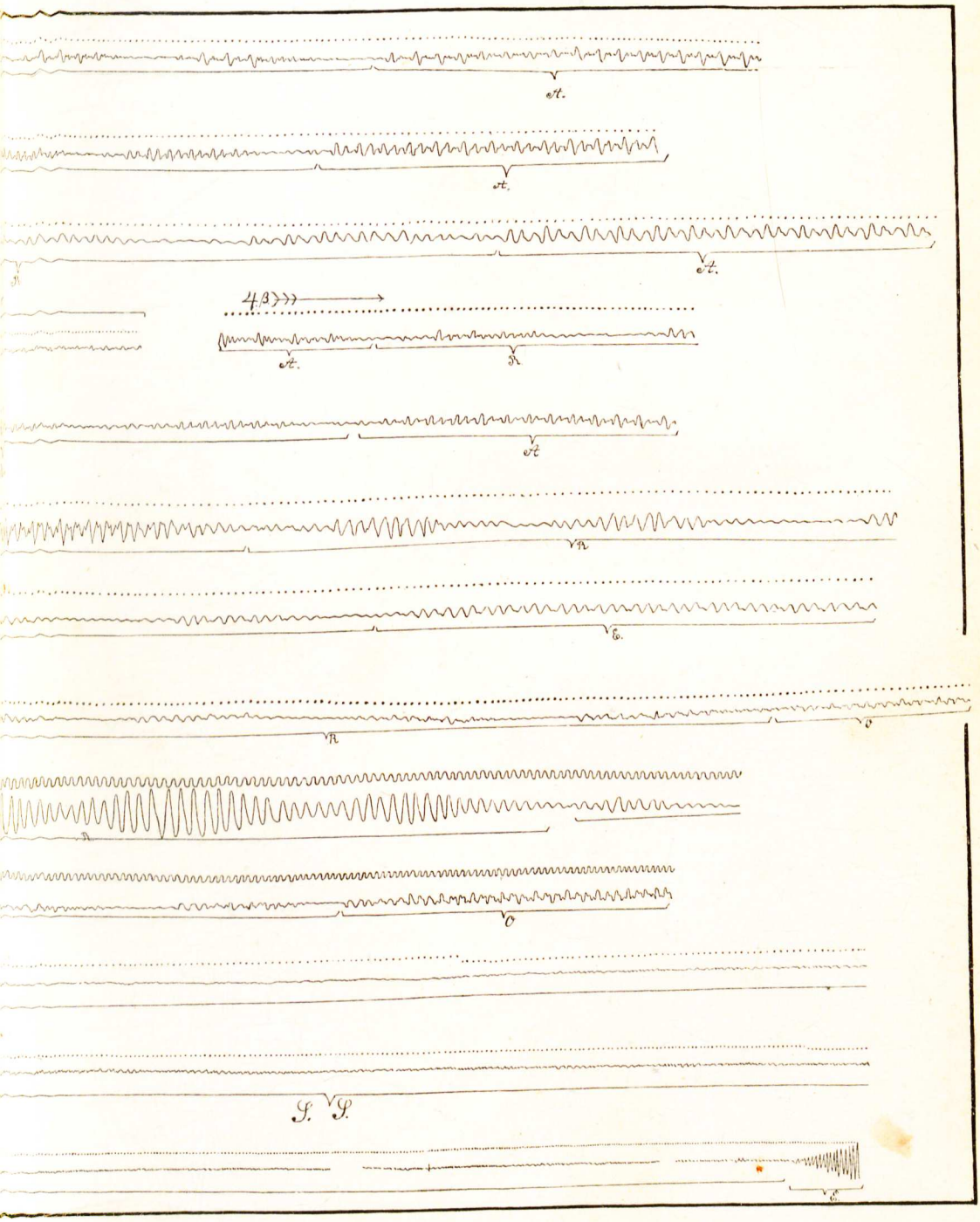
Curv. 25β, 25γ, 25δ u. 25ε. Curven der gesprochenen Silbe „Ko“.

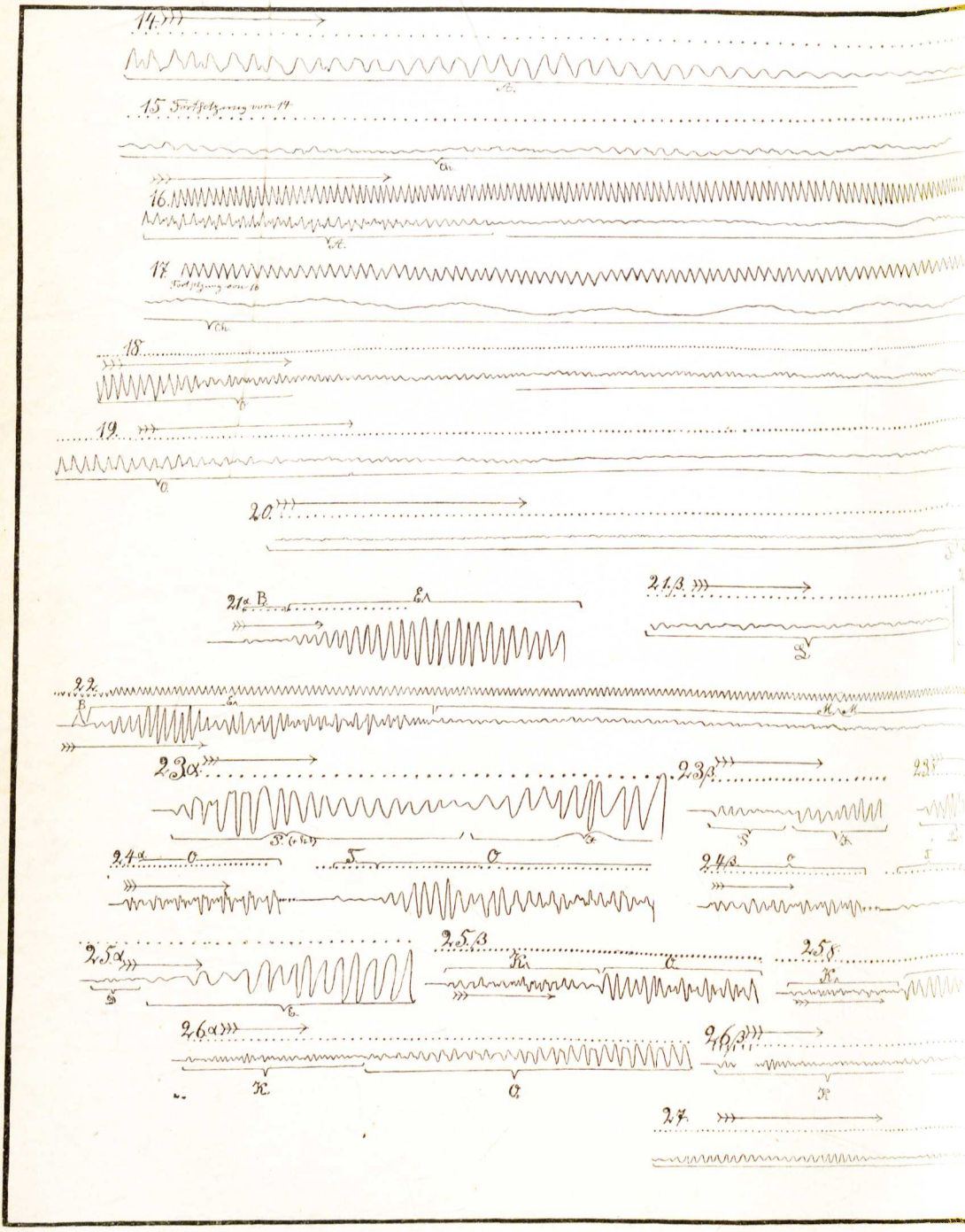
Curv. 26α u. 26β. Curven der gesungenen Silbe „Ko“.

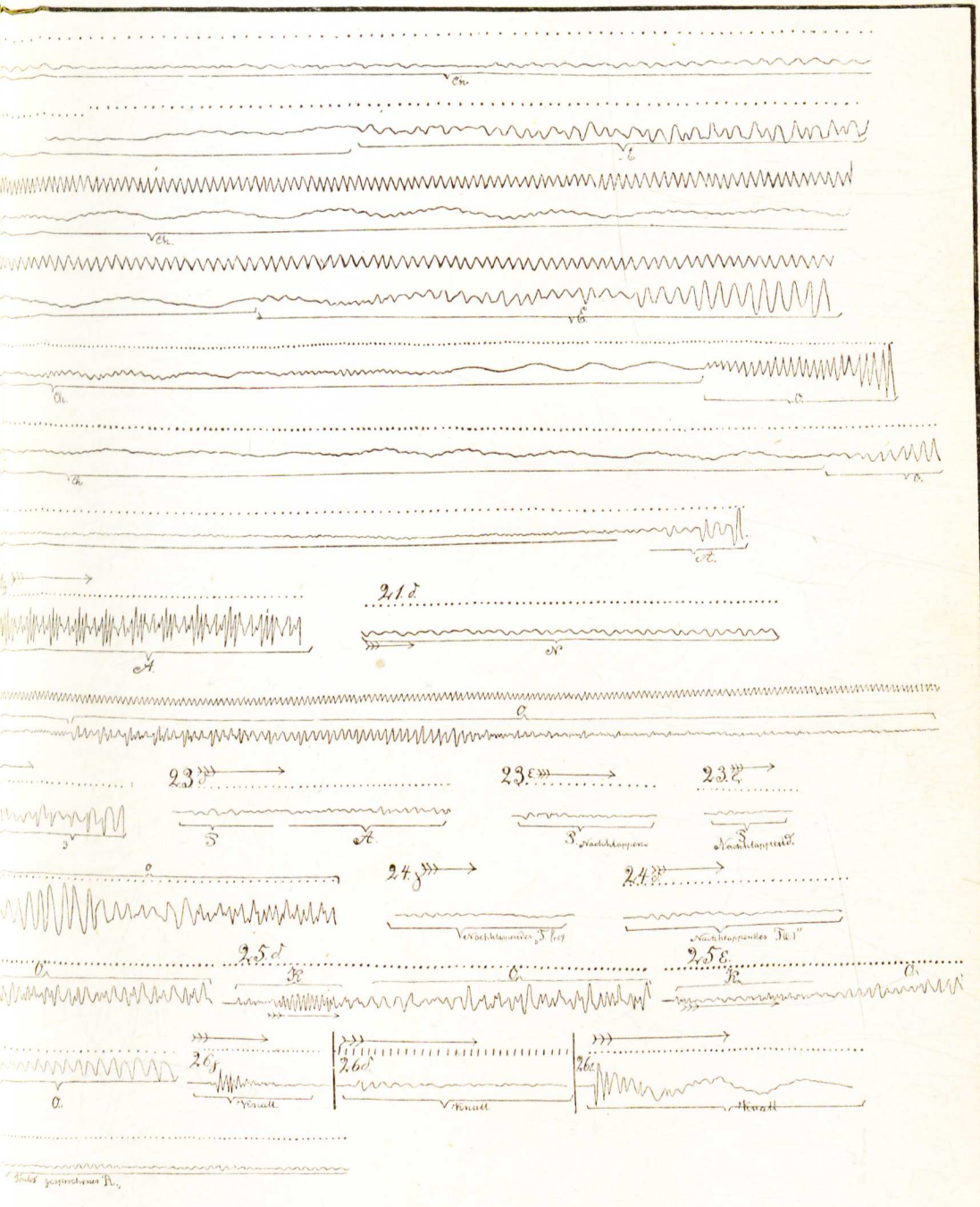
Curv. 26γ, 26δ u. 26ε. Knallcurven, durch Zerplatzen mit Luft gefüllter Papierdüten erzeugt.

Curv. 27. Curve eines ohne Stimmklang gesprochenen „Zungen-R“.


1.
2.
3.
4 α
5.
6.
7 Fortsetzung der vorhergehenden Reihe
8.
9.
10 Fortsetzung der vorhergehenden Reihe
11.
12. Fortsetzung der vorhergehenden Reihe
13. Fortsetzung der vorhergehenden Reihe


A.
A.
A.


14.
15 Fortsetzung von 14
16.
17
Fortsetzung von 16
18.
19.
20.
21α B
21β
22.
23α
23β
24α
24β
25α
25β
25δ
26α
26β
27.


Ch.
E
Ch.
E
Ch.
O.
Ch.
O.
A.
21.δ
A.
N
O
23.γ
23.ε
23.ζ
P
A
P. Nachklappen
P Nachklappend.
O
24.γ
24.δ
Nachklappendes „P. (ε)"
Nachklappendes „P. (ε)"
25.δ
25.ε
O
K
O
K
O
26.γ
26.δ
26.ε
O
Knall
Knall
Knall
Fortes gesprochenes R.