Werk

Titel: Die Naturwissenschaften

Ort: Berlin

Jahr: 1925

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0013|log677

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

info@digizeitschriften.de

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

HERAUSGEGEBEN VON

ARNOLD BERLINER

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON HANS SPEMANN IN FREIBURG I. BR.

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

UND

ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 43 (SEITE 877—892) 23. OKTOBER 1925 DREIZEHNTER JAHRGANG

INHALT:

Hermaphroditismus und Geschlechtertrennung bei den Wirbeltieren. Von E. WITSCHI, Basel. (Mit 12 Figuren und 3 Tabellen) 877

Subjektive und objektive Sternfarben. Von K. F. BOTTLINGER, Berlin-Neubabelsberg. (Mit 2 Figuren) 882

Die Flatterschwingungen bei Dampfturbinenscheiben. (Mit 5 Figuren) 885

BOTANISCHE MITTEILUNGEN: Über die Blüteperioden der Bambuseen. Über wachsliebende (cerophile) Pilze. Über die Verteilung der geotropischen Empfindlichkeit in negativ geotropischen Pflanzenorganen. Anolozyklische Rostpilze und ihr Ursprung. Die Bewegungsmechanik des Laubblattes von Dionaea muscipula. Zur Kenntnis der Sexualität höherer Volvocales. Das Taubwerden von Bastardsamen und die künstliche Aufzucht früh absterbender Bastardembryonen 887

ASTRONOMISCHE MITTEILUNGEN: Die Radialgeschwindigkeiten von Kugelsternhaufen und außergalaktischen Nebeln. Die Perioden-Helligkeitskurve. Untersuchungen über das Marsspektrum 890

AKADEMIEBERICHTE: Académie des Sciences de Paris 891

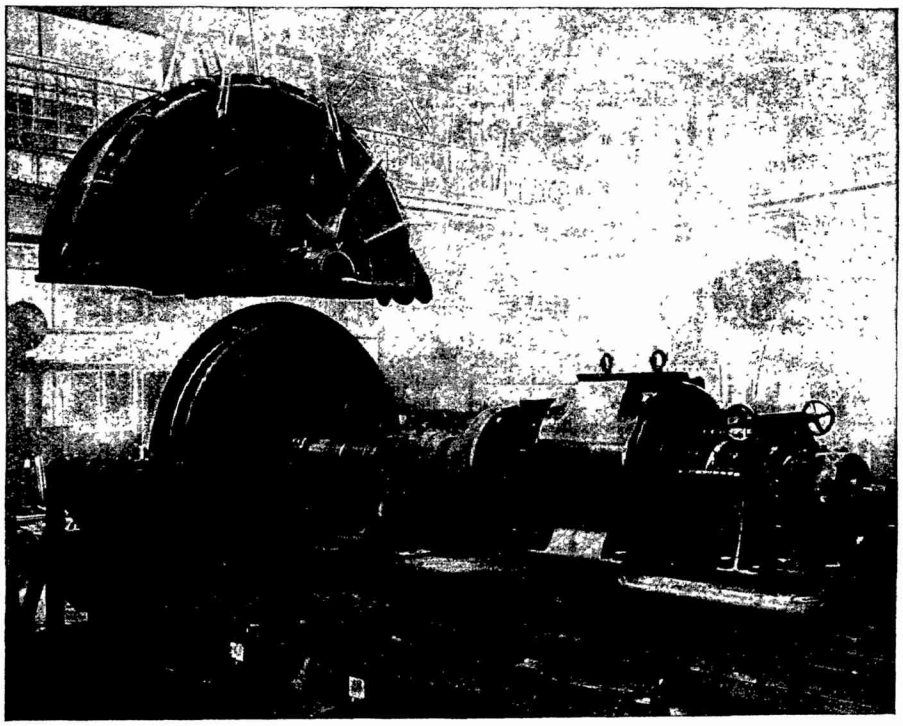

Abb. 191. Versuchsanlage zur Messung der Axialschwingungen rotierender Turbinenscheiben

Aus:

O. Lasche, Konstruktion und Material im Bau von Dampfturbinen und Turbodynamos. Soeben erschien die dritte, umgearbeitete Auflage von W. Kieser, Abteilungs-Direktor der AEG-Turbinenfabrik. 198 Seiten mit 377 Textabb. Gebunden 18.75 Goldmark

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Der Postvertrieb der „Naturwissenschaften" erfolgt von Leipzig aus!

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen in wöchentlichen Heften uud können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder den unterzeichneten Verlag bezogen werden. Preis vierteljährlich für das In- und Ausland 7.50 Goldmark (1 Gm. = $^{10}/_{42}$ Dollar nordamerikanischer Währung). Hierzu tritt bei direkter Zustellung durch den Verlag das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelheft 0.75 Goldmark zuzüglich Porto.

Manuskripte, Bücher usw. an

Die Naturwissenschaften, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, erbeten.

Preis der Inland-Anzeigen: $^1/_1$ Seite 150 Goldmark, Millimeter-Zeile 0.35 Goldmark. Zahlbar zum amtlichen Berliner Dollarkurs am Tage des Zahlungseingangs.

Für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. — Bei Wiederholungen Nachlaß.

Auslands-Anzeigepreise werden auf direkte Anfrage mitgeteilt.

Klischee-Rücksendungen erfolgen zu Lasten des Inserenten.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/34.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadr.: Springerbuch.
Reichsbank-Giro Konto: — Deutsche Bank Berlin, Depositen-Kasse C.

Handwörterbuch d. Naturwissenschaften

10 Bände in Halbleder. Herabgesetzter Preis 280 M., auch in bequemen Monatsraten zu beziehen durch die Fachbuchhandlung **Hermann Meusser** in **Berlin W 57/2, Potsdamer Str. 75.**

Auch jedes andere größere Werk kann gegen erleichterte Zahlungsbedingungen geliefert werden. (847)

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Gregor Johann Mendel. Leben, Werk und Wirkung. Von Dr. **Hugo Iltis,** Brünn. Herausgegeben mit Unterstützung des Ministeriums für Schulwesen und Volkskultur in Prag. 434 Seiten mit 59 Abbildungen im Text und 12 Tafeln. 1924.
15 Goldmark; gebunden 16.80 Goldmark

Zeitschrift für wissenschaftliche Biologie

Abteilung A:

Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere

Redigiert von
P. Buchner und **P. Schulze**
Greifswald Rostock

Abteilung B:

Zeitschrift für Zellforschung und mikroskopische Anatomie

Fortsetzung des Schultze-Waldeyer-Hertwigschen Archiv für mikroskopische Anatomie und der Zeitschrift für Zellen- und Gewebelehre

Redigiert von
R. Goldschmidt und **W. v. Möllendorff**
Berlin Kiel

Abteilung C:

Zeitschrift für vergleichende Physiologie

Redigiert von
K. v. Frisch und **A. Kühn**
München Göttingen

Abteilung D:

Wilhelm Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen

Organ für die gesamte kausale Morphologie

Redigiert von
H. Spemann **W. Vogt** **B. Romeis**
Freiburg i. Br. München München

Abteilung E:

„Planta" Archiv für wissenschaftliche Botanik

Redigiert von
Wilhelm Ruhland und **Hans Winkler**
Leipzig Hamburg

Jede Abteilung der Zeitschrift erscheint in zwangslosen, einzeln berechneten Heften.

Abnehmer von drei gleichzeitig bezogenen Abteilungen erhalten die Zeitschrift zu einem gegenüber dem jeweils festgesetzten Verkaufspreis um 10 % ermäßigten Vorzugspreis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Dreizehnter Jahrgang | 23. Oktober 1925 | Heft 43

Hermaphroditismus und Geschlechtertrennung bei den Wirbeltieren[1]).

Von E. WITSCHI, Basel.

In der Natur finden wir Zwittrigkeit und Geschlechtertrennung oft bunt, scheinbar regellos gemischt. In manchen Gruppen ist es jedoch ohne weiteres ersichtlich, daß sich die Gonochoristen stammesgeschichtlich aus Hermaphroditen heraus entwickelt haben. Das kommt vielleicht nirgends deutlicher zum Ausdruck als gerade in der Reihe der Wirbeltiere. Bei ihren primitivsten Urformen, den Tunicaten, finden wir den Hermaphroditismus allgemein verbreitet. Jede Ascidie bildet sowohl Eier als Spermien. Oft gelingt die künstliche Selbstbefruchtung. Auch unter den Fischen gibt es einige richtige Zwitter. Beim Schriftbarsch soll sogar spontane Selbstbefruchtung beobachtet worden sein. Der Schleimaal oder Inger (Myxine) ist nach NANSEN ein protandrischer Zwitter. Zahlreiche Fische zeigen einen rudimentären Hermaphroditismus, der sich namentlich auf Jugendstadien in einem Schwanken zwischen den beiden Geschlechtern geltend macht. Auch von adulten Tieren sind häufige Fälle von Zwittertum und Geschlechtswechsel bekannt geworden.

Unter den Amphibien finden wir keine normalzwittrigen Arten mehr. Aber Reste des Zwittertums sind noch weit verbreitet. Schon lange bekannt ist der rudimentäre Hermaphroditismus der Krötenmännchen. Es handelt sich dabei um eine juvenile Protogynie. Bei den Larven entwickelt sich zuerst der vordere Keimdrüsenabschnitt zu einem relativ großen Ovar. Erst später differenziert sich der hintere Teil langsam zu einem Hoden. Das rudimentäre Ovar bleibt als sog. „Biddersches Organ" dauernd erhalten. Normalerweise bleibt es funktionslos. Gelegentlich findet man es jedoch stark hypertrophiert und in seiner Größe einem weiblichen Ovar kaum nachstehend. Unabhängig voneinander haben HARMS und PONSE gefunden, daß die Ovarien der Krötenmännchen sich mächtig entfalten, wenn die Hodenabschnitte operativ entfernt werden. Beide Autoren haben Fälle beschrieben, wo schließlich die Krötenmännchen Eier legten. Nach PONSE waren einige Eier sogar entwicklungsfähig. Die „Krötenmännchen" sind also im Grunde gar keine Männchen, sondern protogyne Rudimentärhermaphroditen.

Unser gewöhnlicher Grasfrosch führt zwei Schritte weiter. Er kommt in verschiedenen geographischen Rassen vor, die ich in *differenzierte* und *undifferenzierte* eingeteilt habe. Die undifferenzierten stimmen mit den Kröten darin wesentlich überein, daß die Männchen zuerst Ovarien entwickeln. Bei der Metamorphose besteht darum die Nachkommenschaft ausschließlich oder überwiegend aus „Weibchen". Aber wie schon PFLÜGER und SCHMITT-MARCELL (Tab. 1) gezeigt haben,

Tabelle 1.

Geschlechtsverhältnisse bei der Dorfener Rasse.

Alter ab Metamorphose in Monaten	Zahl der ♀ in %	Zahl der Umwandlungsformen in %	Zahl der ♂ in %	Zahl der untersuchten Tiere
0	85	—	15	225
1	85	—	15	310
2	75	8	17	390
3	70	12	18	332
4	70	12	18	215
6	64	18	18	80
10	55	24	21	220
12	54	24	22	210
13	54	20	26	200
14	54	15	31	200
15	53	12	35	180
16	53	7	40	200
18	52	4	44	120
22	52	—	48	200

Bei der Metamorphose sind nur 15% Männchen morphologisch herausdifferenziert. Sie vermehren sich auf Kosten der „Weibchen" im Verlauf der ersten 2 Lebensjahre auf 48%. Von den 85% „Weibchen", die unmittelbar nach der Metamorphose gefunden werden, erweisen sich somit ca. 35% als protogyne Hermaphroditen.

verschwindet die ovariale Struktur im Verlauf der ersten Lebensjahre in der Regel spurlos, so daß bei der Geschlechtsreife (im vierten Sommer) die Geschlechtsnorm hergestellt ist (Fig. 1). Die Weibchen dieser undifferenzierten Rassen bekunden nach erlangter Geschlechtsreife eine gewisse Neigung, sich in Männchen umzuwandeln. Sie funktionieren dann während einer geraumen Zeit als Zwitter, und in zwei derartigen Fällen konnte sogar künstliche Selbstbefruchtung ausgeführt werden (Fig. 2).

Die differenzierten Rassen sind schon von frühen Larvenstadien weg geschlechtlich vollkommen differenziert. Aber auch sie haben noch eine gewisse Labilität bewahrt, die sich darin zeigt, daß unter experimentellen Bedingungen ihr Geschlecht relativ leicht umgestimmt werden kann (vgl. unten!). Insofern dürfen wir sie also auch noch als Rudimentärhermaphroditen betrachten. Die beiden gezeichneten Rassetypen sind durch alle denkbaren Zwischenglieder verbunden. Wenn

[1]) Nach dem ersten Teil des Referates über „Die Bedingungen der geschlechtlichen Differenzierung", vorgetragen in der Gruppensitzung der biologischen Sektionen der Schweiz. Naturforsch. Ges., an der Jahresversammlung in Aarau.

wir auf dem charakteristischen Entwicklungsstadium nach Schluß der Metamorphose gewissermaßen einen Querschnitt durch die Art legen, so erhalten wir ein gutes Bild ihrer Variation (Tab. 2). Das „Weibchen"-Prozent wechselt zwischen 50

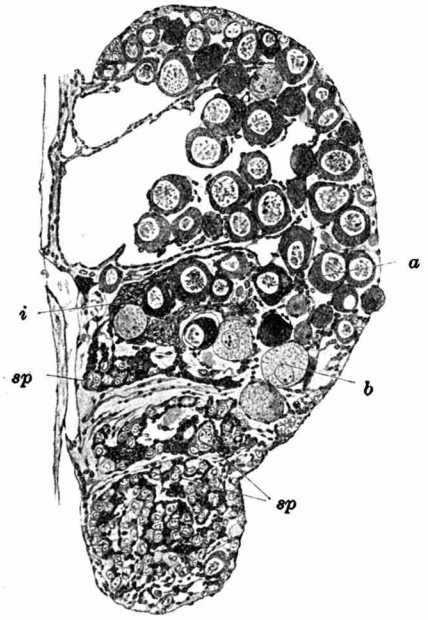

Fig. 1. Längsschnitt durch die *Keimdrüse eines Juvenilhermaphroditen*, ca. 1 Monat nach der Metamorphose. Von hinten nach vorn fortschreitende Geschlechtsumwandlung. Hinterster Sexualstrang normal männlich, zwei vorderste Sexualstränge rein weiblich, zwei mittlere Sexualstränge in Geschlechtswechsel begriffen, *i* wuchernde Zwischenzellen, *a*, *b* degenerierende Eier. *sp* Spermatogonien.

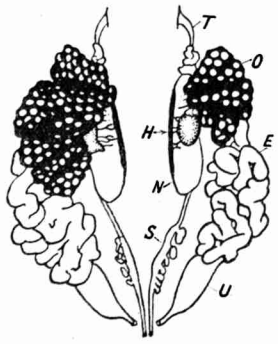

Fig. 2. *Urogenitalapparat eines Adulthermaphroditen. O* = Eierstock. *T* = Trichter des Eileiters. *E* = Eileiter. *U* = Uterus. *H* = Hoden. *N* = Niere. *S* = Harnsamenleiter mit hervorsprossenden Samenblasen.

und 100. Die alpinen und nordeuropäischen Rassen verkörpern den differenzierten Typus, die mittelländischen verschiedene Stufen des undifferenzierten.

Von unseren einheimischen Amphibien zeigen außer dem Wasserfrosch keine mehr eine so ausgesprochene Neigung zur Zwitterbildung. Über die ausländischen Arten sind wir noch wenig unterrichtet. Bei den höheren Wirbeltieren ist die Geschlechtertrennung vollständig durchgeführt. Hermaphroditische Erscheinungen kommen wohl ab und zu noch vor, und gerade in der letzten Zeit sind einige äußerst interessante Fälle mitgeteilt worden. Aber sie dürfen wohl kaum mehr als Reste des primitiven Hermaphroditismus gedeutet werden.

Tabelle 2.

Geschlechtsverhältnisse bei verschiedenen Lokalrassen des Grasfrosches kurz nach der Metamorphose (höchstens 2 Monate).

Gruppe I enthält die Rassen mit dem geringsten Grade geschlechtlicher Differenzierung, Gruppe V die mit dem höchsten Grade.

Die mit * bezeichneten sind Freilandfänge.

Gruppe	Geographische Herkunft	Nach Untersuchung von	Zahl der untersuchten Tiere	Weibchen in %
V	Ursprungstal (Bayr. Alpen)	WITSCHI (1914)	490	50
V	Dischma, Davos (Rätische Alpen)	WITSCHI (1923)	814	50
V	Spitalboden (Grimsel, Berner Alpen)	WITSCHI (1923)	46*	52
V	Riga	WITSCHI (1923)	272	44,5
V	Königsberg	PFLÜGER (1882)	370	51,5
			500*	53
IV	Elsaß (Mm)	WITSCHI (1923)	424	51
IV	Berlin	WITSCHI (1923)	471	52
IV	Bonn	WITSCHI (1923)	290	43
IV	Bonn	v. GRIESHEIM u. PFLÜGER (1881 bis 82)	806	64
			668*	64
IV	Wesel	v. GRIESHEIM (1881)	245*	62,5
IV	Rostock	WITSCHI (1923)	405	59
III	Glarus	PFLÜGER (1882)	58	78
II	Lochhausen (München)	WITSCHI (1914)	221	83
II	Dorfen (München)	SCHMITT (1908)	925*	85
II	Utrecht	PFLÜGER (1882)	780	87
			459*	87
I	Freiburg (i. B.)	WITSCHI (1923, 1925)	569	92
I	Breslau	BORN (1881)	1 272	95
I	Breslau	WITSCHI (1923)	213	99
I	Elsaß (r)	WITSCHI (1923)	237	100
I	Irschenhausen (Isartal südl. München)	WITSCHI (1914)	241	100
	Total der untersuchten Tiere		10 776	

Wie bereits gesagt, ist die vom Hermaphroditismus zur Getrenntgeschlechtigkeit führende Reihe wohl stammesgeschichtlich zu lesen. Aber auch wenn auf alle phylogenetischen Überlegungen verzichtet wird, zeigt sich zur Evidenz, daß das Problem der Geschlechtsbestimmung nicht lediglich als Vererbungsfall betrachtet werden darf. Ich habe schon vor mehr als zehn Jahren darauf hingewiesen, daß physiologische Faktoren stets mitwirken und gelegentlich sogar eine völlige Umkehr des genotypischen Geschlechts herbeiführen. Ausgiebiger

als auf irgendeinem anderen Gebiet bietet sich hier die Möglichkeit, entwicklungsphysiologische und erbanalytische Arbeit zu kombinieren — zum Vorteil nicht nur der konkreten, vorliegenden Frage, sondern auch der Entwicklung der beiden Hauptzweige der experimentellen Genetik. Gegenwärtiger Aufsatz wird sich indessen nur mit dem *Konstitutionsproblem* befassen, unter bewußter Zurückstellung der Fragen physiologischer Natur, wie der nach der Natur der Gene oder nach den Mitteln der geschlechtlichen Differenzierung.

Ein Zwitter, z. B. eine Ascidie, besitzt nebeneinander männliche und weibliche Differenzierungen. So gut wie nun jede andere selbständige Körpereigenschaft ihren erblichen Bestimmungsfaktor hat, den wir allgemein als *Gen* bezeichnen, so ist auch für den männlichen Sexuskomplex ein Gen vorhanden: der *Männlichkeitsfaktor* (*M*) und ein anderes für den weiblichen Komplex: der *Weiblichkeitsfaktor* (*F*). Da die Hermaphroditen uniforme Nachkommenschaften haben, so müssen wir annehmen, daß sie in bezug auf beide Faktoren homozygot sind. Diese Annahme hat sich in einigen Fällen experimentell bestätigen lassen. Somit ist die Erbformel für Hermaphroditen allgemein $\frac{MF}{MF}$; alle Keimzellen haben identische Konstitution, nämlich *MF*.

Bei den Getrenntgeschlechtigen (Typus Mensch, Säuger) liegen die Verhältnisse weniger einfach. Aus der Feststellung, daß die Geschlechter stets annähernd im Zahlenverhältnis von 1:1 stehen, hat man geschlossen, daß sie nach dem Rückkreuzungsmodus durch Vererbung bestimmt werden. In der Tat ist es heute durch zahlreiche Beobachtungsreihen erwiesen und erhärtet, daß beim Menschen der Mann zwei Gametensorten bildet: *Androspermien*, die Knaben erzeugen, und *Gynospermien*, Mädchen erzeugende Samenfäden. Er ist also in bezug auf wenigstens ein geschlechtsbestimmendes Gen heterozygot. Nach den bisherigen Erbanalysen zu schließen muß das den Weiblichkeitsfaktor betreffen, so daß seine Erbformel $\frac{MF}{M-}$ zu schreiben ist.

Da das weibliche Geschlecht sich in den Geschlechtsfaktoren als homozygot erweist (in Übereinstimmung mit der Erwartung, welche sich aus der Rückkreuzungsproportion ergibt), so kommt ihm die Formel $\frac{MF}{MF}$ zu. In dieser Form ist sie noch identisch mit der für Hermaphroditen. Warum aber wird ein Säugetier oder ein Mensch von dieser Konstitution weiblich, eine Ascidie dagegen zwittrig? — Die Einführung der *quantitativen Betrachtungsweise* in die Vererbungsforschung durch GOLDSCHMIDT (1912) bedeutet einen der glücklichsten und in seinen Weiterungen fruchtbarsten Fortschritte in dieser Wissenschaft. Sie führt im vorliegenden Falle zur Annahme besonders starker Weiblichkeitsfaktoren, welche die Männlichkeitsfaktoren vollständig zu unterdrücken vermögen. Natürlich besitzt der eine Weiblichkeitsfaktor des Männchens gleiche Stärke. Er unterliegt jedoch gegenüber den zwei Männlichkeitsfaktoren. Wenn wir die verstärkten Faktoren mit dem Suffix $''$ versehen, so schreiben sich nun die Erbformeln: $\frac{MF''}{MF''}$ für das weibliche und $\frac{MF''}{M-}$ für das männliche Geschlecht. Ferner bestehen die quantitativen Beziehungen

$$2\,F'' > 2\,M > F''.$$

In den Fig. 3 und 4 sind schematisiert die reifen Gameten der Zwitter und Gonochoristen dargestellt, wobei die quantitativen Beziehungen der Geschlechtsgene graphisch durch die Länge der

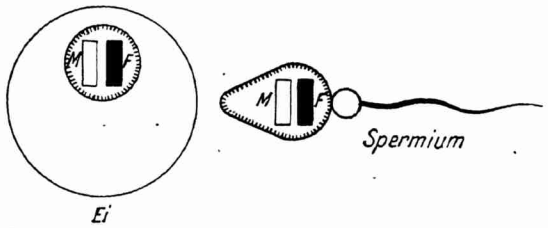

Fig. 3. Schematische Darstellung der reifen Ei- und Samenzellen mit ihren Männlichkeits- und Weiblichkeitsfaktoren (*M* bzw. *F*). Die quantitativen Beziehungen sind graphisch durch die Höhe der Rechtecke dargestellt. *Zwittertypus.*

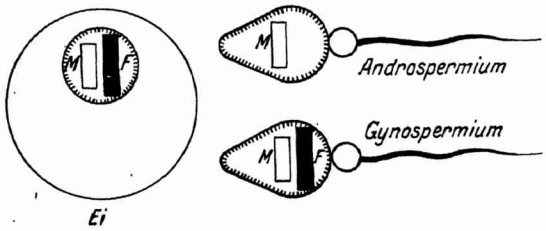

Fig. 4. Wie Fig. 3: *Gonochoristen-Typus.*

Rechtecke ausgedrückt werden. Diese Darstellungsweise erleichtert uns die Verbindung des Faktorenbildes mit den Resultaten der Chromosomenforschung. Getrenntgeschlechtliche vom Typus der Oedipoda (der auch für Pferd, Rind und vielleicht Mensch nachgewiesen erscheint) enthalten bekanntlich in allen Gameten die gleiche Anzahl von Körperchromosomen, und außerdem in allen Eiern und in den Gynospermien noch ein Geschlechtschromosom oder *X*-Chromosom. Es ist ganz klar, daß der in allen Gameten mitgeführte Faktor *M* in den Körperchromosomen lokalisiert sein muß. Für den lediglich in den Eiern und Gynospermien enthaltenen *F''* konnte mit gutem Grunde angenommen werden, er liege im *X*-Chromosom, das ja den gleichen Erbgang hat. Diese Annahme ist nun durch Feststellungen an partiell triploiden Drosophilafliegen (BRIDGES und neuestens L. V. MORGAN) zur unbezweifelbaren Tatsache erhoben worden. Anders als bei Gonochoristen konnte bei

normalen Hermaphroditen in keinem Falle eine ungleiche Verteilung von Chromosomen auf befruchtungstüchtige Gameten beobachtet werden. Das den Faktor *F* tragende *X*-Chromosom kommt also allen Gameten zu, was mit den oben entwickelten Erbformeln in Übereinstimmung steht.

[So liegen denn die Dinge für die Zwitter einer- und die Gonochoristen andererseits vollkommen klar. *Welches ist nun aber das Erbbild der Zwischenformen, der Rudimentärhermaphroditen?* Ich habe diese Frage am Grasfrosch bearbeitet. Er schien mir für die Analyse besonders geeignet, weil er, wie erwähnt, in verschiedenen Rassen mit ungleich starker Neigung zum Hermaphroditismus auftritt.

Da bei den alpinen Rassen stets sehr genau die Geschlechtsnorm (1 ♀ : 1 ♂) festgestellt wird, so mußte auch hier Erblichkeit nach dem Rückkreuzungstypus vorausgesetzt werden. Die Entscheidung über Hetero- bzw. Homozygotie der Geschlechter war leicht zu erreichen, nachdem ein weiblicher Adulthermaphrodit (vgl. oben, auch Fig. 2) gefunden worden war. Nun wurden die Eier eines normalen Davoser Froschweibchens in zwei Portionen geteilt, wovon die erste mit dem Sperma des zwittrigen Weibchens besamt wurde, die zweite mit dem eines normalen Davoser Männchens. Die erste Kombination ergab eine uniforme Nachkommenschaft, nämlich 182 ♀. Wir ersehen daraus, daß beide Weibchen nur *eine* Gametensorte gebildet haben. Die Erwartung, daß also das Männchen digametisch sei, bestätigt die zweite Kombination, welche 128 ♀ + 128 ♂ lieferte. Im gleichen Sinne ergaben Eier des Hermaphroditweibchens mit Samen desselben Davoser Männchens 132 ♀ + 135 ♂.

Die erbanalytische Aufgabe bestand demnach in der Prüfung 1. der Androspermien, 2. der Gynospermien und 3. der Eier der verschiedenen Rassentypen. Dazu stand der *Serienversuch* als methodischer Weg offen. Es würde den Rahmen dieses Aufsatzes sprengen, wenn ich auf die Einzelversuche eingehen wollte. Ich beschränke mich darauf, das Prinzip zu demonstrieren, nach dem verfahren wurde, und dann die Resultate mitzuteilen (einzelne Daten sind bereits publiziert worden; mehrheitlich sollen sie erst demnächst zum Druck kommen).

Wenn z. B. die Androspermien zu prüfen waren, so wurden die unbefruchteten Uteruseier eines einzigen Weibchens in mehrere Portionen geteilt und dann mit dem Samen einer Reihe verschiedenrassiger Männchen befruchtet. In allen Kombinationen bleibt somit der Faktor *Ei* konstant, und die Unterschiede in den Resultaten sind allein auf Rechnung der Spermien zu setzen. So ergab in einem Versuch ein Bonner Weibchen mit vier verschiedenen Männchen die in der zweiten Vertikalkolonne der Tab. 3 verzeichneten Nachkommenschaften. Es sind das summarische Resultate, die sich aus den zwei Kombinationen [Ei + Gynospermium] und [Ei + Androspermium] zusammensetzen. Sie können auf Grund des oben erwähnten Nachweises, daß auch bei undifferenzierten Rassen die Geschlechtsnorm zugrunde liegt (Tab. 1), in die beiden Komponenten zerlegt werden, wie das in der dritten und vierten Vertikalkolonne der Tab. 3 geschehen ist. Da wird nun klar ersichtlich, daß die Androspermien sich durch eine verschieden starke weibchenbestimmende Potenz auszeichnen. Männchen der geographischen Gruppe I (vgl. Tab. 2) ergeben auch hier fast ausschließlich protogyne Hermaphroditen, die in der Tabelle zum Teil als ♀, zum Teil auch schon als $\overset{+}{\sigma}$ erscheinen. Das Männchen der Gruppe V zeigt auch in dieser Bastardierungsserie höchstens noch einen letzten Rest hermaphroditischer Neigungen. Das Berliner Männchen nimmt wiederum eine Zwischenstellung ein.

Wenn wir nun die faktorielle Deutung dieser Kreuzungsergebnisse versuchen, so ist klar, daß die auffällige weibchenerzeugende Tendenz, welche die Androspermien der Frösche gegenüber denen reiner Gonochoristen wie z. B. des Menschen auszeichnet, auf zwei Weisen zustande gekommen sein könnte. Denkbar ist sowohl eine Abschwächung des Männlichkeitsfaktors als auch das Vorhandensein und Wirken eines Weiblichkeitsfaktors neben dem normal starken Männlichkeitsfaktor. Von der Unmöglichkeit der ersten Annahme kann sich jedoch jeder Leser überzeugen, der sich der Mühe unterzieht, die Konsequenzen an Hand einiger Generationsfolgen theoretisch zu entwickeln. Wir kommen also zum Schluß, daß das Androspermium neben dem Faktor *M* auch einen Weiblichkeitsfaktor führt. Er muß bedeutend schwächer sein als der Weiblichkeitsfaktor des Gynospermiums, da er keine dauernde Weibchenbildung zu veranlassen vermag. Er sei darum mit *f* bezeichnet. Für die Gynospermien und Eier gilt wiederum die Beziehung, daß der Weiblichkeitsfaktor stärker sei als der Männlichkeitsfaktor. Aus der relativ

Tabelle 3. *Bastardierungsserie.*

Bonn ♀ ×	Geschlecht der Nachkommen ein Monat nach der Metamorphose: Total	aus Ei + Gynospermium	aus Ei + Androspermium	
1. Freiburg ♂ .	366 ♀ + 14 $\overset{+}{\sigma}$ + 1 Ind.	190 ♀	176 ♀ + 14 $\overset{+}{\sigma}$	(46% „Weibchen")
2. Elsaß ♂ . . .	302 ♀ + 29 $\overset{+}{\sigma}$ + 2 ♂	167 ♀	135 ♀ + 29 $\overset{+}{\sigma}$ + 2 ♂	(41% „Weibchen")
3. Berlin ♂ . . .	235 ♀ + 16 $\overset{+}{\sigma}$ + 82 ♂	167 ♀	68 ♀ + 16 $\overset{+}{\sigma}$ + 82 ♂	(20% „Weibchen")
4. Davos ♂ . . .	135 ♀ + 2 $\overset{+}{\sigma}$ + 139 ♂	135 ♀	2 $\overset{+}{\sigma}$ + 139 ♂	(keine „Weibchen")

leichten Umstimmbarkeit des Geschlechtes sowohl junger als geschlechtsreifer Weibchen erhellt aber, daß die Differenz nicht so bedeutend ist wie bei Gonochoristen. Alle diese Überlegungen führen uns zur Aufstellung folgender Erbformeln: Weibchen $\frac{MF'}{MF'}$; Männchen $\frac{MF'}{Mf}$. Die allgemeinen Stärkeverhältnisse ergeben die Reihe $2F' > 2M > F'f$. Die Fig. 5 gibt die graphische Darstellung der Gametenkonstitution.

Das Hauptresultat dieser Untersuchungen ist die Erkenntnis, daß die Frösche nicht nur morphologisch durch ihren Rudimentärhermaphroditismus, sondern auch erbbiologisch als Zwischenglieder die Hermaphroditen mit den Gonochoristen verbinden.

Daß die in Betracht gezogenen Rassen sich erst in postglazialer Zeit voneinander getrennt haben, kann aus den Besonderheiten ihrer geographischen Verbreitung unschwer herausgelesen werden. Wenn ich mir ein Bild gestatten darf, so möchte ich diese Rassen mit einer Gruppe von Wanderern vergleichen, die, auf derselben Straße marschierend,

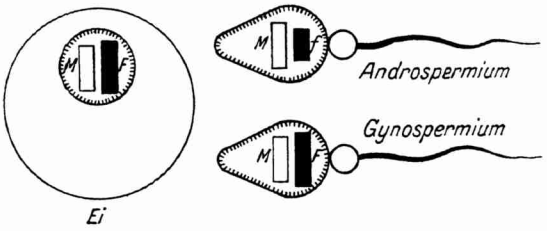

Fig. 5. Wie Fig. 3: *Typus der Rudimentärhermaphroditen.* Den verschiedenen geographischen Rassen des Grasfrosches würden etwas variierte Werte von F und f entsprechen.

seit einiger Zeit schon mit verschiedener Geschwindigkeit sich vorwärts bewegen und darum heute von Ausgang und Ziel verschieden weit entfernt sind.

Der vom Hermaphroditismus zur Geschlechtertrennung führende Entwicklungsprozeß findet in den Gameten seinen Ausdruck durch eine langsam anwachsende Verstärkung der Weiblichkeitsfaktoren in Ei und Gynospermium und durch ein rascheres Abklingen des Weiblichkeitsfaktors im Androspermium. Der erbbiologische Effekt besteht in der Verknüpfung der Geschlechtsdifferenzierung mit dem Prozeß der Chromosomenreduktion in den Reifungsteilungen der Gameten.

Wenn wir wiederum überlegen, wie die Erbfaktoren in den *Chromosomen* lokalisiert sein werden, dann kann einzig f zunächst problematisch erscheinen. Da dieser Faktor zusammen mit F' im Männchen ein Merkmalspaar bildet, so muß er in einem Chromosom liegen, das ebenso mit dem Geschlechtschromosom X sich zu einem Paar vereinigt. Ich habe darum schon 1914 seine Lokalisation im Y-Chromosom vorausgesetzt. Daß dieses sich als Träger für f gut eignet, erhellt auch aus dem Umstand, daß es bei der Reduktionsteilung stets in die Androspermie geht, also normalerweise stets in der männlichen Linie vererbt wird. Zwei Bedenken standen dieser Annahme entgegen. Über die Chromosomenverhältnisse des Frosches war cytologisch noch so gut wie nichts bekannt. Überdies haben die Morganschen Arbeiten gezeigt, daß das Y-Chromosom der Drosophila keine Erbfaktoren enthält. Es war somit gar nicht ausgeschlossen, daß diese Funktionslosigkeit eine allgemein verbreitete Eigenschaft von Y sei.

Unterdessen sind diese Punkte aufgeklärt worden. In der Spermatogenese wie in der Ovogenese

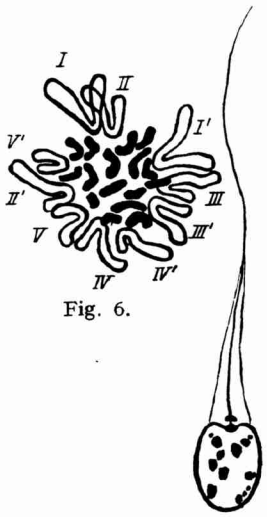

Fig. 6.

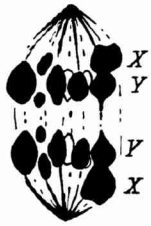

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 6 bis 10. Stadien der *Spermatogenese* des Grasfrosches. 6: Vermehrungsteilung. 7: erste Reifeteilung. 8: Äquatorialplatte der zweiten Reifeteilung. 9: zweite Reifeteilung. 10: Unreifes Spermium.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 11 und 12. *Ovogenese* des Grasfrosches. 11: Vermehrungsteilung. 12: Äquatorialplatte der zweiten Reifeteilung.

des Grasfrosches finden sich in den Vermehrungsmitosen 26 Chromosomen. Davon zeichnen sich 10 durch besondere Größe aus (Fig. 6 und 11). In den Reifeteilungen finden wir, wie zu erwarten, 13 Elemente, die zwar in den beiden Geschlechtern charakteristische Unterschiede der Formen zeigen, dagegen in den Größenproportionen leicht eine Zurückführung auf die Paare der diploiden Mitosen gestatten (Fig. 8 und 12). Jedes Reifei und jedes Spermium erhalten 13 Chromosomen. Die dreizehn können sogar noch in den unreifen Spermien gezählt werden (Fig. 10). Es ist damit zahlenmäßig

das Vorhandensein eines *Y*-Chromosoms bereits nachgewiesen. Auch Formunterschiede zwischen *X* und *Y* sind vorhanden; aber so unbedeutende, daß z. B. in den Spermatogonienmitosen keine Identifikation möglich ist (Fig. 6 vgl. IV und IV'). Sie gelingt dagegen während den Reifeteilungen. In der ersten Spermatocytenteilung (Fig. 7) wird sichtlich das *XY*-Paar äqual geteilt, so daß Tochtergemini zu den beiden Polen wandern. Die Körperchromosomen weichen später auseinander und scheinen dabei reduziert zu werden. Die zweite Spermatocytenteilung bringt dann die Reduktion für das *XY*-Paar, das sich in der Regel, vielleicht sogar immer, später teilt als die Körperchromosomen (Fig. 9).

Neuerdings haben SCHMIDT, AIDA und WINGE auch somatische Erbmerkmale im *Y*-Chromosom lokalisiert gefunden. Bezeichnenderweise stets bei Fischen! Die Ergebnisse bei LEBISTES habe ich in mehreren Serien nachgeprüft und bestätigt gefunden. In meinen Zuchten ist auch ein Zwitter aufgetreten, dessen Färbung es wahrscheinlich macht, daß in diesem Fall der Hermaphroditismus durch Faktorenaustausch zwischen *X* und *Y* herbeigeführt wurde. *Für Frösche und Fische ist also der Beweis erbracht, daß das Y-Chromosom nicht „leer" ist, sondern sowohl Gene der Geschlechtsbestimmung als auch solche von Körpereigenschaften führen kann.*

Die cytologische Untersuchung der Männchen und Weibchen lieferte das eigentliche Schlußstück im Kreise der Konstitutionsprüfungen. Das Resultat, die nahe Verwandtschaft der Grasfrösche, besonders der undifferenzierten Rassen mit echten Zwittern wird eindrucksvoll bestätigt durch zwei weitere Untersuchungen, die ich neuerdings anschließen konnte. Die eine betrifft Kreuzungsexperimente zwischen einem Weibchenzwitter und normalen Weibchen und Männchen, die andere führte zur Festlegung der Chromosomenverhältnisse der Weibchenzwitter. Letztere kann kurz dahin zusammengefaßt werden, daß die Geschlechtsumwandlung der Froschweibchen keine Chromosomenanomalie zur Voraussetzung hat, noch irgendwelche Chromosomenregulation nach sich zieht. Bei unverändert weiblicher Chromosomen- und Erbfaktorenkonstitution bildet ein solches Tier gleichzeitig Reifeier und Spermien. Abgesehen von den begrenzten Zonen, in denen gerade der Geschlechtswechsel sich vollzieht, kann nicht einmal eine wesentlich erhöhte Rate degenerierender Keimzellen festgestellt werden. Wie bei den Zwittern vom Ascidientypus kommen also die beiden Leistungen auf Grund einer und derselben Konstitution zustande. Einmal mehr werden wir auch daran erinnert, daß die Geschlechtsdifferenzierung nicht nur ein mendelistisches, sondern ebensosehr ein physiologisches Problem darstellt.

Die Erscheinungen der geschlechtlichen Differenzierung erweisen sich für vergleichende genetische Untersuchungen besonders geeignet. Denn ihre Faktoren können leichter als die anderer Erbeigenschaften durch ganze Tier- und Pflanzenstämme mit cytologischen und erbanalytischen Methoden verfolgt werden. Unser Versuch, ein so gewonnenes Tatsachenmaterial unter phylogenetischen Gesichtspunkten zu einem einheitlichen Bilde zu vereinigen, wird vielleicht nicht allgemeine Zustimmung finden. Es hätte auch leicht darauf verzichtet werden können. An der Tatsache würde das nichts ändern, *daß die Lokalrassen des Grasfroschs in cytologischer und erbfaktorieller Hinsicht Mittelglieder zwischen Hermaphroditen und Gonochoristen sind.* Von der stammesgeschichtlichen Hypothese befreit, bleibt die systematische Reihe dennoch bestehen.

Subjektive und objektive Sternfarben.

Von K. F. BOTTLINGER, Berlin-Neubabelsberg.

Auf S. 180 dieses Jahrgangs der Naturwissenschaften hatte ich auf eine Unstimmigkeit zwischen den Farbenskalen bei leuchtenden irdischen Objekten und bei Sternen hingewiesen. Daraufhin hat sich Herr SCHRÖDINGER auf S. 373 u. f. dieser Zeitschrift eingehend mit dem Zustandekommen der subjektiven Sternfarben befaßt. Die Erklärung, die SCHRÖDINGER dort gegeben hat, daß das spezifische „Gelb" der Fixsterne mittlerer Spektraltypen als Kontrast zum Blau des Stäbchensehens entstehe und daß das „Rot" der Sterne unterhalb 3000° (der Typen M N S) dem Auftreten des Bezold-Brücke-Phänomens zuzuschreiben sei, scheint sich durch einige Rechnungen meinerseits, über die ich hier berichten will, zu bestätigen. In der „Himmelswelt", Jahrg. 35, S. 113 (1925) beschäftigt sich Herr OSTHOFF auch mit diesen Fragen. Die Erörterungen sind aber wenig tiefgehend und werden der eigentlichen Fragestellung gar nicht gerecht.

Es ist nötig, das Zustandekommen der Empfindung Weiß noch erheblich eingehender zu behandeln, als es bisher geschehen ist. Seit NEWTON wissen wir, daß sich alle Farbtöne aus drei spektralen Grundfarben, deren Wahl bis zu einem gewissen Grade willkürlich ist, zusammensetzen lassen. HELMHOLTZ begründete dann die schon von YOUNG geäußerte Ansicht, daß unser Farbensehen durch drei Grundempfindungen, entsprechend drei verschiedenartigen Zäpfchen der Netzhaut, hervorgerufen werde. Als Grundempfindungen nahm er das spektrale Endrot, das Endviolett und ein mittleres Grün an. Sorgfältige Untersuchungen von KÖNIG und DIETERICI sowie von F. EXNER zeigten indes, daß die Grundempfindungen andere sein müssen. Fig. 1 zeigt die Empfindlichkeitskurven für die drei Grundempfindungen nach dem Spektrum und zwar ist *I* die Rotkurve, *II* die Grünkurve, *III* die Blaukurve. Die Kurve *Z* bedeutet die allgemeine Helligkeits-

empfindlichkeitsfunktion der Zäpfchen ohne Rücksicht auf die Farbe. Die Ordinatenmaßstäbe von *I, II, III* sind so zueinander gewählt, daß die Flächenstücke zwischen den Kurven und der Abszissenachse gleich sind.

Abnormitäten im Farbensehen, die unter das Kapitel der partiellen Farbenblindheit fallen, entstehen durch Funktionsstörung einer der drei Grundempfindungen. Erfahrungsgemäß treten die Störungen fast immer bei *I* oder *II* auf, wogegen *III* fast niemals allein gestört ist.

Die Dreifarbentheorie bietet gegenwärtig die beste Erklärungsmöglichkeit für das Farbensehen, wenn sie auch nicht in allen Punkten befriedigt. Jedenfalls ist sie vom physikalischen Standpunkt aus sehr viel plausibler als die HERINGsche Theorie der Gegenfarben.

Jede Farbenempfindung können wir in dem HELMHOLTZschen Farbendreieck graphisch darstellen. Entsprechen in dem gleichseitigen Dreieck der Fig. 2 die Eckpunkte *R G B* den Grundempfindungen Rot Grün Blau, so kann man

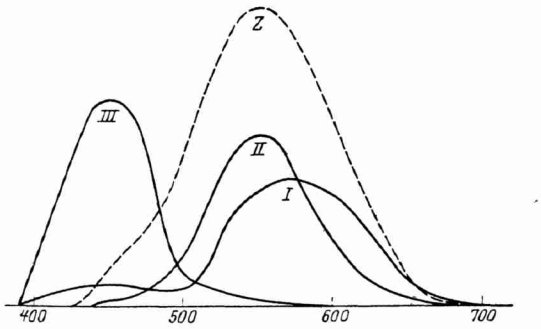

Fig. 1. Empfindlichkeitskurven für die Grundempfindungen: *I* für Rot, *II* für Grün, *III* für Blau. *Z* Kurve der Helligkeitsempfindlichkeit der Zäpfchen ohne Rücksicht auf die Farbe.

jeden Lichtreiz als Summe von drei verschiedenen Grundreizen ansehen. Belastet man die Ecken des Dreiecks proportional den Teilreizgrößen mit Masse, so entspricht der Schwerpunkt der drei Massen dem Farbwerte. Mithilfe der Grundempfindungskurven kann man nun sämtlichen Spektralfarben einen Ort im Farbendreieck zuordnen. Das spektrale Endrot ist eine Mischung aus *R* und *G*. Ihm ist der Punkt *E* zugeordnet. Ebenso ist das Endviolett *V* eine Mischung aus *R* und *B*. Die übrigen Spektralfarben liegen auf einer Kurve, die zunächst mit der Dreiecksseite *R G* zusammenfällt, dann aber abbiegt und bis *V* das Innere des Dreiecks nicht wieder verläßt. In der Figur sind auf ihr die zugehörigen Wellenlängen in $\mu\mu$ eingetragen. Die Gerade *E V* ist die Purpurgerade. Sie und die Spektralkurve schließen die sog. reelle Farbfläche ein. Farbtöne außerhalb derselben, aber natürlich stets innerhalb des Dreiecks können wir nur vorübergehend nach spezifischen Ermüdungen empfinden. Auf der reellen Farbfläche liegen nun alle möglichen objektiven Farben. Der Mittelpunkt des Dreiecks entspricht der Empfindung *Weiß*. Hier sind die Grundempfindungen *r g b* gleich. *So lautet die allgemeine Definition für die Entstehung der Weißempfindung.*

Betrachtet man in Fig. 1 die drei Grundempfindungskurven und die allgemeine Empfindlichkeitskurve *Z*, so sieht man, daß letztere nicht ohne weiteres eine Superposition der drei Einzelkurven ist. Wir müßten der Grünkurve einen *viel* größeren Maßstab geben, als den beiden anderen, um einigermaßen die Kurve *Z* zu erhalten. Dann aber könnten wir bei normalen spektralen Energieverteilungen niemals *r g b*, also „Weiß" erhalten. Wir müssen hier streng zwischen Helligkeit und Entfärbungsfähigkeit der einzelnen physikalischen Farben unterscheiden (S. 884, Zeile 9).

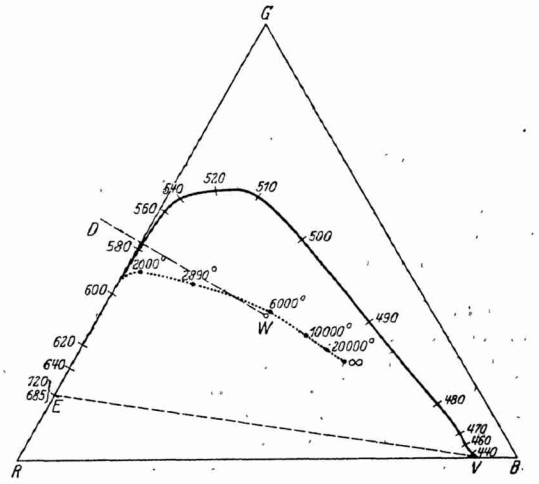

Fig. 2. Farbendreieck von HELMHOLTZ. Die Ecken *R G B* entsprechen den Empfindungen Rot, Grün, Blau, der Mittelpunkt *W* der Empfindung Weiß.

Die spektralen Endfarben haben bei geringer physiologischer Helligkeit eine große Entfärbungskraft. Letztere ist nun keine eigentlich physikalische, sondern eine subjektive Größe. Hiermit hängt offenbar der sehr variable Begriff des „Weiß" zusammen, und es handelt sich sicher in erster Linie um eine Änderung des Farb*urteils*, wie SCHRÖDINGER hervorhebt, wenn wir bei Kerzenbeleuchtung ein Blatt Papier ebenso als weiß empfinden, wie bei Tageslicht.

Für das normale trichromatische Auge, von dem allein hier die Rede sein soll, bedeutet „*Weiß*" nichts anderes als die Identität der Farbtönung eines Körpers mit der der allgemeinen Lichtquelle, wofern nur deren Licht imstande ist, alle drei Grundempfindungen auszulösen. Die rubinrote Dunkelkammerlampe wird uns niemals als weiße Lichtquelle gelten können, da ihr Licht nur R- und G-Empfindungen hervorrufen kann. Ebenso darf die Lichtquelle wahrscheinlich nicht ausgesprochen monochromatisch sein, etwa grün. Denn in diesem Falle würden zwar alle Grundempfindungen erregt werden können, es würden aber alle Gegen-

stände den gleichen Farbton zeigen, so daß alles einfarbig erschiene.

Ich betrachte also „Weiß" als einen subjektiven und in weiten Grenzen variablen Begriff. Ein *objektives Weiß* ist durch die Grundempfindungskurven als physikalische Größe definierbar. Aber auch dieses ist nicht invariant, indem die Grundempfindungen bei verschiedenen Lichtintensitäten ihr Verhältnis zu einander ändern. Allgemein verlieren die Farben bei wachsender Intensität an Sättigung, sie werden weißlich. Hauptsächlich tritt dies Phänomen bei so hohen Intensitäten ein, daß sie Blendung des Auges hervorrufen. OSTHOFF will hiermit alle Eigentümlichkeiten der Fixsternstrahlung und ihre Differenz gegen die irdischen Lichtquellen erklären, was durchaus nicht möglich ist.

Ich stimme mit SCHRÖDINGER überein, wenn ich die Erklärung für das eben erwähnte Phänomen darin suche, daß bereits in der Nähe der Blendung die Grundempfindungsgröße nicht mehr entsprechend dem physikalischen Reize steigt, sondern sich einem Grenzwert nähert. Dadurch nähern sich die drei Grundempfindungsgrößen bei wachsender Intensität dem Verhältnis 1 : 1 : 1. Für die Richtigkeit dieser Erklärung spricht, daß das kurzwellige Ende des Spektrums die Erscheinung stark zeigt, das langwellige aber kaum. Bei ersteren sprechen außer dem Hauptempfänger für Blau auch die beiden anderen ziemlich stark an, besonders das Rot wegen des sekundären Maximums, wogegen auf langwellige Strahlen über $\lambda = 600\ \mu\mu$ Blau überhaupt nicht reagiert. Endrot kann in der Tat bei Blendung nur Gelb, aber nicht Weiß werden.

Die Helligkeiten der Fixsterne liegen nun alle weit unter der Blendungsschwelle. Wir können also ohne weiteres mit den Grundempfindungskurven rechnen.

Ich legte mir darum die Frage vor: Wo liegen im Farbendreieck die Äquivalente des Temperatur- bzw. des Fixsternleuchtens, die beide nur wenig von einander verschieden sind, so daß sie hier einander gleichgesetzt werden können? Hierzu zeichnete ich die Energiekurven nach PLANCKS Formel für die Temperaturen von 2000°, 2890°, 6000°, 10 000°, 20 000°. Um möglichst genau die Energieverteilung der *Sterne* zu haben, multiplizierte ich diese Kurven noch mit der der atmosphärischen Transmission, was lediglich eine kleine Depression des kurzwelligen Endes im sichtbaren Spektrum hervorrief. Dann wurden diese Kurven mit den drei Grundempfindungskurven multipliziert und so für die genannte Temperaturen die physiologischen Energiekurven für $R\ G\ B$ gefunden. Ebenso berechnete ich des Interesses halber diese Werte für den unendlich heißen Strahler, hier aber ohne die Extinktion der Erdatmosphäre anzubringen. Die Flächeninhalte dieser Kurven ergeben dann die Größe der Grundempfindungen. Sie wurden von mir mittels eines Planimeters ausgemessen. Im folgenden seien die numerischen Werte für die verschiedenen Temperaturen mitgeteilt, wobei jedesmal $b + g + r = 1$ gesetzt wurde.

Temperatur	Blau	Grün	Rot
2000° mit Extinktion	0,033	0,429	0,538
2890° mit Extinktion	0,151	0,404	0,446
6000° mit Extinktion	0,334	0,338	0,329
10000° mit Extinktion	0,434	0,284	0,283
20000° mit Extinktion	0,495	0,253	0,252
∞ ohne Extinktion	0,544	0,223	0,233

Nimmt man im Farbendreieck den Eckpunkt R als Anfangspunkt des Koordinatensystems und die Gerade $R\ B$ als X-Achse und setzt ferner die Seitenlänge des Dreiecks gleich der Einheit, so ergeben sich für die verschiedenen Temperaturen folgende Koordinaten:

Temperatur	X	Y	Temperatur	X	Y
2000°	0,247	0,371	10 000°	0,576	0,246
2890°	0,353	0,348	20 000°	0,621	0,219
6000°	0,503	0,293	∞	0,656	0,193

Diese Punkte sind im Farbendreieck in Fig. 2 eingetragen. Man sieht daraus, daß ein Stern von 2000° ein ziemlich gesättigtes Natriumgelb besitzt, aber keineswegs *rot* ist. Bei 2890° ist der Farb*ton* wenig geändert, nur die *Sättigung* hat abgenommen. Endlich bei 6000° ist der Stern *objektiv weiß*. Dies hängt offenbar mit der Anpassung unseres Auges an das Sonnenlicht zusammen und folgt rechnerisch aus dem Umstande, daß bei 6000° die Energie im sichtbaren Spektralgebiet ziemlich gleichförmig verteilt ist und durch Multiplikation des Energiewertes mit den Grundempfindungswerten die drei Integrale nur wenig geändert werden. Strahler von höherer Temperatur als 6000° zeigen einen fast rein blauen Farbton, der beim unendlich heißen Strahler einen nur mäßigen Sättigungsgrad erreicht.

Fassen wir das Rechnungsresultat zusammen, so haben Temperaturstrahler nur gelbe oder blaue Farbtöne, je nachdem ihre Temperatur unter oder über 6000° liegt und nur der Sättigungsgrad variiert. Niedrig temperierte Strahler können sehr starke Sättigung aufweisen, wogegen hochtemperierte nur einen mäßigen Grad erreichen[1]).

Diese Rechnungsresultate bestätigen nun sehr gut die Erklärung der Sternfarben durch SCHRÖDINGER. Die hier errechneten objektiven Farben werden durch den Kontrast variiert. Wie SCHRÖDINGER hervorhob, ist die Farbenqualität des Stäbchensehens ein mäßig gesättigtes Blau. Es mag im Farbendreieck in der Gegend des unendlich heißen Strahlers zu lokalisieren sein. Da wir die Sterne nur bei dunkeladaptiertem Auge sehen, ist es erklärlich, daß alle mit Ausnahme der heißesten Sterne im Kontrast gegen das Stäbchenblau gelb erscheinen. Daß die kühlsten Sterne von

[1]) Bei Sternen kommen Farbtöne außerhalb dieser Temperaturreihe nur ausnahmsweise vor. Die neuen Sterne haben nach Überschreiten ihrer Maximalhelligkeit ein kontinuierliches Spektrum entsprechend einer Temperatur von 10 000° oder darüber und dazu eine $H\alpha$-Emission von bedeutender Stärke, wodurch ein sonst nicht bekannter Purpurton hervorgerufen wird. Im späteren Stadium haben sie, wie viele Gasnebel die Emission der Nebellinien bei $\lambda = 500\ \mu\mu$ und einen ausgesprochenen grünlichen Farbton.

2000—3000° rot erscheinen, erklärt sich zwanglos aus dem BEZOLD-BRÜCKE-Phänomen, denn alle Töne, die im Farbendreieck unter der gestrichelten Geraden WD liegen, werden bei absinkender Intensität „rot". Der dem bloßen Auge gelbrote Arkturus (4300°) erscheint in einem stärkeren Fernrohr fast weiß, der rote Beteigeuze (3400°) wird rein gelb.

Noch eines sei hier erwähnt. Bei Besichtigung des ZEISSschen Planetariums wurde ich darauf aufmerksam gemacht, daß der Himmel darin dunkelblau erscheine, wie der wirkliche Nachthimmel. Ich konnte diese Wahrnehmung durchaus bestätigen. Da das diffuse Licht hier objektiv gelb ist, so kann dies subjektive Blau nur die Stäbchenfarbe sein.

Die Flatterschwingungen bei Dampfturbinenscheiben.

In der amerikanischen Zeitschrift *General Electric Review* (1924, Heft 6—8) ist ein beachtenswerter Aufsatz von W. CAMPBELL veröffentlicht über ungewöhnlich großzügige Untersuchungen, welche die GENERAL ELECTRIC COMPANY angestellt hat, um die als „Flattern" bekannten, im Dampfturbinenbetrieb überaus gefürchteten Biegungsschwingungen der Laufräder zu messen und mit Sicherheit zu beseitigen. Zahlreiche Zerstörungen von Dampfturbinenlaufrädern, deren Ursache nicht in übermäßiger Beanspruchung durch Fliehkräfte oder in Fehlern des Baustoffes zu suchen war, zeigten nämlich die deutlichen Kennzeichen der Ermüdungsbrüche oder die Spuren davon, daß das Laufrad vor der Zerstörung an mehreren, symmetrisch verteilten Stellen des Leitrads gerieben hatte, und legten so die Vermutung nahe, daß Biegungsschwingungen irgendwelcher Art verantwortlich zu machen seien.

Zur Untersuchung dieser Schwingungen wird die *ruhende* Scheibe in wagerechter Lage aufgespannt. Als Schwingungserreger ist an irgendeiner Stelle des Scheibenrades ein von Wechselstrom umflossener Elektromagnet aufgestellt, der eine periodisch wirkende Zwangskraft auf das Laufrad ausübt. Die Frequenz des Wechselstroms muß in weiten Grenzen veränderbar sein. Um die so erzeugten, stehenden Schwingungen sichtbar zu machen, wird die Scheibe mit Sand bestreut, der von den stärker schwingenden Teilen fortspringt und sich in den bekannten Chladnischen Klangfiguren anordnet, wobei radial verlaufende Knotenlinien auftreten. Zu jeder Schwingungsform gehört eine ganz bestimmte Frequenz; die Resonanz ist ziemlich scharf. Bei diesen *stehenden* Wellen schwingen sämtliche Scheibenpunkte mit gleicher Frequenz und Phase, aber mit verschiedener Amplitude, deren Betrag sinusförmig über den Scheibenumfang verläuft, so daß die erwähnten Knotenlinien auftreten, deren Punkte dauernd in Ruhe sind. Die verschiedenen Schwingungsformen sollen im folgenden nach der Anzahl ihrer Knotendurchmesser als $1, 2 \ldots k$ knotige unterschieden werden; die Fig. 1 bis 3 zeigen schematisch die 2-, 3- und 4knotige Schwingungsform. Schwingungen mit ringförmigen Knotenlinien, die gelegentlich vorkommen, sind für die Praxis ohne Bedeutung.

Es leuchtet ein, daß auch die *umlaufende* Scheibe solche stehenden Schwingungsformen aufweisen kann; doch ist zu vermuten, daß die Frequenz durch die Fliehkräfte geändert werden wird. Wie sich deren Einfluß äußert, kann man sich — allerdings mehr anschaulich als streng — auf folgende Weise klarmachen.

Ein Scheibenteilchen habe die Masse m; die Kraft, die notwendig ist, um es aus der Ruhelage um die Längeneinheit zu verbiegen, sei c_0 (Direktionskraft); dann ist bekanntlich seine Frequenz, d. h. die Zahl der Schwingungen in 2π-Sekunden

$$f_0 = \sqrt{\frac{c_0}{m}} . \qquad (1)$$

Die Fliehkraft sucht die ausgebogene Scheibe offenbar wieder zu strecken, die Direktionskraft wird also erhöht, und zwar um einen Betrag c_F, den man proportional mit der Fliehkraft und demgemäß in der Form

$$c_F = \beta\, m\, \omega^2 \qquad (2)$$

schreiben kann, wo ω die Drehschnelle des Laufrades, β eine dimensionslose Zahl („Fliehkraftbeiwert") bedeutet. Für die Frequenz erhält man nunmehr den Ausdruck

$$f = \sqrt{\frac{c_0 + c_F}{m}} \quad \text{oder mit (1) und (2)}$$

$$f = \sqrt{f_0^2 + \beta\,\omega^2} . \qquad (3)$$

STODOLA, der die Biegungsschwingungen von Dampfturbinen zuerst untersucht hat[1]), kommt auf einem strengeren Wege zu derselben Gleichung; auch zeigen

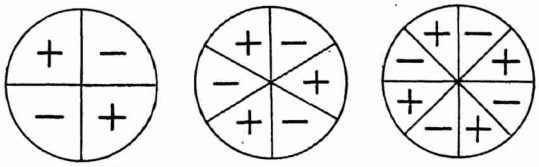

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Schema der 2-, 3- und 4knotigen stehenden Scheibenschwingung.

zahlreiche Versuche ihre Richtigkeit. Der Wert von β liegt im allgemeinen zwischen 2 und 3; er hängt vom Scheibenprofil und von der Anzahl der Knotenlinien ab.

Außer diesen *stehenden* Schwingungen ist nun bei Laufrädern von großer Wichtigkeit noch eine andere Schwingungsform, bei welcher *fortschreitende* Wellen um die Scheibe laufen. Jetzt schwingen alle Punkte, soweit sie gleichen Abstand vom Scheibenmittelpunkt haben, mit gleicher Frequenz und Amplitude, aber mit verschiedener Phase, so daß sich die Knotenlinien in der Scheibe weiterdrehen. Da die Größen c_0 und c_F nur von der Biegungsform der Welle abhängen, ist die Frequenz bei fortschreitenden und stehenden Wellen gleich groß. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der fortschreitenden Wellen berechnet sich bekanntlich als Produkt aus Wellenlänge und Frequenz. Dieser Zusammenhang kann für vorliegenden Zweck in etwas anderer Form dargestellt werden. Die Zahl ω' gebe an, wie oft eine Welle in 2π-Sekunden über die ganze Scheibe läuft (Drehschnelle der Welle); dann ziehen bei k Knotendurchmessern an jedem Scheibenpunkt $k \cdot \omega'$ vollständige Wellen (bestehend aus Wellenberg und Wellental) in 2π-Sekunden vorüber. Somit gilt für die Frequenz:

$$f = k \cdot \omega' . \qquad (4)$$

Es erhebt sich nun die Frage, wie die Existenz von *fortschreitenden* Wellen auf einem Dampfturbinenlauf-

[1]) Siehe Schweiz. Bauzeitung 1914, I, S. 251 ff.

rad nachgewiesen werden kann. Man denke sich 2 Beobachter, von denen der eine fest im Raume steht, während der andere mit dem Rade umläuft, und welche beide die Schwingungen des ihnen gegenüberliegenden Scheibenteils als Funktion der Zeit aufzeichnen. Praktisch wird dies verwirklicht durch Magnetspulen, in denen durch die Scheibenschwingungen Wechselströme induziert werden, die ein Oszillograph aufnimmt. Solange das Rad in Ruhe ist, werden beide Beobachter für irgendeine fortschreitende Welle dieselbe Frequenz f_0 wahrnehmen; wenn sich das Rad dreht, so stellt der mitumlaufende Beobachter eine durch die Fliehkräfte etwas erhöhte Frequenz f [s. (3) und (4)] fest. Für den ruhenden Beobachter dagegen wird die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle vergrößert oder verkleinert erscheinen, je nachdem diese sich im selben („Vorwärtswelle") oder entgegengesetzten Sinne („Rückwärtswelle") wie das Rad bewegt. Die von ihm beobachtete Drehschnelle der Wellenbewegung beträgt daher entweder $\bar{\omega}_1 = \omega' + \omega$ oder $\bar{\omega}_2 = \omega' - \omega$, wobei ω' die wahre Wellendrehschnelle, ω die Drehschnelle der Scheibe bedeutet.

Für die Frequenz gilt dann gemäß (4)

$$\bar{f}_{1,2} = k\,\bar{\omega}_{1,2} = k\,(\omega' \pm \omega) = f \pm k\,\omega\,. \qquad (5)$$

Der umlaufende Beobachter mißt also unmittelbar die Eigenfrequenz f der Scheibenschwingung, während sich aus $\bar{f}$, dem Meßergebnis des festen Beobachters, mit Hilfe von (5) auf die Anzahl der Knotendurchmesser schließen läßt. Auf dieseWeise wurden in der Tat durch zahlreiche Versuche fortschreitende Wellen auf Laufscheiben festgestellt.

Wird nun von dem im Raume stehenden Beobachter auf die Scheibe eine periodische Zwangskraft ausgeübt, deren Frequenz denselben Betrag hat wie die von ihm gemessene Frequenz $\bar{f}$, der Scheibenschwingung, so ist Resonanz vorhanden und die Amplituden wachsen über die erlaubten Grenzen. Diese gefährlichen Frequenzen können in einem Diagramm, das die Werte f, $\bar{f}_1$ und $\bar{f}_2$ als Ordinaten über der Scheibendrehschnelle darstellt (s. Fig. 4 für 2-, 3-, 4- und 5knotige Schwingungen), bei einer beliebigen Drehschnelle ω, sehr leicht gefunden werden als Schnittpunkte der $\bar{f}$-Kurven mit einer im Abstand ω gezogenen Parallelen zur Ordinatenachse. Wichtig sind die Schnittpunkte P_2, P_3, P_4, P_5 der $\bar{f}_2$-Kurven mit der Abszissenachse; sie stellen den Fall dar, bei dem die Drehschnelle der Wellenbewegung und die Drehschnelle des Rades entgegengesetzt gleich groß sind. Die Welle bleibt jetzt im Raume stehen mit der Frequenz Null; sie ist gleichsam erstarrt, und das umlaufende Rad zwängt sich durch diese — im Raume ruhende — Form durch. Die Umlaufzahl des Rades, bei welcher dies eintritt, heißt eine *kritische Drehzahl der Laufscheibe*[1]). In diesem Fall vermag also eine zeitlich unveränderliche Zwangskraft eine Schwingung zu erregen, und dies tritt dann tatsächlich ein, wenn der Dampfdruck an einer Stelle des Umfangs größer ist als in der Umgebung, was durch Ungenauigkeiten in der Anordnung der Leitkanäle oder durch ungleichmäßige Beaufschlagung verursacht sein kann.

Vom energetischen Standpunkt aus betrachtet, sind diese kritischen Drehzahlen solche, bei denen die Scheibe leicht Energie von außen aufnimmt. Durch verschiedene Versuche ist festgestellt worden, welche Leistung notwendig ist, um eine derartige Schwingung aufrechtzuerhalten. Es ergab sich dabei z. B. für eine 2 knotige Schwingung bei einer Amplitude von 6 mm eine Leistung von nur 25 Watt (0,03 PS), woraus die Gefährlichkeit der kritischen Drehzahlen zur Genüge erhellt.

Es ist das große Verdienst STODOLAS, ein Rechenverfahren zur Vorausbestimmung der Frequenzen der Flatterschwingungen einer vorgelegten Scheibe entwickelt zu haben. Das Verfahren besteht im wesentlichen darin, daß eine geeignete Biegungsform angenommen und daraus die kinetische Energie der Scheibe beim Durchgang durch die Nulllage, die potentielle Energie für den größten Ausschlag sowie die Arbeit der Fliehkräfte während einer Viertelperiode berechnet wird. Aus der Energiebilanz zwischen diesen 3 Größen

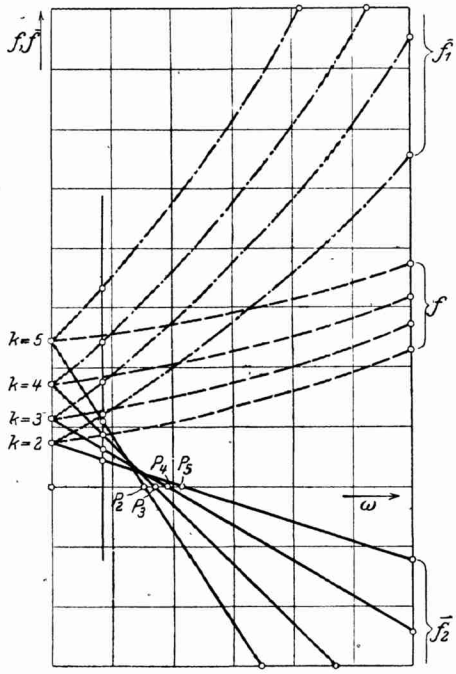

Fig. 4. Frequenzdiagramm eines Laufrades.

ergibt sich dann ohne weiteres die Schwingungsdauer. Nach einem Satz von LORD RAYLEIGH zeichnet sich die wirkliche Eigenfrequenz dadurch aus, daß sie unter allen auf Grund willkürlich gewählter Biegungsformen berechneten Frequenzen einen Kleinstwert annimmt. Da nun eine verhältnismäßig große Abänderung der Biegungsform die Frequenz erfahrungsgemäß nur wenig beeinträchtigt, so genügt es in der Regel einen einzigen geeigneten Parameter in der Gleichung der Schwingungsform zu variieren, um den Kleinstwert der Frequenz rasch zu gewinnen.

Nach diesem Verfahren wurden von der GENERAL ELECTRIC COMPANY eine große Anzahl von Scheiben mit befriedigendem Ergebnis durchgerechnet. Es hat sich aber gezeigt, daß eine nachträgliche Prüfung durch den Versuch immer notwendig ist, weil die Einspannung der Nabe, die Befestigungsart der Schaufeln, die inneren Spannungen usw. Einflüsse auf die Frequenz ausüben, die rechnerisch nur schwer zu erfassen sind.

Die GENERAL ELECTRIC COMPANY hat ferner Prüfmaschinen gebaut, die es ermöglichen, die kritischen

[1]) Diese kritische Drehschnelle darf nicht verwechselt werden mit denjenigen kritischen Drehzahlen, die von den Biegungsschwingungen der Turbinenwelle herrühren.

Drehzahlen auch während des Umlaufens zu ermitteln, und auf dem schon erwähnten Leitgedanken beruhen, die Schwingungsfrequenz mit einer festen und einer umlaufenden Magnetspule zu messen, wobei die Zwangskraft durch einen Wechselstrommagneten erzeugt wird. Fig. 5 zeigt schematisch den Aufbau einer solchen Prüfmaschine. Das zu prüfende Rad wird auf eine wagrechte Turbinenwelle aufgekeilt; auf derselben Welle sitzt eine möglichst starre Scheibe zur Aufnahme zweier umlaufender Magnetspulen (von denen jeweils nur eine benutzt wird). Der Strom wird durch Schleifringe und Bürsten von einer Gleichstrombatterie zugeführt. Durch die Scheibenschwingungen entstehen Stromstöße, die sich dem Gleichstrom überlagern. Diese werden durch eine Glühkathodenröhre verstärkt und 2 Oszillographen zugeführt, von denen der eine zur Ablesung, der andere für kinematographische Aufnahmen eingerichtet ist. In ähnlicher Weise werden die Schwingungen von der feststehenden Spule gemessen. Ein drittes Oszillographenpaar ist mit einer Wechselstromquelle von bekannter Periodenzahl verbunden und dient zur Zeitmessung. Alle 3 Oszillographenbilder sind nebeneinander sichtbar. Die Frequenz des Erregermagneten wird nun einfach so lange geändert, bis deutliche Schwingungen auftreten; alsdann wird eine Filmaufnahme gemacht, aus der, wie oben gezeigt, Frequenz und Knotenzahl und mithin gemäß Fig. 4 auch die kritischen Drehzahlen ermittelt werden können.

Kennt man so die verbotenen Drehzahlen, so hat es natürlich keine besondere Schwierigkeit mehr, sie auch zu vermeiden. Liegt die tatsächliche Betriebsdrehschnelle nicht mindestens um 10—15% von jedem der kritischen Werte entfernt, so wird die Scheibe einem sog. Abstimmverfahren („Tuning") unterworfen, indem man an geeigneten Stellen ihre Dicke verringert und durch einen neuen Versuch die kritische Drehzahl der so geänderten Scheibe ermittelt. Durch einfache Extrapolation wird dann das endgültige Profil gefunden, praktisch genügt meist eine geringe Nachbearbeitung der Scheibe.

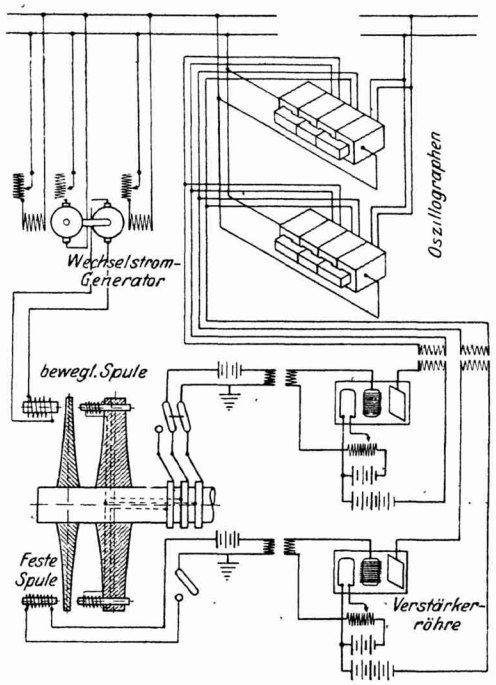

Fig. 5. Prüfstand für ein Laufrad.

Zusammenfassend wird man sagen dürfen, daß es dank der umfangreichen Untersuchungen der General Electric Company gelungen ist, diese für die Weiterentwicklung des Dampfturbinenbaues äußerst wichtigen Erscheinungen zu beherrschen und Zerstörungen durch Flatterschwingungen künftig zu verhüten. O. P.

Botanische Mitteilungen.

Über die Blüteperioden der Bambuseen. Zu recht anregenden Fragestellungen führt eine Analyse der Blütenperioden der Bambusgewächse, die der Gegenstand einer kurzen Mitteilung von K. Suessenguth ist (Flora oder allg. bot. Zeitung 1925, Bd. 118/119). In Frage kommen bloß jene Bambuseen, die dadurch charakterisiert sind, daß sie nur in sehr langen Intervallen blühen und einen streng periodischen Rhythmus einhalten. Das äußert sich dann darin, daß in einem weiten Areal alle Bambusbestände in ein und demselben Jahre blühen, nachdem mitunter mehrere Jahrzehnte der Blütenlosigkeit vorangegangen sind. Dieser Rhythmus beträgt bei Bambusa arundinacea (Ostindien) ca. 30, bei Phyllostachys puberula (Japan) ca. 60 Jahre. Für die letzte Pflanze liefert Kawamura eine Statistik, die bis ins Jahr 292 n. Chr. zurückgeht. Der sechzigjährige Rhythmus tritt hier trotz der Lücken historischer Überlieferung mit sehr großer Deutlichkeit hervor. Die letzten Blühjahre sind 1666, 1786, 1848 und 1908 (Differenzen 120 = 2 × 60, 62 und 60 Jahre). Entsprechende Beobachtungen liegen auch für andere Gattungen der Gruppe der Bambuseen vor, und zwar sind sie nicht nur in Asien, sondern auch in Europa, Afrika und Amerika gewonnen. Es handelt sich also um eine Erscheinung allgemeinster Reichweite. Trägt man alle Daten in ein Schema ein, so zeigt sich, daß verschiedene Reihen von Blüteperioden mit Phasenverschiebung nebeneinander herlaufen. Die graphische Darstellung ergibt eine Kurve, die in recht auffälliger Weise mit der Kurve der Sonnenfleckenmaxima mit ihren 33jährigen Haupt- und ihren 11jährigen Unterperioden übereinstimmt. Wie dieser Parallelismus zu deuten ist, steht noch völlig dahin. Jedenfalls ist der Zusammenhang nur indirekt. Es ist ja bekannt, daß die Sonnenfleckenmaxima von Einfluß sind auf die magnetischen Erscheinungen, die Luftdruckverhältnisse, die Jahresniederschläge und die Jahrestemperaturen, und so können es sehr wohl die veränderten klimatischen Konstellationen sein, die ihrerseits den Blütenrhythmus der Bambusgewächse auslösen oder wenigstens den innerlich natürlich irgendwie vorbedingten Rhythmus in einem festen Rahmen einspannen. Weitere Daten müssen aber erst diese Hypothese stützen.

Über wachsliebende (cerophile) Pilze. Wie die Bakterien, so zeichnen sich auch die Pilze durch die Anpassungsfähigkeit an die verschiedenartigsten Nährmedien aus, und so ist es nicht überraschend, wenn sich nunmehr zu den Paraffinbakterien, über welche in einem früheren Jahrgang dieser Zeitschrift berichtet wurde (Thauss), nunmehr auch wachsliebende („cerophile") Pilze gesellen. Solche Pilze vermochte Molisch (Sc. Rep. Tôhoko Imp. Univ. 1, 4. Ser. 1925) von japanischen Bambusarten zu isolieren, auf denen sie

eine schon auf weite Entfernung hin auffallende Buntfleckigkeit hervorrufen. Diese Scheckung kommt dadurch zustande, daß die Pilze sich streng an die wachsausscheidenden Knotenpartien des Bambusschaftes halten, die sie mit ihrem schwarzen Hyphengeflecht oberflächlich überziehen. Ähnliche Verhältnisse traf MOLISCH bei verschiedenen andern Pflanzengattungen in Japan an, so bei der Ahornart Acer rufinerve, deren wachstragende Zweige ebenfalls von einem dunkeln Pilzmypel überkleidet sind. Die derart gescheckten Pflanzen werden von den Japanern in bezeichnender Weise „Melonenhaut-Ahorn" genannt. MOLISCH hat nun die maßgebenden Pilze auf Bienenwachs kultiviert und gefunden, daß sie hier sehr wohl gedeihen, also das Wachs für ihren Stoffwechsel ausbeuten können. Es gelingt leicht, sie auf diese Art rein zu erhalten, da andere Pilze auf Wachs nicht zu konkurrieren vermögen. Diese Beobachtungen berechtigen zu der Annahme, daß diese Pilze, deren nähere systematische Einreihung noch nicht geklärt ist, auch an ihren natürlichen Standarten das Wachs in ihrem Leberhaushalt verwerten.

Über die Verteilung der geotropischen Empfindlichkeit in negativ geotropischen Pflanzenorganen. Um die Verteilung der geotropischen Empfindlichkeit in negativ geotropischen Organen zu bestimmen, bediente sich W. HERZOG der sog. Piccardschen Methode (Arch. f. wiss. Botanik 1. 1925). Dieser Methode liegt der Gedanke zugrunde, die Schwerkraft durch die physiologisch gleichwirkende Zentrifugalkraft zu ersetzen, weil letztere die Möglichkeit bietet, auf ein und dasselbe Pflanzenorgan entgegengerichtete Kräfte gleichzeitig einwirken zu lassen. Dies geschieht in der Weise, daß man das zu untersuchende Pflanzenorgan in schräger Lage auf dem Zentrifugalapparat montiert, und zwar derart, daß die verlängert gedachte Rotationsachse das Organ an einem bestimmten Punkt schneidet. „Da dann die Organteile auf verschiedenen Seiten der Achse liegen, werden sie entgegengesetzt gereizt, und es muß die Krümmung im Sinne der Seite erfolgen, bei der die größere geotropische Erregung hervorgerufen wird." Durch Verschieben des Organs kann man dann die Lage bestimmen, in der keine Reaktion stattfindet, weil die entgegengerichteten Impulse einander aufheben. Auf diesem Wege bestimmte vor Jahren HABERLANDT, daß bei der Saubohne, der Feuerbohne und der Lupine schon 1,5—2,0 mm der Wurzelspitze dem ganzen übrigen Wurzelteil die Wage halten, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß diese äußersten Millimeter der Rotationsachse viel näher liegen als die übrige Wurzel, die infolgedessen viel größeren Fliehkräften ausgesetzt ist. Das deutet auf die hohe Sensibilität gerade der Wurzelspitze hin. Ganz entsprechende Verhältnisse stellten FR. DARWIN und v. GUTTENBERG für die Keimscheide verschiedener Gräser (Hafer, Gerste usw.) fest. Diese Studien dehnte nun W. HERZOG auf eine Reihe weiterer Objekte aus, wobei er neben der Piccardschen Methode auch Dekapitierungsversuche zu Rate zog, um ein genaueres Urteil über die Länge der sensiblen Zone zu erhalten. In erster Linie arbeitete HERZOG mit Keimstengeln von Raps und Kresse, Saubohne und Lein. Er fand, daß überall nur die Spitzenzone empfindlich und in dieser die Sensibilität gleichmäßig verteilt ist. Etwas anders liegen die Dinge bei den Inflorescenzachsen des Gänseblümchens. Hier ist die empfindliche Zone recht weit auseinandergezogen. Maximale Empfindlichkeit herrscht im obersten Teil, nach der Basis zu nimmt die Sensibilität immer mehr ab, wie dies in ähnlicher Weise von den Keimscheiden der Gräser bekannt ist. Eine sehr strenge Lokalisierung der geotropischen Empfindlichkeit konnte bei den Blattstielen des zu den Sauerdorngewächsen gehörigen Podophyllum peltatum festgestellt werden. Bloß die äußerste Kuppe des Blattstiels, die den Übergang zu der schildförmigen Spreite bildet und als Bohrorgan zur Durchbrechung des Erdwerks ausgestaltet ist, zeichnet sich durch Sensibilität aus. Die Krümmung erfolgt aber an einer viel tieferen Stelle des Blattstiels. Wie bei den Keimwurzeln sind also Reaktionszone und Perzeptionszone scharf getrennt, und es müssen infolgedessen Reizleitungsvorgänge in den Ablauf der geotropischen Reaktion eingeschaltet werden.

Anolozyklische Rostpilze und ihr Ursprung. Mit der Entstehungsgeschichte der Rostpilze mit reduziertem Entwicklungszyklus beschäftigt sich eine Mitteilung von A. MORDVILKA (Biol. Zentralbl. 45. 1925). Normalerweise sind die typischen Rostpilze (Uredinales) durch den Besitz eines regelmäßigen Generationswechsels gekennzeichnet, der in der Regel mit einem Wirtswechsel Hand in Hand geht (heteröcische Formen im Gegensatz zu den autöcischen), und zwar liegen die Dinge derart, daß auf Wirt I die haploide Generation lebt, die mit der Bildung der Frühjahrssporen (Aecidiosp.) abschließt, auf Wirt II die diploide Generation, von der die Sommer- (Uredo-) sowie die Herbst- (Teleuto-) Sporen gebildet werden. Es ist nun eine Menge von Fällen bekannt geworden, bei denen dieses Schema eine offenbar erst nachträglich eingetretene Vereinfachung aufweist, der Kreislauf wird unvollständig (anolozyklisch), indem die dem einen Wirt entsprechende Phase ausfällt. So zeigt Puccinia simplex bei uns regelmäßige Alternanz zwischen Vogelmilch (Wirt I mit Aecidiosporen) und Gerste (Wirt II mit Sommer- und Herbstsporen). Derselbe Rostpilz kommt aber auch in Amerika vor, wo Wirt I fehlt; hier ist der Parasit dauernd auf Wirt II übergegangen, auf dem er sich durch stetige Weiterübertragung durch Sommersporen verbreitet. Die Herbstsporen, die nur auf Wirt I auszukeimen imstande sind, werden zwar noch angelegt, sind aber funktionslos geworden. So liegen die Dinge in vielen Fällen, wobei es dann manchmal zu einem Schwund der Herbstsporen kommt. Man beobachtet eine solche Vereinfachung des Entwicklungsverlaufs sehr häufig dort, wo der eine Wirt geographisch über den Bereich des anderen Wirts hinausgreift, es handelt sich also offenbar um eine Anpassungserscheinung seitens des Pilzes, und da gerade Wirt II vielfach ein weiteres Areal besitzt als Wirt, so wird auf diese Weise verständlich, daß sich sehr oft der anolozyklische Kreislauf auf jenem abspielt, entweder fakultativ, oder aber es ist zu erblichen Rassen gekommen. Selbstverständlich spielen diese Vorgänge auch eine wichtige Rolle bei Klimaschwankungen, wie solche ja im Glazial und Postglazial in ausgedehntestem Maße stattgefunden haben. Da wird es oft eintreten, daß von den beiden Wirten der eine das Feld räumt, während der andere durchhält. Damit ist dann der Anlaß zur Herausbildung einer anolozyklischen Form gegeben; dort wo beide Wirte nebeneinander bestehen bleiben, fristet natürlich die holozyklische Form ihr Leben weiter. Spätere Verschiebungen können dann dahin wirken, daß die Ausgangsform und die vereinfachte Form wieder durcheinandergemengt werden und ungestört nebeneinander existieren. Auf diese Weise erklärt MORDVILKA z. B. das gleichzeitige Vorkommen der holo- und der anolozyklischen Form von Puccinia graminis in England; die holozyklische Form pendelt zwischen Sauerdorn (Wirt I) und verschiedenen Gräsern (Wirt II); der empfindliche Wirt I mußte in der Eiszeit das Feld

räumen: die anolozyklische Form bildete sich heraus; natürlich konnte sie sich späterhin, als es wieder wärmer wurde, ungestört halten. Mit der Einführung von Sauerdorn eroberte sich dann auch die holozyklische Art ihr Areal zurück. Naturgemäß sind diese anolozyklischen Formen in der Eroberung neuen Areals unabhängiger, da sie nur von einem Wirt abhängen, und so erklärt es sich, daß gerade dieses P. graminis in Südafrika, Australien und den Ebenen Indiens auftaucht, wo Berberis nicht beheimatet ist. Diese Gedankengänge werden noch durch eine ganze Menge von Einzeldaten gestützt.

Die Bewegungsmechanik des Laubblattes von Dionaea muscipula. Über den Mechanismus der Blattbewegungen von Dionaea (Fliegenfalle, Fam. Sonnentaugewächse) ist es bisher in der Literatur noch zu keiner einheitlichen Auffassung gekommen. Bekanntermaßen klappen die beiden um den Hauptnerv wie um ein Scharnier beweglichen Blatthälften dieser insektenfressenden Pflanze bei leiser Berührung mit sehr großer Geschwindigkeit zusammen und schließen auf diese Weise das Beutetier ein. Nach neueren Untersuchungen von H. v. GUTTENBERG kommt dieses Zusammenklappen nach oben dadurch zustande, daß ein im Blattinnern befindliches Schwellgewebe sich dehnt, während die derbe und infolgedessen wenig dehnbare Epidermis der Blattoberseite als Widerlager dient. Da die Epidermis der Unterseite im Gegensatz zu jener der Oberseite wesentlich dehnbarer ist — es wurde bei der Krümmung hier eine Streckung um 6—7% beobachtet, während eine solche bei der Oberseite ausbleibt —, so müssen sich die beiden Spreitenhälften zwangsläufig nach oben bewegen. Die Vermutung liegt nahe, daß bei der Reizung ein plötzlicher Zerfall hochmolekularer Stoffe in solche mit kleineren Molekülen" stattfindet; auf diese Weise würde dann die Saugkraft der Zellen des Schwellgewebes erhöht und ihnen die Möglichkeit geboten, auf dem Wege osmotischer Saugung Wasser aufzunehmen. Ähnlich scheinen die Verhältnisse nach den Beobachtungen anderer Forscher bei der verwandten Venusfliegenfalle zu liegen. Wie an anderer Stelle berichtet worden ist, hat OVERBECK für eine Reihe von Turgomechanismen — ein solcher liegt ja auch zweifelsohne hier vor — den Nachweis erbracht, daß die Zellen des Schwellgewebes ihrer ursprünglichen Gestalt nach senkrecht zur Richtung seiner später erfolgenden Dehnung gestreckt sind, und hat diesen morphologischen Befund in einleuchtender Weise mit dem bestimmt gerichteten Dehnungsvorgang in Zusammenhang gebracht. Von diesem Typus weichen Dionaea und Aldrovandia insofern ab, als hier die Zellen des Schwellgewebes in der Richtung der nachträglichen Dehnung gestreckt sind. Es liegen also in bezug auf die mechanische Ausgestaltung anscheinend verschiedene Bautypen vor.

Zur Kenntnis der Sexualität höherer Volvocales. Unsere Kenntnisse von den geschlechtlichen Vorgängen bei einigen höheren koloniebildenden Volvocales erfahren eine erfreuliche Bereicherung durch eine Arbeit von E. SCHREIBER (Zeitschr. f. Botanik 17. 1925), die sich auf Gonium pectorale, Pandorina morum und Eudorina elegans bezieht. Diese 3 Gattungen gehören nicht demselben Typus in geschlechtlicher Hinsicht an, insofern als Eudorina diöcisch-heterogam ist, d. h. Spermatozoiden und Eizellen entwickelt, die auf verschiedenen Kolonien gebildet werden, während Gonium und Pandorina isogames Verhalten zeigen; es verschmelzen im Sexualakt also gleichartige Gameten miteinander. Trotzdem liegt hier aber schon „physiologische Geschlechtsdifferenzierung" vor. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß 2 Serien von Kolonien vorhanden sind, sogen. + - und — -Kolonien, und es können nur Gameten kopulieren, die von Kolonien verschiedenen Vorzeichens stammen. Alle 3 Gattungen entsprechen also dem „heterothallischen Typus", wie er bei den Pilzen hauptsächlich von den Mucoraceen verwirklicht wird. Schreiber suchte nun den Zeitpunkt der Geschlechtsbestimmung näher festzulegen und gelangte zu dem Ergebnis, daß es hier wie so oft im Pflanzenreich und Tierreich der Verlauf der Reduktionsteilung ist, wo sich die maßgebenden Vorgänge abspielen; die Reduktionsteilung fällt aber mit der Zygotenkeimung zusammen. Im einzelnen ergeben sich auch hier wieder Unterschiede zwischen den untersuchten Gattungen. Die Zygote von Gonium entwickelt einen vierzelligen Keimling, der späterhin in seine Teilzellen zerfällt; jede dieser Teilzellen gibt einer der charakteristischen 16zelligen Kolonien den Ursprung. Schreiber konnte nun dartun, daß von den Derivaten dieser Vierergruppe 2 dem einen, 2 dem andern Geschlecht nachschlagen, was ja wiederum mannigfache Analogien im Pflanzen- und Tierreich hat. Scheinbar gänzlich verschieden liegen die Dinge bei Eudorina. Hier bildet die Zygote beim Keimen nur eine ausschwärmende Zelle, aus der sich dann weiterhin naturgemäß auch nur eine einzige Kolonie entwickelt; diese Kolonie produziert nur Gameten von einerlei Geschlechtstönung. Somit gibt auch die ursprüngliche Zygote nur je einem von den beiden Geschlechtern das Leben, bald einer + -, bald einer — -Kolonie. Dieser Typus läßt sich nun in sehr einfacher Weise von dem vorhergehenden ableiten. Die zytologische Untersuchung von Eudorina hat ergeben, daß die keimende Zygote außer der in der Einzahl vorhandenen ausschwärmenden Zelle noch drei hyaline Körper bildet, die offenbar den 3 reduzierten Zellen entsprechen; das findet seine Stütze darin, daß Schreiber ausnahmsweise die Produktion von ausschwärmenden Vierergruppen beobachten konnte, eine Erscheinung, die als Rückschlag zum Goniumtyp zu deuten ist. Es ist ohne weiteres verständlich, daß unter diesen Umständen aus einer Zygote nur ein Geschlecht hervorgehen kann, da von den 4 geschlechtlich differenzierten Teilprodukten bloß eins erhalten bleibt. Schreiber erinnert an verwandte Reduktionsreihen in anderen Algengruppen, so bei den Zygnemales, wo bei der Gattung Mesotaenium 4, bei Closterium 2 und schließlich bei Spirogyra nur noch ein einziger Kern von der aus der Reduktionsteilung hervorgegangenen Tetrade übrigbleibt.

Das Taubwerden von Bastardsamen und die künstliche Aufzucht früh absterbender Bastardembryonen. Über sehr bemerkenswerte Kreuzungsversuche mit Linumarten berichtet F. LAIBACH (Zeitschr. f. Botanik 17. 1925). Die Schwierigkeiten, solche Bastarde herzustellen, sind seit den Untersuchungen KÖLREUTERS genugsam bekannt. LAIBACH hat nun mit verschiedenen Spezies erfolgreiche Versuche angestellt und eine F_1-Generation erhalten, auch in solchen Fällen, wo dies bislang nicht geglückt ist. Die Kreuzungen können in verschiedene Kategorien gebracht werden, je nachdem, ob nur eine schwache Hemmung zu verzeichnen ist, ob die Bastarde unter besonderen Kautelen (Entfernen aus der Samenschale) großgezogen werden können oder ein solcher Erfolg überhaupt ausbleibt. Indessen ist das letztere nur von Fall zu Fall zu entscheiden, denn LAIBACH sind Kombinationen geglückt, bei denen man den Samen jede Lebensfähigkeit abgesprochen hätte. Am ausführlichsten wird über die Kreuzungen zwischen L. perenne und austriacum und reziprok berichtet. Die erste Kombination ist schon KÖLREUTER gelungen.

LAIBACH hatte zuerst nur Mißerfolge. Die stark verkümmert aussehenden Samen erwiesen sich den Keimungsversuchen gegenüber als durchaus spröd. Erst durch Entnahme aus den Samenschalen und künstliches Ankeimen konnte LAIBACH zu einem Erfolg gelangen; späterhin zeigten aber die Versuchspflanzen die für Bastarde so bezeichnende luxuriierende Entwicklung, waren durchaus fertil und gaben eine völlig normale Nachkommenschaft. Auffällig war die Tatsache, daß die auf L. perenne entstehenden Bastardsamen nicht nur kümmerlicher entwickelt waren als die normalen L.-perenne-Samen, sondern auch hinter den auf der F_1-Generation entstehenden Bastardsamen. Noch größere Schwierigkeiten bereitete die KÖLREUTER gänzlich mißglückte Herstellung des reziproken Bastardes L. austriacum × perenne. Hier gelangte LAIBACH erst zu einem Erfolge, als er die noch unreifen Bastardsamen der Samenschale entnahm und künstlich aufzog; das war um so überraschender, als diese Samen noch viel kümmerlicher aussahen als die reziprok gewonnenen und nur ein Dreizehntel des Gewichtes normaler Samen aufwiesen. LAIBACH sucht diese Verhältnisse so zu erklären, daß die artreine Mutterpflanze für die Bastardembryonen eine schlechtere „Amme" ist als die Mutterpflanze ihren artreinen bzw. die Bastardmutterpflanze ihren Bastardkindern gegenüber, und zwar in stärkerem Maße bei der Kombination L. austriacum × perenne als bei der reziproken Verbindung. Die große vererbungswissenschaftliche Bedeutung dieser Versuche beruht darauf, daß sie zur Vorsicht gemahnen gegenüber der Annahme der sog. lethalen Faktoren, mit denen man bisher vielleicht zu rasch bei der Hand war, wenn es nicht gleich glückte, eine F-Generation großzuziehen. Das ist nach LAIBACH in vielen Fällen vielleicht gar nicht genotypisch bedingt, sondern lediglich durch Stoffwechselstörungen zwischen dem artreinen Gewebe der Mutter und dem Bastardgewebe der in den ersten Entwicklungsetappen von der Mutter abhängigen Bastardpflanze, die zur Selbständigkeit gelangt, eine völlig normale Entwicklung einschlägt. Von dieser Warte aus gesehen, wären die mannigfaltigsten Angaben in der Literatur zu revidieren, wobei freilich von vornherein nicht ganz von der Hand zu weisen ist, daß auch genotypische Momente in die Jugendentwicklung — und zwar nur rein in diese — hineingreifen. Doch zunächst wird man die hier vorgetragene Hypothese einer Prüfung unterziehen müssen. P. STARK.

Astronomische Mitteilungen.

Die Radialgeschwindigkeiten von Kugelsternhaufen und außergalaktischen Nebeln untersucht STRÖMBERG im Astrophys. Journ. **61**, 353. Die große Lichtschwäche dieser Gebilde gestaltet ihre spektrographische Untersuchung verhältnismäßig schwierig, aber dennoch ist es im Laufe der Zeit gelungen, mit den großen amerikanischen Reflektoren die Radialgeschwindigkeiten von 43 Nebeln, hauptsächlich Spiralnebeln, aber auch von einigen irregulären und Kugelnebeln und 18 kugelförmigen Sternhaufen zu bestimmen. Den Hauptanteil an dieser Arbeit hat V. M. SLIPHER vom Flagstaff-Observatorium in Arizona, der Rest entfällt auf Beobachter des Lick- und Mt. Wilson-Observatoriums.

Die Bewegungen der Spiralnebel in der Visierlinie sind, wie bekannt, auffallend groß, die größte bisher gefundene ist + 1800 km/sec für N.G.C. 584 bei $\alpha = 1^h\,26^m$, $\delta = -7°\,23'$, und noch für fünf andere Nebel überschreiten die Radialgeschwindigkeiten 1000 km/sec. Von den 43 untersuchten Objekten nähern sich uns nur 5, alle anderen entfernen sich von uns.

Die Kugelsternhaufen besitzen kleinere Radialgeschwindigkeiten. Die absolut größte bisher bekannte ist − 350 km/sec für N.G.C. 6934 bei $\alpha = 20^h\,29^m$, $\delta = +7°\,4'$. Auch sind bei ihnen positive und negative Werte in nahe gleicher Anzahl vorhanden. Naturgemäß ist die Unsicherheit der Radialgeschwindigkeiten dieser Gebilde größer als bei Sternen, der wahrscheinliche Fehler ist für Nebel rund ± 50 km/sec, für Sternhaufen etwa ± 25 km/sec.

STRÖMBERG benutzt das vorhandene Material zur Bestimmung der Sonnengeschwindigkeit, wobei er mehrere Lösungen durchführt, um bei den Nebeln den Einfluß der Mitnahme der großen Geschwindigkeiten zu studieren. In die Gleichungen zur Bestimmung der Richtung und Größe der Bewegung der Sonne nimmt er dabei das CAMPBELLsche K-Glied mit auf und findet für die Geschwindigkeit der Sonne aus den Nebeln $V_0 = 344$ km/sec und $K = +622$ km/sec. Die Sternhaufen ergeben $V_0 = 300$ km/sec, also von der gleichen Größenordnung, hingegen ist K bei ihnen nicht verbürgt und wird am besten gleich Null gesetzt. Die Lage des Zielpunktes der Bewegung der Sonne ist für beide Gruppen nahe die gleiche, als besten Wert für die Koordinaten des Apex aus den Nebeln und Sternhaufen zusammen findet STRÖMBERG $A = 315° = 21^h\,0^m$; $D = +62°$ mit einer Unsicherheit von etwa 10° in jeder Koordinate.

Die Richtung und Größe der aus diesen Objekten gefundenen Geschwindigkeit der Sonne stimmt nahe überein mit der aus den Sternen größter Geschwindigkeit in der Nähe der Sonne gefundenen: $A = 327°$, $D = +61°$, $V_0 \backsim 280$ km/sec.

Die Diskussion der Radialgeschwindigkeiten von Spiralnebeln und Kugelsternhaufen besitzt ein besonderes Interesse im Hinblick auf DE SITTERS Theorie des Raum-Zeit-Gebildes. In DE SITTERSWelt müssen die Spektrallinien der Himmelskörper mit zunehmender Entfernung von der Sonne immer mehr nach Rot verschoben erscheinen, die Radialgeschwindigkeiten also immer größere positive Werte zeigen. STRÖMBERG benutzt das vorhandene Beobachtungsmaterial der Nebel und Sternhaufen zur Entscheidung dieser Frage. Die großen positiven Werte der Radialgeschwindigkeiten der Spiralnebel und der große Betrag des K-Termes könnten auf den ersten Blick dazu verleiten, in ihnen eine Bestätigung des DE SITTER-Effektes zu erblicken. Die Untersuchung der Radialgeschwindigkeiten der Kugelsternhaufen, für welche wir in den von SHAPLEY bestimmten Entfernungen relativ zuverlässige Werte haben, läßt jedoch keine Korrelation zwischen Entfernung und Radialgeschwindigkeit erkennen. Wenn man weiter annimmt, daß die Entfernungen der untersuchten Nebel etwa von der gleichen Ordnung sind wie die der Sternhaufen, so kann der hohe Wert von K bei ihnen nicht als DE SITTER-Effekt gedeutet werden, da ja für die Sternhaufen K verschwindet. Die Beobachtungen ergeben also kein Anzeichen für die Existenz des aus DE SITTERS Theorie folgenden Effektes.

OTTO KOHL.

Die Perioden-Helligkeitskurve. Die von H. SHAPLEY bei seinen bekannten Arbeiten über Kugelsternhaufen im Jahre 1917 abgeleitete Beziehung zwischen Periode und Durchschnittshelligkeit der Cepheiden, die Perioden-Helligkeitskurve, beruht auf *visuellen* Helligkeiten. Da ihr hauptsächlichster Anwendungsbereich bei Sternhaufen, Milchstraßenwolken und Spiralnebeln liegt,

die nur *photographisch* mit Erfolg beobachtet werden können, ist es dringend erwünscht, diese Kurve auch für photographische Helligkeiten aufzustellen, wodurch der immerhin etwas mit Unsicherheiten behaftete Übergang von photographischen auf visuelle Größen vermieden wird.

Zur Ableitung der photographischen Perioden-Helligkeitskurve benutzen SHAPLEY und seine Mitarbeiter YAMAMOTO und WILSON 106 Cepheiden der kleinen Magellanischen Wolke (Harvard Circular 280). Die Helligkeiten sind an neuere Sequenzen in der Wolke angeschlossen, bilden somit ein homogenes Material. Die Perioden von 32 Sternen sind schon vor einer Reihe von Jahren von Miß LEAVITT bestimmt worden, für 75 Sterne hat sie YAMAMOTO ermittelt. Der Verlauf der photographischen Perioden-Helligkeitskurve ist durch folgende Tabelle wiedergegeben.

Log. Periode	Absol. Größe	Log. Periode	Absol. Größe
0,0	— 0,51	1,0	— 2,12
0,2	— 0,82	1,2	— 2,48
0,4	— 1,14	1,4	— 2,89
0,6	— 1,45	1,6	— 3,37
0,8	— 1,78	1,8	— 3,94

Die durchschnittliche Abweichung eines Sternes von dieser Kurve beträgt $0^m,23$. Diese Genauigkeit ist im Hinblick auf die den Beobachtungen anhaftenden Unsicherheiten zufriedenstellend, denn einerseits kann die mittlere Helligkeit für einzelne Sterne bis zu $0^m,2$ unsicher sein, und andererseits wird in den mittleren, dichtesten Teilen der Wolke sich auch der EBERHARD-Effekt bemerkbar machen, der einen systematisch zu kleinen Wert für die Helligkeit ergibt. Im Bereich der Perioden, die kürzer sind als 1 Tag und länger als 40 Tage, ist die Kurve jedoch weniger gut gesichert.

Im allgemeinen Verlauf stimmt die photographische Kurve unter Berücksichtigung der Farbenindices mit der früher aufgestellten visuellen überein, doch kommt ersterer wegen des größeren Materials, auf dem sie beruht, höheres Gewicht zu. Die Lage ihres Nullpunktes kann jedoch durch spätere Untersuchung der galaktischen Cepheiden noch in geringem Maße verschoben werden, aber ihre Form wird dadurch nicht berührt.

Als Nebenprodukt dieser Untersuchung ergibt sich eine Neubestimmung der Entfernung der kleinen MAGELLANischen Wolke. SHAPLEY findet, in sehr naher Übereinstimmung mit seinem vor etwa Jahresfrist aus weniger umfangreichem Material abgeleiteten Wert, $\pi = 0'',000031$, entsprechend einer Entfernung von 32 300 parsecs oder 105 000 Lichtjahren.

OTTO KOHL.

Im Juniheft der Publications of the Astronomical Society of the Pacific machen ADAMS und St. JOHN Mitteilung von **Untersuchungen über das Marsspektrum** bezüglich der atmosphärischen Linien von Wasserdampf und Sauerstoff. Bisher hatten durch Überlagerung der irdischen atmosphärischen Linien spektroskopisch keine Bestandteile der Marsatmosphäre mit Sicherheit nachgewiesen werden können. Zur Zeit der neuen Untersuchungen hatte der Mars eine Radialgeschwindigkeit von 17,8 Kilometern gegen die Erde. Auf diese Weise ließen sich einige Linien der Marsatmosphäre, die dem Wasserdampf und dem Sauerstoff angehören, von den irdischen trennen. Es ergab sich, daß die Marslinien des Wasserdampfes etwa 0,09, die Sauerstofflinien etwa 0,37 der terrestrischen an Intensität betrugen. Hieraus errechnen sich die Wasserdampfmassen zu 5%, die Sauerstoffmassen zu 15% des Wertes für die Erde. Der endgültige Nachweis für das Vorhandensein dieser Stoffe in der Marsatmosphäre ist von Wichtigkeit. BOTTLINGER.

Akademieberichte.

Académie des Sciences de Paris (Revue générale des Sciences **36**, Nr. 14).

22. Juni 1925.

A. DUFOUR, *Sur le calcul classique de l'expérience de Michelson dans l'hypothèse d'un éther immobile.* — C. GUTTON et E. PIERRET, *Sur les harmoniques d'oscillateurs à ondes très courtes.* — G. FOEX et L. ROYER, *Le diamagnétisme des substances nématiques.* — TH. VAUTIER, *Ondes secondaires produites par une onde aérienne.* — BÉRENGER et A. TIAN, *Chaleurs de dissolution et chaleurs de réactions incomplètes.* — J. LIQUIER, *Sur la variation du pouvoir rotatoire des solutions d'asparagine en fonction de leur concentration en ions hydrogène.* — TH. DE DONDER, *Calcul de l'affinité spécifique.* — J. BARBAUDY, *Sur les points d'ébullition des mélanges d'eau, de benzène et d'alcool éthylique sous la pression de 760 mm de mercure.* — P. CHEVENARD, *Anomalie dilatométrique des solutions solides α de cuivre et d'aluminium.* — P. AUGER, *Sur l'étude expérimentale des directions d'émission des photo-électrons.* — J. BARDET et C. TOUSSAINT, *Sur la séparation du celtium, et sur le spectre d'arc de cet élément.* — T. BATUECAS, *Revision du poids du litre normal du gaz chlorure de méthyle.* — P. JOB, *Etude spectrographique de la formation de complexes mercuriques.* — E. ROUYER, *Sur l'association des polyphénols.* — DELBART, *Etude de la corrosion dans l'acide sulfurique à divers degrés de concentration des aciers étirés à froid.* — V. GRIGNARD et R. ESCOURROU, *Hydrogénation catalytique des nitriles sous pression réduite. Méthode de synthèse des aldimines.* — J. BOUGAULT, *Sur l'amide phényl-α-oxycrotonique. Un exemple d'étheroxyde d'hydrate de cétone.* — CH. DUFRAISSE et H. MOUREU, *Sur le phénylbenzylglyoxal.* — M. NICLOUX et J. ROCHE, *Sur la teneur en oxygène de la méthémoglobine.* — E. KAYSER et H. DELVAL, *Contribution à la défécation du moût de pommes.* — R. WEIL, *Etude microscopique de la transformation α β de la cristobalite naturelle.* — P. SÈVE, *Dispositif pour mesurer les constantes optiques des cristaux dans l'ultraviolet.* — L. CAYEUX, *Existence de Diatomées dans les meulières des environs de Paris. Origine organique de la silice des meulières.* — CH. MAURAIN, E. SALLES et G. GIBAULT, *Sur la conductibilité et les courants électriques de l'atmosphère.* — R. SOUÈGES, *Embryogénie des Rutacées. Développement de l'embryon chez le Ruta graveolens L.* — AD. DAVY DE VIRVILLE, *Action de la lumière sur les mousses.* — F. GUEYLARD et P. PORTIER, *Réaction ionique des différents constituants de l'œuf de la Poule. Ses modifications au cours de l'incubation.* — J. NAGEOTTE, *Sur la morphologie du muscle strié en état de contracture chloroformique chez la grenouille.* — C. LEVADITI, *Action curative de l'acétyloxyaminophénylarsinate basique de bismuth dans la syphilis expérimentale.* — L. FOURNIER et A. SCHWARTZ, *Action curative de l'acétyloxyaminophénylarsinate basique de bismuth dans la syphilis.*

29. Juni 1925.

H. DESLANDRES, *Recherches complémentaires sur la structure et la distribution des spectres de bandes.* — A. PEROT et M. COLLINET, *Variation de la longueur d'on-*

de des raies d'absorption de l'iode avec la densité. — E. DELCAMBRE et R. BUREAU, *Sur la propagation des ondes courtes.* — L. RIÉTY, *Force électromotrice de filtration.* — A. MARCELIN, *Les solutions superficielles et la loi de Gay-Lussac.* Die Konstante K, die in der Formel $pS = KT$ vorkommt, um auszudrücken, daß die Oberflächenlösungen dem Mariotteschen und dem GAY-LUSSACschen Gesetz gehorchen, unterscheidet sich stark und zwar wechselnd mit den betrachteten Körpern, und sicherlich charakteristisch für diese, von der Naturkonstanten R für Gase und Lösungen. Die Moleküle der Oberflächenlösungen sind halb gelöst und sicherlich an der Wasseroberfläche polarisiert. — R. DELAPLACE, *Extension de la loi de Gay-Lussac aux solutions superficielles.* Verfasser hat das GAY-LUSSACsche Gesetz für Oberflächenlösungen von Benzylbenzoat bestätigt. Die Konstante K hat sich als etwa 6omal kleiner als die Gaskonstante R erwiesen. Art des Lösungsmittels und Konzentration haben keinen Einfluß. — P. DAURE, *Détermination du nombre d'Avogadro au moyen de la lumière diffusée par le chlorure d'éthyle.* — R. DE MALLEMANN, *Diffusion de la lumière et constante de Kerr.* — L. MEUNIER et A. BONNET, *Sur la fluorescence de la fisétine à la lumière de Wood. Applications.* — J. LAISSUS, *Cémentation des alliages ferreux par le chrome.* — R. HUGUES, *Sur le recuit du fer électrolytique dans le vide.* — G. H. LAFONTAINE, *Contribution à l'étude de l'équilibre du carbonate de magnésie en solutions ammoniacales.* — A. P. ROLLET, *Sur la dissolution du nickel dans l'acide sulfurique sous l'influence du courant alternatif.* — J. ERRERA et V. HENRI, *Etude quantitative des spectres d'absorption ultraviolets des bichloréthylènes.* — L. ROYER, *Sur les accolements réguliers de cristaux d'espèces différentes.* — A. HALLER et R. CORNUBERT, *Constitution de la diméthylcyclopentanone et de la diméthylcyclohexanone d'alcoylation obtenues par la méthode à l'amidure de sodium.* — A. BLANCHETIÈRE, *Sur les réactions colorées du tryptophane avec les aldéhydes.* — R. FABRE et E. PARINAUD, *Etude de la dissociation des sels de narcotine et des conditions optima d'extraction de cet alcaloïde en toxicologie.* — A. LACROIX, *Les météorites de Tuan Tuc* (30 *juin* 1921) *et de Phû Hong* (22 *septembre* 1887) *en Cochinchine.* — E. ROTHÉ, J. LACOSTE et CH. BOIS, *Observations séismologiques faites à l'occasion d'une forte explosion.* — P. LAVIALLE, *Sur la nutrition du sac embryonnaire chez Knautia arvensis Coult.* — R. COMBES, *Migration des substances azotées des feuilles vers les tiges au cours du jaunissement automnal.* — S. KOSTYTSCHEW et A. RYSKALTCHOUK, *Les produits de la fixation de l'azote atmosphérique par l'Azotobacter agile.* — E. F. TERROINE, S. TRAUTMANN et R. BONNET, *Rendement énergétique dans la croissance des microorganismes en fonction de la concentration des substances nutritives du milieu et consommation de luxe.* — CH. RICHET, E. BACHRACH et H. CARDOT, *Fixation héréditaire des caractères acquis, constatée par la stabilité de l'optimum thermique déplacé.* — L. FAGE et R. LEGENDRE, *Essaimages d'un Annélide polychète (Polyophthalmus pictus Duj.) observés pendant des pêches à la lumière.* — F. CARIDROIT et A. PÉZARD, *Poussée testiculaire autonome à l'intérieur des greffons ovariens autoplastiques chez la Poule domestique.* — F. VAN GAVER, *A propos de la tête osseuse et de la dentition d'un jeune éléphant d'Asie, Elephas indicus L.* — G. BERTRAND et M. MÂCHEBOEUF, *Sur les proportions de cobalt contenues dans les organes des animaux.* — W. VERNADSKY, *Sur la pression de la matière vivante dans la biosphère.* — L. J. HENDERSON, *Sur l'application de la méthode nomographique à l'étude des phénomènes respiratoires dans le sang.* — L. RANDOIN, J. ALQUIER, ASSELIN et CHARLES, *Equilibre alimentaire et proportions relatives des sels minéraux et des glucides d'une ration.* — R. HAMET, *Sur un nouveau cas d'inversion des effets adrénaliniques.* — A. GRIMBERG, *Traitement des tuberculoses externes par un extrait colloïdal des bacilles de Koch.* — ET. BURNET, *Différenciation des Paramelitensis par la floculation sous l'action de la chaleur.*

(Revue générale des Sciences 36, Nr. 15/16.)

6. Juli 1925.

P. CHEVENARD, *Anomalie réversible des cupronickels dans le domaine de l'état paramagnétique.* Quantitative Untersuchung der Erscheinung. Die Anomalie der paramagnetischen Kupfer-Nickel-Legierungen entspricht wahrscheinlich nicht einer Phasenänderung und kann der Anomalie der ferromagnetischen Substanzen, insbesondere der reversiblen Eisen-Nickel-Legierungen, verglichen werden. — I. CURIE et J. D'ESPINE, *Sur le spectre magnétique des rayons β du radium E.* — J. CATHALA, *Sur le mécanisme de la photosynthèse de l'acide chlorhydrique dans le spectre visible.* — P. JOLIBOIS et J. MAZE-CENSIER, *Sur un phénomène d'adsorption intense présenté par le phosphate tricalcique.* Wenn man den Niederschlag von fast reinem Tricalciumphosphat, der sich in kurzer Zeit absetzt, in Berührung mit dem Kalkwasser läßt, das zu seiner Herstellung benutzt wurde (durch Mischung mit einer Phosphorlösung), so findet man nach 48 Stunden eine recht beträchtliche Adsorbtion des Kalkes. Andererseits gibt frisch gefälltes Tricalciumphosphat mit Kalkwasser umgerührt eine stabile kolloidale Lösung, die nach einem Monat koaguliert und dabei dasselbe Adsorptionsprodukt liefert, wie der zuerst beschriebene Versuch. — T. BATUECAS, *Révision de la compressibilité du chlorure de méthyle et poids moléculaire de ce gaz.* — J. BUREAU, *Etude du déplacement de quelques acides organiques de leur sel de sodium par voie de conductibilité électrique.* — R. LUCAS, *L'influence des dissolvants sur les pouvoirs rotatoires.* — R. DE FORCRAND, *L'hydrate de xénon.* Wenn man 1,5 ccm Xenon mit einer Spur Wasser in den CAILLETETschen Apparat bringt, so beobachtet man bei einigen Atmosphären Druck die Bildung eines krystallisierten Hydrates. Seine kritische Zersetzungstemperatur ist ungefähr 24°, seine Bildungswärme aus festem Wasser beträgt + 8,156 cal. Es enthält 6 oder 7 Mole Wasser. — F. MAIGNON, *Nouvelles recherches sur l'électroyse des diastases et leur teneur en acide phosphorique et silice.* — S. KOSTYTSCHEW et M. AFANASIEWA, *Sur la respiration des microbes de la fermentation lactique.* — BARTHELLIER, *Sur l'époque de la détermination des castes chez Macrotermes gilvus Hagen.* — A. WEBER, *Mécanisme de la rupture de l'opercule brachial lors de la métamorphose des Batraciens anoures.* — DAPONTE, *Sur le rapport entre la persistance visuelle et la perception du relief dans la projection.* — A. QUIDOR et M.-A. HÉRUBEL, *Sur l'enregistrement et la projection de la forme et de la distance des objets.*

15. Juli 1925.

G. BIGOURDAN, *Erreurs moyennes des divers modes d'observation des signaux horaires rythmés.* — A. TRONCHET, *L'accélération vasculaire dans la schizocotylie.* — AL. LIPSCHUTZ, *Phénomènes unilatéraux consécutifs à la castration.* — H. POTTEVIN et R. FAILLIE, *Sur le travail dans la marche.*

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.

Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere

Herausgegeben von

M. Gildemeister-Leipzig, **R. Goldschmidt**-Berlin
C. Neuberg-Berlin, **J. Parnas**-Lemberg, **W. Ruhland**-Leipzig

Erster Band: **Die Wasserstoffionen-Konzentration,** ihre Bedeutung für die Biologie und die Methoden ihrer Messung. Von Dr. **Leonor Michaelis,** a. o. Professor an der Universität Berlin. Zweite, völlig umgearbeitete Auflage. In drei Teilen.

Teil I: **Die theoretischen Grundlagen.** 273 Seiten mit 32 Textabbildungen. Unveränderter Neudruck. 1923. Gebunden 11 Goldmark

Teil II: **Methodik.** In Vorbereitung

Teil III: **Physiologie.** In Vorbereitung

Zweiter Band: **Die Narkose** in ihrer Bedeutung für die allgemeine Physiologie. Von **Hans Winterstein,** Professor der Physiologie und Direktor des Physiologischen Instituts der Universität Rostock i. M. Zweite Auflage. In Vorbereitung

Dritter Band: **Die biogenen Amine** und ihre Bedeutung für die Physiologie und Pathologie des pflanzlichen und tierischen Stoffwechsels. Von **M. Guggenheim.** Zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage. 482 Seiten. 1924. 20 Goldmark; gebunden 21 Goldmark

Vierter Band: **Elektrophysiologie der Pflanzen.** Von Dr. **Kurt Stern** in Frankfurt a. M. 226 Seiten mit 32 Abbildungen. 1924. 11 Goldmark; gebunden 12 Goldmark

Fünfter Band: **Anatomie und Physiologie der Capillaren.** Von **August Krogh,** Professor der Zoophysiologie an der Universität Kopenhagen. In deutscher Übersetzung von Professor Dr. **U. Ebbecke** in Göttingen. 244 Seiten mit 51 Abbildungen. 1924. 12 Goldmark

Sechster Band: **Körperstellung.** Experimentell-physiologische Untersuchungen über die einzelnen bei der Körperstellung in Tätigkeit tretenden Reflexe, über ihr Zusammenwirken und ihre Störungen. Von **R. Magnus,** Professor an der Reichsuniversität Utrecht. 753 Seiten mit 263 Abbildungen. 1924. 27 Goldmark; gebunden 28.50 Goldmark

Siebenter Band: **Kolloidchemie des Protoplasmas.** Von Dr. **W. Lepeschkin,** früher Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität Kasan, jetzt Professor in Prag. 239 Seiten mit 22 Abbildungen. 1924. 9 Goldmark

Achter Band: **Pflanzenatmung.** Von Dr. **S. Kostytschew,** ord. Mitglied der Russischen Akademie der Wissenschaften, Professor der Universität St. Petersburg. 159 Seiten mit 10 Abbildungen. 1925. 6.60 Goldmark; gebunden 7.50 Goldmark

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

Grundzüge der technischen Schwingungslehre

Von

Prof. Dr.-Ing. Otto Föppl

Braunschweig, Technische Hochschule

157 Seiten mit 106 Abbildungen im Text. 1923

4 Goldmark

Technische Schwingungslehre. Ein Handbuch für Ingenieure, Physiker und Mathematiker bei der Untersuchung der in der Technik angewendeten periodischen Vorgänge. Von Privatdozent Dipl.-Ing. Dr. **Wilhelm Hort,** Oberingenieur. Zweite, völlig umgearbeitete Auflage. 836 Seiten mit 423 Textfiguren. 1922. Gebunden 24 Goldmark

---

Mathematische Schwingungslehre. Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten sowie einiges über partielle Differentialgleichungen und Differenzengleichungen. Von Dr. **Erich Schneider.** 200 Seiten mit 49 Textabbildungen. 1924.

8.40 Goldmark; gebunden 9.15 Goldmark

Drehschwingungen in Kolbenmaschinenanlagen und das Gesetz ihres Ausgleichs. Von Dr.-Ing. **Hans Wydler,** Kiel. Mit einem Nachwort: Betrachtungen über die Eigenschwingungen reibungsfreier Systeme von Professor Dr.-Ing. Guido Zerkowitz, München. 106 Seiten mit 46 Textfiguren. 1922. 5 Goldmark

---

Die Berechnung der Drehschwingungen und ihre Anwendung im Maschinenbau. Von **Heinrich Holzer,** Oberingenieur der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg. 204 Seiten mit vielen praktischen Beispielen und 48 Textfiguren. 1921. 6 Goldmark

---

Tafeln zur harmonischen Analyse periodischer Kurven. Von Dr.-Ing. **L. Zipperer.** 16 Seiten mit 6 Zahlentafeln, 9 Abbildungen und 23 graphischen Berechnungstafeln. 1922. Mappe 4.20 Goldmark

Einzelne Grundtafeln je 10 Stück 0.50 Goldmark

Hierzu eine Beilage der Verlagsbuchhandlung Julius Springer in Berlin W 9

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9 / Verantwortlich für den Anzeigenteil C. Lemke, Berlin W 9 / Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig