Max Planck Research Group
Epistemes of Modern Acoustics

Sound & Science: Digital Histories

Hermann, Ludimar. “Phonophotographische Untersuchungen VI. Nachtrag zur Untersuchung der Vocalcurven.“ Archiv für die gesammte Physiologie des Menschen und der Thiere, no. 58 (1894): 264-279.

https://acoustics.mpiwg-berlin.mpg.de/node/376

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

Kaiser Wilhelm-Institut für Arbeitsphysiologie zu Berlin

ARCHIV

FÜR DIE GESAMMTE

PHYSIOLOGIE

DES MENSCHEN UND DER THIERE.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. E. F. W. PFLÜGER,

ORD. ÖFFENTL. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT UND DIRECTOR DES PHYSIOLOGISCHEN INSTITUTES ZU BONN.

ACHTUNDFÜNFZIGSTER BAND.

MIT 3 TAFELN UND 55 HOLZSCHNITTEN.

BONN, 1894.

VERLAG VON EMIL STRAUSS.

MAX-PLANCK-INSTITUT
FÜR WISSENSCHAFTSGESCHICHTE
Bibliothek

Inhalt.

Seite

Erstes und zweites Heft.

Ausgegeben am 15. August.

Neue Untersuchungen über die am Nerven unter der Wirkung erregender Einflüsse auftretenden elektrischen Erscheinungen. Von Dr. Heinr. Boruttau, Assistenten am physiologischen Institut der Universität Göttingen. Mit Tafel I und 2 Holzschnitten. (Aus dem physiologischen Institut zu Göttingen.) 1

Ueber die chemische Reizung sensibler Nerven. Von Dr. P. Grützner in Tübingen. Mit 1 Holzschnitt . . . 69

Drittes und viertes Heft.

Ausgegeben am 1. September.

Ueber die chemische Reizung des Flimmerepithels. Von G. Weinland, appr. Arzt aus Hohen-Wittlingen. Mit 10 Holzschnitten. (Aus dem physiologischen Institut zu Tübingen.) 105

Ueber das electromotorische Verhalten curarisirter Muskeln nach galvanischer Durchströmung. Von Ewald Hering, Professor an der deutschen Universität Prag . 133

Ueber den spinalen Ursprung des Halssympathicus. Von A. Steil, c. kgl. Kreisthierarzt in Eupen. (Aus dem physiologischen Institut in Rostock.) 155

Zusatz zur vorhergehenden Abhandlung. Von O. Langendorff in Rostock 165

Seite

Beiträge zur Physiologie des Centralnervensystems und des Bewegungsmechanismus der Regenwürmer. Von Benedict Friedländer, Berlin. (Aus dem zoologischen Institut des Herrn Prof. Franz Eilhard Schulze.) . 168

Fünftes und sechstes Heft.

Ausgegeben am 16. Oktober.

Ueber aschefreies Eiweiss. Von Dr. K. Bülow. (Aus dem Institut für Pharmakologie und physiologische Chemie zu Rostock.) 207

Ueber den Einfluss einiger Eiweisskörper auf Glycogenlösungen. Von Dr. med. Heinrich Schwiening. (Aus dem chemischen Laboratorium des Pathologischen Instituts zu Berlin.) 222

Notizen über die Körpertemperatur der niedersten Säugethiere (Monotremen). Von Richard Semon . . . 229

Zur Bestimmung der Residualluft. Von Dr. Fr. Schenck 233

Beiträge zur Lehre von den Haut- und Secretionsströmen. Nach Versuchen des Herrn Dr. Wartan v. Wartanoff aus St. Petersburg (Sommer 1893) und der Herren cand. med. Kurt Schmarsow (Winter 1893—94) und cand. med. Paul Junius (Frühjahr 1894). Von Dr. L. Hermann. (Aus dem physiologischen Institut zu Königsberg i. Pr.) 242

Phonophotographische Mittheilungen. V. Die Curven der Consonanten. (Fortsetzung der mit Unterstützung des Elizabeth Thompson Science Fund in Boston ausgeführten Untersuchungen.) Von L. Hermann und Fr. Matthias. Hierzu Tafel II, Fig. 1 bis 9. (Aus dem physiologischen Institut zu Königsberg i. Pr.) . . . 255

Phonophotographische Untersuchungen. (Fortsetzung der mit Unterstützung des Elizabeth Thompson Science Fund in Boston ausgeführten Untersuchungen.) VI. Nachtrag zur Untersuchung der Vocalcurven. Von L. Her-

Seite

mann. Nach Versuchen in Gemeinschaft mit Dr. F. Matthias und nach Analysen von stud. med. Alfred Ehrhardt. Hierzu Tafel II, Fig. 10. (Aus dem physiologischen Institut zu Königsberg i. Pr.) . . . 264

Experimentelle Untersuchungen über die Todtenstarre bei Kaltblütern. Von Dr. rer. nat. et med. Wilibald A. Nagel, Assistent am physiologischen Institut in Tübingen. Mit 7 Textfiguren 279

Druckfehlerberichtigung. Von Dr. W. A. Nagel 308

Siebentes und achtes Heft.

Ausgegeben am 18. Oktober.

Beiträge zur Stoffwechsel- und Ernährungslehre. Von Immanuel Munk in Berlin. (Aus dem physiologischen Laboratorium der landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin.)

1. Ueber die obere Grenze für den Ersatz des Nahrungseiweiss durch Leimstoffe 309
2. Zur Kenntniss des Stoffverbrauches beim hungernden Hunde 319
3. Ueber den vermeintlichen Einfluss der Kohlehydrate auf die Verwerthung des Nahrungseiweiss . . . 340
4. Ueber den Einfluss einmaliger oder fraktionirter Nahrungsaufnahme auf den Stoffverbrauch . . . 354
5. Kritisches zur Stoffwechsel- und Ernährungslehre . 366

Neuntes und zehntes Heft.

Ausgegeben am 2. November.

Ueber die Respiration und Circulation unter verdünnter und verdichteter, sauerstoffarmer und sauerstoffreicher Luft. Vorläufige Mittheilung von Dr. A. Loewy in Berlin. (Aus dem thierphysiologischen Laboratorium der Landwirthschaftlichen Hochschule und dem pneumatischen Kabinet des jüd. Krankenhauses in Berlin.) 409

Seite

Untersuchungen über die Alkalescenz des Blutes und speciell die Einwirkung der Kohlensäure darauf. Von Prof. Dr. C. Lehmann in Berlin. (Aus dem thierphysiologischen Institut der Königl. landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin.) 428

Untersuchungen zur Alkalescenz des Blutes. Von Dr. A. Loewy. (Aus dem thierphysiologischen Institut der Königl. landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin.) . 462

Einige Beobachtungen über die Alkalescenzveränderungen des frisch entleerten Blutes. Von A. Loewy und N. Zuntz. (Aus dem thierphysiologischen Institut der Königl. landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin.) 507

Ueber die Bindung der Alkalien in Serum und Blutkörperchen. Ein Beitrag zur Theorie der Athmung. Von A. Loewy und N. Zuntz. (Aus dem thierphysiologischen Institut der Königl. landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin.) 511

Elftes und zwölftes Heft.

Ausgegeben am 6. November.

Die Accommodation des Fischauges. Von Dr. Theodor Beer. Hierzu Tafel III und 35 Textfiguren . . . 523

Berichtigung von Prof. Hermann in Königsberg . . . 650

(Aus dem physiologischen Institut zu Königsberg i. Pr.)

Phonophotographische Untersuchungen.

(Fortsetzung der mit Unterstützung des Elizabeth Thompson Science Fund in Boston ausgeführten Untersuchungen.)

VI.
Nachtrag zur Untersuchung der Vocalcurven.

Von

L. Hermann.

(Nach Versuchen in Gemeinschaft mit Dr. F. **Matthias** und nach Analysen von stud. med. **Alfred Ehrhardt**.)

Hierzu Tafel II, Fig. 10.

Der für die Consonantenstudien erforderlich gewordene veränderte Spiegel-Uebertragungsapparat, welcher in der voraufgehenden Abtheilung beschrieben ist, lieferte von den Vocalen so ausgiebige Bewegungen, dass wir beschlossen, eine Anzahl Vocalcurven in den jetzt ermöglichten colossalen Dimensionen zu gewinnen und der Analyse zu unterwerfen. Die Bewegungen des Spaltbildes (vgl. oben S. 256 f.) können bei *A*, *Ao*, *Ae* etc. mit Leichtigkeit auf 10 cm und mehr gebracht werden; wir begnügten uns meist mit Curven von nicht über 5 cm Höhe. Durch die enorme Langsamkeit der Reproduction war jede Eigenbewegung des Spiegelapparates sicher ausgeschlossen. Die neuen Curven unterscheiden sich von denjenigen der IV. Abtheilung ausser durch ihre Dimensionen auch durch die Umkehrung in Bezug auf Oben und Unten (vgl. hierüber oben (S. 261, Anm.).

Um die hohen Curven auch in der Abscissenrichtung entsprechend zu strecken, wurde der Baltzar'sche Cylinder mit dem Bromsilberpapier weit langsamer als früher gedreht. Auf continuirliche Axenverschiebung desselben musste natürlich verzichtet wer-

den; es wurde für jeden Vocal 1 Umgang benutzt; damit die Bewegung während desselben nicht beschleunigt war, wurde bei verdecktem Spalt der Cylinder in Bewegung gesetzt, und dann genau für Einen Umgang das Licht zugelassen; Anfang und Schluss eines Umganges sieht man an der Mitnehmerscheibe der Cylinderaxe, welche von dem Lichtschutzgehäuse nicht bedeckt ist. Zwischen je zwei Aufnahmen wurde der Cylinder in erforderlichem Grade auf der Axe verschoben. Jeder Papierstreifen von $12^1/_2$ cm Höhe und 50 cm Länge kann 4 Vocalcurven aufnehmen, welche sich etwas überdecken, was aber gar Nichts schadet. Die Abscissenlänge von 50 cm fasst etwa 4—5 ganze Perioden bei Note *c*, also etwa 9 bei c^1. So wird man sich von den Dimensionen dieser Curven eine Vorstellung machen können. Leider muss ich auf Abbildungen verzichten, weil dieselben einen unverhältnissmässigen Raum einnehmen würden.

Zur Ausmessung der Curven musste natürlich ein ganz anderes Verfahren als das früher benutzte microscopische dienen. Herr stud. med. A. Ehrhardt hat sich dieser Arbeit unterzogen. Der Papierstreifen wurde auf dem Reissbrett befestigt und auf ihm ein guter Anlegemassstab so fest gezwängt, dass die Kante desselben die untersten Kuppen der zu messenden Curve tangirte. Ein rechter Winkel, dessen eine Kathete ebenfalls einen Anlegemassstab bildete, glitt mit der anderen längs des Abscissenmassstabs, und wurde für jede Ordinatenmessung um $^1/_{40}$ der Periodenlänge verschoben. Die Messungen erfolgten nur mit der Genauigkeit von Viertel-Millimetern; ein Blick auf die Curven zeigt, dass dies genügt.

Herr Ehrhardt nahm dann mittels meines Schablonenverfahrens die Analyse der von ihm ausgemessenen 39 Vocalcurven vor, zunächst hauptsächlich die Vocale *A*, *Ao*, *O*, *Ae* und *Oe* auf den *c-dur-* und *G-dur-*Accord betreffend (so dass von *g*, welches in beiden Accorden vorkommt, die meisten Analysen vorliegen). Ich halte es für unnöthig, hier die Ordinatenwerthe abdrucken zu lassen, ebenso die Cosinus- und Sinusamplituden der Partialschwingungen; wiederum wurden die letzteren in blosse Sinusschwingungen, welche in der Phase verschoben sind, umgerechnet, deren Amplituden hier angegeben werden sollen, und zwar in Procenten der Maximalhöhe jeder Curve, und nur mit 1 Decimalstelle.

Amplituden.

Vocal (u. Nr. d. Blattes).	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6	p_7	p_8	p_9	p_{10}	p_{11}	p_{12}	p_{13}	p_{14}	p_{15}
Note *G*.															
	G	*g*	d^1	g^1	h^1	d^2	f^2	g^2	a^2	h^2	cis^3	d^3	es^3	f^3	fis^3
A (202)	2_0	3_3	2_5	1_5	0_3	19_8	10_0	3_7	16_8	9_4					
Ao (203)	1_7	4_9	3_0	3_4	16_1	28_3	11_1	2_1	4_1	3_6					
O (204)	3_8	5_1	4_7	1_8	2_6	18_6	32_3	3_2	3_4	7_6					
Ae (205)	3_6	13_1	10_3	3_3	5_5	32_8	3_8	1_2	2_0	1_8	0_4	1_4	1_1	3_8	1_6
Note *H*.															
	H	*h*	fis^1	h^1	dis^2	fis^2	a^2	h^2	cis^3	dis^3	f^3	fis^3	g^3	a^3	ais^3
A (202)	7_1	3_7	3_9	5_7	9_8	7_1	35_4	4_7	3_9	2_0					
Ao (203)	1_3	2_4	1_3	14_0	33_9	4_6	1_8	0_2	4_5	5_5					
Ae (205)	4_2	18_1	8_5	4_3	33_1	2_3	5_2	0_8	15_9	2_5	0_3	1_4	0_9	1_1	2_5
Oe (206)	7_0	26_3	15_8	3_2	5_8	1_8	3_3	4_2	1_7	2_8	3_3	2_8	2_5	1_9	2_3
Note *c*.															
	c	c^1	g^1	c^2	e^2	g^2	ais^2	c^3	d^3	e^3	fis^3	g^3	as^3	ais^3	h^3
A (182)	0_3	2_3	0_9	4_7	14_4	8_6	24_7	8_8	1_3	1_2					
Ao (183)	2_6	3_6	9_8	21_9	20_1	9_5	3_0	1_7	1_8	0_8					
O (179)	8_5	17_5	21_4	3_8	19_9	3_3	3_3	1_2	1_3	0_2					
Ae (180)	7_1	3_0	2_1	52_7	2_9	5_3	4_0	6_2	1_6	3_2	2_2	0_2	0_6	0_1	0_6
Oe (181)	11_0	25_7	12_3	2_6	3_6	0_6	6_9	7_1	2_8	3_8	2_1	2_0	1_8	1_8	1_4
Note *d*.															
	d	d^1	a^1	d^2	fis^2	a^2	c^3	d^3	e^3	fis^3	gis^3	a^3	b^3	c^4	cis^4
A (202)	4_0	5_4	4_4	30_3	14_7	7_2	5_4	6_6	5_7	3_6					
Ao (203)	3_3	4_0	6_9	38_5	14_0	4_1	3_1	6_8	6_2	1_1					
O (204)	3_3	6_5	3_8	5_7	39_5	4_1	0_5	4_4	1_5	4_4					
Ae (205)	6_8	19_2	9_2	34_0	10_8	1_8	5_0	5_1	2_4	1_2	0_8	3_0	2_6	1_1	1_6
Oe (206)	6_3	23_4	4_9	25_4	3_8	3_4	6_5	7_3	7_2	0_5	4_6	2_8	4_0	1_0	4_3
Note *e*.															
	e	e^1	h^1	e^2	gis^2	h^2	d^3	e^3	fis^3	gis^3	ais^3	h^3	c^4	cis^4	dis^4
A (182)	3_0	5_7	1_1	22_0	8_0	26_1	2_0	4_4	3_0	8_9					
Ao (183)	3_4	4_0	22_5	26_1	11_7	3_3	5_6	1_6	2_4	0_7					
O (179)	2_0	9_0	30_8	41_3	4_1	2_7	0_7	3_3	1_2	1_1					
Ae (180)	6_7	6_3	15_5	29_7	4_0	10_9	5_2	1_5	4_7	2_9	1_7	1_6	1_0	0_7	0_8
Oe (181)	11_4	17_9	5_4	14_7	1_9	13_8	2_7	4_8	9_6	1_6	0_5	1_3	1_4	0_4	1_1

Vocal (u. Nr. d. Blattes)	Note g. g	g^1	d^2	g^2	h^2	d^3	f^3	g^3	a^3	h^3	cis^4	d^4	es^4	f^4	fis^4
A (182)	2_5	2_4	11_2	14_4	30_5	4_2	3_8	3_8	6_7	6_6					
A (202)	7_6	7_1	15_6	12_5	29_1	0_4	3_6	8_3	8_4	8_6					
Ao (183)	7_0	7_5	45_5	8_6	10_1	8_3	3_8	1_4	0_8	0_4					
Ao (203)	2_1	2_1	45_9	3_2	1_8	12_0	2_4	1_3	4_7	2_6					
O (179)	7_0	25_6	11_5	24_0	3_8	4_8	0_7	2_6	1_2	0_2					
O (204)	2_7	6_4	40_3	5_4	4_8	10_1	2_5	6_0	3_3	3_8					
Ae (205)	10_2	30_6	25_7	9_9	9_6	5_4	1_2	2_9	0_8	1_1	1_2	0_8	0_9	1_1	1_2
Oe (181)	23_4	23_6	8_2	4_3	14_5	4_2	4_9	2_5	0_9	2_3	2_4	0_9	1_1	1_1	0_7
Oe (206)	2_8	27_8	11_2	3_2	13_8	9_3	6_4	5_6	2_1	3_7	2_9	3_7	2_8	1_4	2_3
U (207)	21_4	5_4	25_6	11_4	7_9	7_0	8_1	0_8	1_9	6_3	1_5	0_3	4_5	2_9	0_7
Ue (208)	44_0	10_7	8_0	3_8	1_3	0_2	1_0	3_2	1_3	1_9	0_8	0_7	1_0	0_8	0_4
I (208)	50_0	5_8	14_3	2_3	1_3	1_3	0_9	0_7	1_7	1_0	1_1	1_3	1_1	1_4	1_3

Note c^1.

	c^1	c^2	g^2	c^3	e^3	g^3	ais^3	c^4	d^4	e^4	fis^4	g^4	as^4	ais^4	h^4
A (182)	2_8	1_7	11_0	11_0	32_9	3_4	3_2	5_1	5_3	7_8					
Ao (183)	4_8	38_1	17_0	5_3	4_0	0_2	1_7	0_5	1_2	0_7					
O (179)	10_4	32_1	12_3	22_5	2_0	3_7	1_8	1_0	1_0	0_4					
Ae (180)	11_9	37_8	6_4	12_8	2_6	5_3	2_5	0_3	0_4	0_1	1_1	0_9	0_6	1_1	0_1

Wiederum habe ich nach der Schwerpunktsmethode (über die Auswahl der Amplituden s. dies Archiv Bd. 53, S. 50; vgl. ferner den Anhang zu dieser Abtheilung) die Lage des characteristischen Tones oder Formanten genauer zu ermitteln versucht. Ich erlaube mir den Vorschlag, die letztere Bezeichnung statt der schleppenden erstgenannten generell einzuführen.

Schwerpunktsbestimmung der Vocalformanten.

Note (und Nr. des Blattes)	Ordnungszahlen der benutzten Amplituden	Resultirende Ordnungszahl des Formanten	Note des Formanten
	Vocal *A*.		
G (202)	6 bis 10	7,8	$\langle g^2$
H (202)	7	7,0	$\langle a^2$
c (182)	5 bis 7	6,2	$\langle gis^2$
d (202)	4 „ 6	4,6	c^2—f^2
e (182)	4 „ 6	5,1	$\langle as^2$
g (182)	3 „ 5	4,3	as^2
„ (202)	3 „ 5	4,2	gis^2
c^1 (182)	3 „ 5	4,4	dis^3—c^3

Note (und Nr. des Blattes)	Ordnungszahlen der benutzten Amplituden	Resultirende Ordnungszahl des Formanten	Note des Formanten
	Vocal *Ao*.		
G (203)	5 bis 7	5,9	$\langle d^2$
H (203)	4 „ 5	4,7	$\langle d^2$
c (183)	4 „ 5	4,5	d^2
d (203)	4 „ 5	4,3	es^2
e (183)	3 „ 5	3,8	dis^2
g (183)	3	3,0	d^2
„ (203)	3	3,0	d^2
c^1 (183)	2 bis 3	2,3	d^2—dis^2
	Vocal *O*.		
G (204)	6 bis 7	6,6	$\langle e^2$
c (179)	2 „ 5	2,95	$\langle g^1$
d (204)	5	5,0	fis^2
e (179)	3 bis 4	3,6	d^2
g (179)	2 „ 4	3,0	d^2
„ (204)	3	3,0	d^2
c^1 (179)	1 bis 4	2,6	e^2—f^2
	Vocal *Ae* (nur der tiefere Formant)[1].		
G (205)	6	6,0	d^2
H (205)	5	5,0	dis^2
c (180)	4	4,0	c^2
d (205)	2 bis 5	3,5	$\langle c^2$
e (180)	3 „ 4	3,66	$\rangle d^2$
g (205)	2 „ 3	2,5	h^1
c^1 (180)	1 „ 4	2,3	$\rangle d^2$

Diese Ergebnisse stimmen, mit wenigen Ausnahmen, sehr gut zu den in der vierten Abtheilung mitgetheilten. Insbesondere tritt auch an diesen riesenhaften Curven, welche wegen der ausserordentlichen Langsamkeit der Reproduction absolut zuverlässig sind, das Grundgesetz ungemein deutlich hervor, nach welchem der Formant mit steigender Stimmnote in der Ordnungszahl immer weiter herabgeht, seine absolute Lage dagegen behält. Bezüglich der Ausnahmen (*A* auf c^1, *O* auf *c* und *d*, *Ae* auf *g*) ist zu bemerken, dass sie an Zahl gering sind, da hier wiederum alle von Herrn Ehrhardt gemachten Analysen ohne Weglassung verdächtiger mitgetheilt sind, dass ferner es denkbar ist, dass ihnen Rechenfehler zu Grunde liegen, deren Aufspürung sehr zeitraubend sein würde.

Für den Vocal *Oe* zeigen die Analysen von Neuem das schon in der vierten Abtheilung (Bd. 53, S. 41) angegebene Verhalten, dass in den ersten Partialtönen eine bedeutende Hervorragung vorhanden ist, welche sich mit der Stimmnote im absoluten Sinne

1) Vgl. dies Archiv Bd. 53. S. 34, 40.

verschiebt. Ganz ausnahmslos hat die zweite Partialschwingung die grösste Amplitude, einmal ist die erste fast ebenso gross. Versucht man, aus allen Hervorragungen einen tiefen Formanten zu berechnen, so erhält man eine durchaus unbeständige Lage desselben.

Ueber die Lage der höheren Formanten für *Ae*, *Oe*, *E*, *Ue*, *I* geben die vorliegenden Analysen, wie schon in den früheren Abtheilungen wiederholt hervorgehoben ist, weit weniger sicheren Aufschluss als der Anblick und die Proportionalmessung der Curven. Erst wenn die Zahl der gemessenen Ordinaten von 40 auf mindestens 100 pro Periode vermehrt werden würde, wäre in dieser Hinsicht grössere Sicherheit zu erwarten.

Wiederum wurden für einige dieser Curven die höheren Formanten durch Proportionalmessung ermittelt, eine Arbeit, welche von Herrn Dr. Matthias freundlichst ausgeführt wurde. Da die Ergebnisse durchaus übereinstimmend waren mit denjenigen der vorigen Abtheilung, so wurde kein Werth darauf gelegt, eine grössere Anzahl solcher Bestimmungen auszuführen. Es wurde gefunden:

Vocal und Note (Blatt-Nr.)	Länge der Periode mm	Mittl. Länge der Formantperiode mm	Ordnungszahl des Formanten[1])	Schwingungszahl des Formanten[1])	Note des Formanten[1])
Ae, Note *G* (205)	123	20,5	6,0	576	d^2
„ „ *H* (205)	109	21,7	5,02	602,4	dis^2
„ „ *c* (180)	99	24,75	4,0	512	c^2
„ „ *d* (205)	76	a) 19,0	4,0	576	d^2
		b) 7.75	**9,81**	**1412,6**	***fis*^{3}**
„ „ *e* (180)	88	a) 21,0	4,2	672	e^2—f^2
		b) 8,8	**10,0**	**1600**	***gis*^{3}**
„ „ *g* (205)	68	a) 19,3	3,52	675,9	e—f^2
		b) 7,5	**9.1**	**1747,2**	**a^3—*ais*^{3}**
„ „ c^1 (180)	56	a) 28	2,0	512	c^2
		b) 10	**5,6**	**1433,6**	***fis*^{3}**
E, Note *d* (208)	47	3,76	12,5	1800	b^3
„ „ *g* (208)	34	3,0	11.3	2169,6	c^4—*cis*^{4}
Oe, Note *G* (206)	46,5	3,1	15,0	1440,0	*fis*^{3}
„ „ *H* (206)	48,5	4,5	10,78	1293,6	e^3
„ „ *d* (206)	41,0	3,0	6,83	983,5	$<c^3$
„ „ *e* (181)	89,0	9,75	9,128	1460,5	*ges*^{3}
„ „ *g* (206)	36,0	5,5	6,55	1257,6	*es*^{3}
Ue, Note *g* (208)	36,0	4,0	9,0	1728,0	$>a^3$
I, Note *g* (208)	34,5	2,5	13,8	2649,6	$<f^4$

1) Bei *Ae* sind die den höheren Formanten betreffenden Angaben durch stärkeren Druck hervorgehoben.

Auch hier zeigt sich eine sehr befriedigende Uebereinstimmung mit den früheren Resultaten. In den *Ae*-Curven sind wiederum die Zacken, welche dem höheren Formanten angehören, mitunter nahezu unerkennbar („verstrichen"), sobald sie mitten in einen sehr steil auf- oder absteigenden Schenkel fallen, während sie in der Nähe der Gipfel sehr gut hervortreten; diese begreifliche Erscheinung ist schon früher von mir constatirt worden[1]).

Bemerkungen zur Vocalfrage.

Da ich vermuthlich für einige Zeit nicht wieder auf die Vocaluntersuchungen zurückkommen werde, halte ich es für angemessen, nochmals festzustellen, was durch die bisherigen Untersuchungen festgestellt erscheint, und was zunächst noch unentschieden bleiben muss.

Vor Allem ist festgestellt, dass jeder Vocal einen oder auch zwei feste Formanten besitzt, deren Lage wenigstens nur innerhalb enger Grenzen variirt. Diese Formanten liegen:

für *U* im ersten Theil der 1. und der 2. Octave,
„ *O* „ „ „ „ 2. Octave,
„ *Ao* „ „ „ „ „ „ etwas höher,
„ *A* in der Mitte der 2. Octave,
„ *Ae* im Anfang der 1. und in der Mitte der 3. Octave,
„ *E* im Anfang der 1. und am Ende der 3. Octave,
„ *Oe* in der Mitte der 3. Octave, etwas tiefer als für *Ae*,
„ *Ue* gegen Ende der 3. Octave,
„ *I* im ersten Theil der 4. Octave.

Aus einer kritischen Zusammenstellung von F. Auerbach[2]) welche ich der Freundlichkeit des Herrn Verfassers verdanke, sehe ich mit Ueberraschung, dass derselbe noch immer nicht von der festen Lage der Formanten überzeugt ist, und sein mit der äusserst unsicheren Methode der Resonatorenbeobachtung erhaltenes Ergebniss von der Vereinigung eines relativen und eines absoluten Momentes zur Characteristik der Vocale aufrecht zu erhalten sucht[3]).

---

1) Dies Archiv Bd. 53. S. 25.

2) Die physicalischen Grundlagen der Phonetik. Ztschr. f. französ. Spr. u. Lit. Bd. 16. S. 117.

3) Wie ich schon früher bemerkt habe (dies Archiv Bd. 47. S. 379) halte ich Auerbach's Resonatorenresultate für völlig widerlegt dadurch, dass er die Intensität des Grundtons stets als grösste fand, während meine

Ich kann mir das nur daraus erklären, dass Auerbach meine IV. phonophotographische Untersuchung überhaupt nicht berücksichtigt hat, welche die von ihm angedeuteten methodischen Bedenken völlig beseitigt; kann es eine treuere Vocalcurve geben als die glyphische des Phonographen, welche man jeden Moment durch Abhören prüfen kann? Und ergiebt nicht schon die Constanz der Curven bei wiederholter photographischer Umsetzung, dass die photographirten Curven wiederum die absolut treue Wiedergabe der glyphischen sind? Wenn Auerbach in meinen Zahlen für *A* (in der III. Abtheilung) sein Princip bestätigt zu finden glaubt, so wäre sehr zu wünschen, dass er auch für andere Vocale die Probe gemacht hätte, wozu die Abtheilung IV, welche ihm schon vorlag, reichliches Analysenmaterial enthielt, und ebenso die jetzt vorliegende Abtheilung V enthält.

Die Besprechung, welche Auerbach dem „angeblichen Experimentum crucis" zwischen den Behauptungen des absoluten und des relativen Momentes, nämlich dem Versuch am Phonographen mit veränderter Reproductionsgeschwindigkeit, widmet (S. 151—153), ist nur daraus begreiflich, dass Auerbach die Leistungen des neuen Phonographen (von 1888) mit Wachscylinder nicht aus eigener Anschauung kennt. Schon der Satz „die Reproduction der Klänge im Phonographen ist bekanntlich so unvollkommen, dass etc.", ferner die Bemerkungen über nicht treues Anliegen des „Stiftes", und manches Andere zeigt, dass Auerbach immer den Stanniol-Phonographen meint. So erklärt sich auch seine Angabe, dass „die bezüglichen Angaben der einzelnen Forscher nicht mit einander übereinstimmen". Dies trifft nur zu für die Versuche an Stanniol-Phonographen, welche in der That wegen der Unvollkommenheit des Instruments völlig bedeutungslos sind. Am Wachsphonographen hat aber ausser mir[1]) meines Wissens Niemand über den Versuch, dessen Resultat über allen Zweifel sicher ist, und den ich jedes Jahr in der Vorlesung demonstrire, etwas veröffentlicht; von einer Verschiedenheit der Angaben kann also nicht gesprochen werden, wie sie auch undenkbar ist. Dieser Versuch ist nun in der That ein Experimentum crucis,

Analysen die Amplitude des Grundtons, also erst recht seine Intensität, als relativ sehr klein erwiesen haben.

1) Dies Archiv Bd. 47. S. 42.

welches zum Mindesten beweist, dass, falls überhaupt ein relatives Moment mitspielt, seine Bedeutung verschwindend gering ist gegenüber derjenigen des unzweifelhaft nachgewiesenen absoluten.

Weiter muss ich als festgestellt ansehen, dass die in den Vocalklängen vorkommenden Formanten nicht nothwendig harmonisch zu den Grundtönen sein müssen, sondern eine ganz selbstständige Lage haben. Auch hiergegen erhebt Auerbach Bedenken. Am wenigsten verstehe ich das Argument, welches sich auf die „musikalische Schönheit" der Vocalklänge gründet. Auerbach verwechselt hier offenbar harmonischen Zusammenklang und harmonische Obertöne. Von den harmonischen Obertönen sind bekanntlich der 6. mit dem 7., der 7. mit dem 8., u. s. f. im Sinne des Zusammenklanges zu einander unharmonisch; wann aber hat je Einer diese Disharmonie herausgehört und unangenehm empfunden? Weit mehr aber setzt mich in Erstaunen, dass Auerbach folgendes schreiben konnte: „Insbesondere hat Pipping gezeigt, dass seine Curven durch die Annahme ausschliesslich harmonischer Obertöne sehr gut — bis auf winzige Fehler — befriedigt werden, und das Gewicht dieses Beweises wird durch die Gegenbemerkungen Hermann's nicht wesentlich beeinträchtigt." Hier liegt ein grober mathematischer Irrthum vor, der weit mehr als bei dem Philologen Pipping, bei einem Physiker erstaunlich ist, namentlich nachdem ich diesen Irrthum klar beleuchtet habe[1]). Ich kann nur wiederholen: Die Fourier'sche Analyse einer begrenzten Curve oder Periode zerlegt dieselbe völlig willkürlich in harmonische Sinus- und Cosinuscurven. Auch bei dem zweifellosesten unharmonischen Bestandtheil[2]) wird weder die Convergenz der Coëfficienten verringert, noch die Fehler, d. h. die nach einer Anzahl von Gliedern noch vorhandene Ungenauigkeit der Summe, vergrössert. Die Behauptung, dass die Analyse an sich und die Fehlerrechnung irgend das Mindeste über An- oder Abwesenheit unharmonischer Bestandtheile aussagen kann, ist und bleibt sinnlos, und ich bedauere auf das Lebhafteste, dass Auerbach sich ihrer angenommen hat.

Der unbefangene Anblick einer guten Vocalcurve ist weit lehrreicher, als Auerbach zugeben will. Wenn ich in jeder

1) Dies Archiv Bd. 48. S. 184 f.

2) Vgl. auch dies Archiv Bd. 53. S. 46.

Stimmperiode eine ganz deutliche Schwingung sich wiederholen sehe, so soll ich nach Pipping und Auerbach die Augen schliessen, und lediglich die Resultate der Fourier'schen Analyse berücksichtigen. Immer wieder dieselbe theoretische Voreingenommenheit. Denn in nichts Anderem liegt die Berechtigung dieser Forderung, als in der Hypothese dass das Ohr nur die harmonischen Componenten der Schwingung heraushört. Wir wissen aber auf das Bestimmteste, dass wir auch noch Anderes hören, z. B. Schwebungstöne, Intermittenztöne, lauter Töne, welche in der Fourier'schen Analyse der Gleichung oder Curve des Vorganges gar nicht zu Tage treten. Die Curve des Vorganges ist an sich der wahre Ausdruck der Bewegung; wie wir sie lesen, ist willkürlich; die Analyse ist eine der Arten sie zu lesen.

Wenn der Ton g^2 (von 768 Schw.) 100 mal in der Secunde auf je $^1/_{120}$ Secunde hervorgebracht wird, so ist das ein völlig definirter, und auch realisirbarer Vorgang. Die Analyse der Curve dieses Vorganges ergiebt eine sehr grosse Reihe von harmonischen Partialschwingungen, in welchen die Schwingung von der Frequenz 100 nur eine äusserst geringe Amplitude hat, und der Ton g^2 (768) überhaupt nicht vertreten ist. Nach Auerbach soll man nun diesen Vorgang nur durch die analytischen Partialschwingungen definiren, obwohl man ausschliesslich die Note von 100 Schwingungen, und zwar in der Vocalfärbung *A* hört. Heisst das nicht der Natur vollkommen Gewalt anthun?

Durch meine von jeder Theorie unabhängige Betrachtungsweise bin ich auf eine künstliche Production des *A*-Vocals gekommen, welche Jeden auf das Höchste frappirt, der sie einmal gehört hat[1]). Ich wundere mich, dass Auerbach, dem doch wohl die Helmholtz'sche Doppelsirene und ein kräftiges Gebläse zur Verfügung steht, den Versuch nicht wiederholt hat; er spricht deutlicher als lange Abhandlungen.

Wenn ferner Auerbach es unbefriedigend findet, dass die Vocale *O*, *Ao*, *A* sich so wenig in der Lage ihrer Formanten unterscheiden, so übersieht er, dass ich selbst schon wiederholt hervorgehoben habe, dass nicht allein die Note des Formanten für den Vocal massgebend ist, sondern auch die Art wie dieselbe die Stimmperiode ausfüllt, ob einen längeren oder kürzeren Theil, ob

1) Dies Archiv Bd. 47. S. 387 f.

mit mehr oder weniger ausgesprochener Intermittenz, und dass die Aufsuchung der Formanten nur die erste und wichtigste Aufgabe der Untersuchung ist.

Wie schon öfters hervorgehoben, habe ich die Helmholtz'sche Vocallehre von 1863 in dem Hauptpunkte bestätigt gefunden, dass jeder Vocal einen oder zwei feste Formanten hat, deren Lage sich freilich vielfach anders ergab, als die der Helmholtz'schen Mund-Resonanztöne. Dagegen unterscheidet sich meine Auffassung von der Natur der Vocale wesentlich von der Helmholtz'schen, neuerdings von Pipping vertretenen, darin, dass ich den Mundtönen eine völlige Selbstständigkeit zuschreiben muss, während Helmholtz die auf die Note des Formanten eingestellte Mundhöhle nur die nächstliegenden Partialtöne des Stimmklanges resonatorisch verstärken lässt.

Gegen die letztere Auffassung, welche von vielen Autoren, so jetzt wieder von Auerbach, als die einzige physicalisch denkbare angesehen wird, spricht vor Allem das Aussehen der Curven, deren wahre Gestalt auf dem phonophotographischen Wege zweifellos festgestellt ist. Die Formantschwingung tritt oft in einem solchen Grade selbstständig auf, und zugleich unharmonisch, dass jede andere als die von mir empfohlene Deutung gekünstelt erscheint.

Ferner kann doch nur das resonatorisch verstärkt werden, was im Stimmklange bereits enthalten war. Der Formant des Vocals *I* liegt etwa bei f^4. Dies ist aber für

Note *G* der 28.—29. Partialton,
„ *c* „ 21.—22. „
„ *g* „ 14. „

Wie kann man auch nur einen Augenblick annehmen wollen, dass der 28. oder 21. Partialton des Stimmklanges noch so weit vertreten sei, um durch Resonanz des Mundes verstärkt werden zu können?! Schon diese Erwägung, welche sich auch auf *E*, ja auf alle Vocale ausdehnen lässt (für die tiefen Noten einer Männerstimme liegt selbst der Formant des *A* als Partialton schon enorm hoch) genügt, die schablonenmässige Auffassung zu widerlegen.

Ich behaupte, dass der Mundton ganz isolirt hervorgebracht wird, und lasse nur das dahingestellt, ob die Mundhöhle durch jede Stimmintermission des Luftstroms einmal angeblasen wird, wie ich auf Grund meiner ersten, directen Curven (α-Versuche) annehmen

zu müssen glaubte [1]), oder ob der Mundton continuirlich neben dem Stimmklange ertönt, was nach den Curven viel unwahrscheinlicher ist. Da der Mundton meist unharmonisch zur Stimmnote ist, so müsste im letzteren Fall — aber nur in diesem — eine continuirliche Veränderung der Perioden stattfinden, mit andern Worten der Vorgang wäre nicht wirklich periodisch, oder vielmehr die wirkliche Periode wäre sehr lang (zwischen je zwei Coincidenzen). In keiner Arbeit ist bisher die Analyse von mehr als Einer Periode jeder Curve vorgenommen worden, so dass über continuirliche Veränderungen sich nicht viel sagen lässt (erwähnt sind solche mehrfach) [2]). Thatsache bleibt, dass die Schwingungen der tieferen Formanten (bei *A*, *Ao*, *U*) in jeder Stimmperiode eine Strecke lang unterdrückt sind.

Schliesslich noch eine, gewiss nicht überflüssige Bemerkung. Unsre Untersuchungen erstrecken sich fast ausschliesslich auf den Character der lauten Vocale, wie sie sind, aber nicht darauf wie sie sein müssen, ohne den Vocalcharacter zu verlieren. Mein *A* z. B. hat stets seinen Formanten in der Gegend von fis^2—gis^2. Trotzdem zeigen zahlreiche von mir angestellte Versuche, dass der Formant beträchtlich, bis in die 3. Octave hinein, erhöht werden kann, ohne dass der *A*-Character leidet (auch haben Pipping's und Boeke's allerdings ausländische *A*-Laute so hohe Formanten). Dies zeigt sich: 1) in den Versuchen mit künstlichem *A* an der Doppelsirene, 2) in den Versuchen mit Anblasen von *A*-Curven an der Wellensirene mit verschiedenen Drehgeschwindigkeiten, 3) in den Versuchen am Phonographen mit variirter Reproductionsgeschwindigkeit. So würde ich mich auch gar nicht wundern, wenn für einzelne andere Stimmen als die meinige der *A*-Formant auch im Deutschen höher als bei mir gefunden würde. Das eigentliche Characteristicum des *A* liegt eben darin, dass ein Ton von der Höhe der zweiten Hälfte der zweigestrichenen Octave oder etwas höher mit intermittirender oder oscillirender Amplitude hervorgebracht wird, und vermuthlich in der speciellen Art des Intermittirens. Auf welchem Weg auch diese Erscheinung hervorgebracht wurde, ob durch intermittirendes Anblasen einer Mundhöhle, ob durch intermittirende

1) Vgl. dies Archiv Bd. 47. S. 381.

2) Vgl. dies Archiv Bd. 48. S. 187. Anm.

Zahnräder, intermittirendes Hören (mittels Lochscheiben, Telephonunterbrechungen etc.) oder durch Interferenz zweier geeigneter hoher Töne, stets hört man ein A, während das einzelne Individuum den Laut stets auf gleiche Art, und mit fast unverschiebbarem Formanten, hervorbringt. Ob diese Erkenntniss einen Rückschritt bedeutet, wie Auerbach meint, warte ich ruhig ab. Die Anhänger eingewurzelter Theorien sind nur zu geneigt, die Rückkehr zur unmittelbaren Naturbetrachtung als Rückschritt zu bezeichnen.

Anhang, betr. die Aufsuchung der Formanten aus den analytischen Resultaten mittels der Schwerpunktsmethode.

Eines kurzen Zusatzes zu den Bemerkungen in Band 53 S. 46 ff. bedarf noch der Fall, wo zur Schwerpunktsbestimmung drei Amplituden benutzt werden, deren mittlere sehr viel kleiner ist, als die beiden anderen, so z. B. oben S. 267 bei A auf Note c und c_1. Solche Fälle sind auch in der früheren Arbeit schon vorgekommen. Der Schwerpunkt fällt begreiflicherweise dann meist sehr nahe in den mittleren Ton, dessen Amplitude grade sehr gering ist. Wenn man sich vorstellt, dass der Formant sich in der Fourier'schen Analyse dadurch zu erkennen gibt, dass er die ihm nächstliegenden Partialamplituden verstärkt, so könnte es widersinnig erscheinen, dass ihn die Schwerpunktsbetrachtung grade in einen nicht verstärkten Ton verlegt. Allein eine theoretische Untersuchung lehrt, dass, wenn eine Schwingung innerhalb der Periode ihre Phase ändert, z. B. sich umkehrt, die Analyse der Periode sehr häufig die Amplituden der beiden angrenzenden Partialschwingungen sehr viel grösser ergiebt, als die der eigentlichen Schwingung.

Es sei beispielsweise der Nullpunkt in der Mitte der Periode, und diese habe eine Länge von $2n\pi$, d. h. sie erstrecke sich von $-n\pi$ bis $+n\pi$. Ferner sei ein Theil der Periode zu beiden Seiten des Nullpunktes von einer Schwingung nach dem Gesetze $y = \sin x$ erfüllt, und zwar von $-m\pi$ bis $+m\pi$; irgendwo aber im Verlaufe dieser Curve, z. B. bei $+k\pi$ finde ein Phasenwechsel um π statt, d. h. es sei $y = \sin x$ von $-m\pi$ bis $+k\pi$, und $y = -\sin x$ von $k\pi$ bis $m\pi$. Setzt man

$$y = {}^1/_2\, a_0 + a_1 \cos\frac{\pi x}{h} + a_2 \cos\frac{2\pi x}{h} + \cdots$$

$$+ b_1 \sin\frac{\pi x}{h} + b_2 \sin\frac{2\pi x}{h} + \cdots$$

so nehmen die Coëfficienten $a_1, a_2 \ldots, b_1, b_2 \ldots$ die Werthe an:

$$a_r = \frac{1}{h}\int_{-h}^{h} f(x) \cos\frac{r\pi x}{h}\, dx, \qquad b_r = \frac{1}{h}\int_{-h}^{h} f(x) \sin\frac{r\pi x}{h}\, dx,$$

worin für h (die halbe Periodenlänge) einzusetzen ist $n\pi$, und für $f(x)$ die Werthe $\sin x$, resp. $-\sin x$ und 0 (für die schwingungslosen Theile), mit Berücksichtigung der oben angegebenen Grenzen.

Die Ausführung der Integrationen ergiebt, wenn m und k als ganze Zahlen angesehen werden (für n ist diese Voraussetzung nicht gemacht):

$$a_r = \frac{2n}{\pi(r^2 - n^2)}\left(\cos k\pi \cos r\frac{k\pi}{n} - \cos m\pi \cos r\frac{m}{n}\pi\right),$$

$$b_r = \frac{2n}{\pi(r^2 - n^2)} \cos k\pi \sin r\frac{k}{n}\pi\,^{1}).$$

Ist auch n eine ganze Zahl, so nehmen a_n und b_n die Form $\frac{0}{0}$ an, und ihr wahrer Werth ist

$$a_n = 0, \qquad b_n = \frac{k}{n}.$$

Ich habe die Coëfficienten für eine Reihe von Fällen berechnet, welche Taf. II, Fig. 10 veranschaulicht sind, alle mit gleicher Periodenlänge $n = 6$. In Fall A geht die Schwingung durch die ganze Periode hindurch (d. h. $m = n$), in den übrigen ist $m < n$. Die Phasenumkehr liegt bei A und B in der Mitte der Periode (also $k = 0$), bei C von ihr entfernt ($k = 1$), noch entfernter bei D ($k = 2$) und bei E ($k = 3$), wo ausserdem m grösser ist als bei B bis D. Aus den gefundenen Amplituden wurde die Amplitude einer ersetzenden Sinusschwingung nach der bekannten Formel

$$c_r = \sqrt{a_r{}^2 + b_r{}^2}$$

berechnet.

---

1) Wenn man in diesen Formeln $k = m$ setzt, so findet kein Phasenwechsel statt, und die Gleichungen gehen in die Gleichungen (1) und (2) in Bd. 53. S. 47 dieses Archivs über.

Ich gebe nun die Werthe von c_r für die 12 ersten Partialschwingungen an. Die stark gedruckten Zahlen sind die der wirklichen Schwingung entsprechenden.

Ordnungszahl r	Amplituden c_r für die Curve A $n=6$ $m=6$ $k=0$	B $n=6$ $m=4$ $k=0$	C $n=6$ $m=4$ $k=1$	D $n=6$ $m=4$ $k=2$	E $n=6$ $m=5$ $k=3$	D^* $n=5\frac{1}{2}$ $m=4$ $k=2$
1	0,219	0,164	0,102	0,144	0,144	0,168
2	0	0,179	0,103	0,104	0,179	0,122
3	0,283	0	0,141	0,283	0,141	0,301
4	0	0,286	0,252	0,165	0,286	0,315
5	0,695	0,521	0,561	0,458	0,459	0,459
6 (= n)	**0**	**0**	**0,167**	**0,333**	**0,500**	0,419
7	0,588	0,441	0,477	0,390	0,388	0,240
8	0	0,205	0,180	0,118	0,205	0,189
9	0,170	0	0,084	0,170	0,084	0,063
10	0	0,090	0,057	0,052	0,090	0,071
11	0,090	0,067	0,042	0,060	0,059	0
12	0	0	0,073	0	0	0,043

Man sieht also, dass in allen Fällen, wo eine einfache Schwingung, wenn auch mit Phasenwechseln, einen Theil der Periode erfüllt, die ihr entsprechende Partialschwingung der nach Fourier zerlegten Curven entweder die hervorragendste ist (wie es stets der Fall ist, wenn keine Phasenwechsel da sind), oder zwischen den beiden hervorragendsten liegt, wobei sie viel kleinere Amplitude als diese haben und sogar Null sein kann. Die Ermittlung nach dem Schwerpunktsprincip giebt also in allen Fällen eine annähernd richtige Lage an, und die oben erwähnte scheinbare Widersinnigkeit ist beseitigt. Die Fälle, in welchen die Stelle der wirklich vorhandenen Schwingung in der Fourier'schen Reihe mit Null oder mit einem kleineren Werthe als die beiden angrenzenden Stellen besetzt ist, treten um so leichter ein, je näher der Mitte der Schwingung der Phasenwechsel vorhanden ist. Formen, welche an die Curven C oder D erinnern, kommen bei den Vocalen A, Ao und O in der That nicht selten vor.

Um auch ein Beispiel von Phasenwechsel bei einer zur Periode unharmonischen Schwingung zu geben, nehmen wir an, dass im Falle D die Periode nur von $-5\frac{1}{2}\pi$ bis $+5\frac{1}{2}\pi$ gehe, so dass die vorhandene Schwingung die Ordnungszahl 5,5 hat (vgl. Bd. 53.

S. 50 oben). Die für diesen Fall sich ergebenden Partial-Amplituden habe ich in der obigen Tabelle unter D^* zusammengestellt. Berechnet man aus den beiden grössten nach dem Schwerpunktsprincip die Ordnungszahl der vorhandenen Schwingung, so ergiebt sich dieselbe zu 5,477, also wiederum sehr nahe richtig. Die Ermittelung einer vorhandenen pendelartigen Schwingung durch die Fourier'sche Analyse und das Schwerpunktsprincip bewährt sich also auch dann, wenn jene Schwingung zur Periode unharmonisch und zugleich in der Phase wechselnd ist.

Experimentelle Untersuchungen über die Todtenstarre bei Kaltblütern.

Von

Dr. rer. nat. et med. **Wilibald A. Nagel,**
Assistent am physiologischen Institut in Tübingen.

Mit 7 Textfiguren.

I.

Kürzlich hat Langendorff[1]) im 55. Bande dieses Archives Mittheilung über interessante Versuche gemacht, welche auf seine Veranlassung stud. Gerlach ausgeführt hatte. Die Versuche hatten den Zweck, festzustellen, ob das ungleiche Verhalten der Beuger und Strecker des Froschschenkels gegen äussere Reize sich auch im Eintritte der Todtenstarre der beiden Muskelgruppen zeige.

1) Zur Kenntniss der Muskelstarre. Nach Versuchen von stud. med. E. Gerlach mitgetheilt von O. Langendorff. (Aus dem physiologischen Institute in Rostock.) Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 55. S. 481. 1894.