

Werk

Titel: Die Naturwissenschaften

Ort: Berlin

Jahr: 1917

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0005|log504

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 42.

19. Oktober 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Die öffentliche Elektrizitätsversorgung Deutschlands. Von *Dr. G. Siegel, Berlin*. S. 641.

Friedrich Robert Helmert. Von *Prof. Dr. W. Schweydar, Berlin-Potsdam*. S. 646.

Besprechungen:

Mehmke, Rudolf, Leitfaden zum graphischen Rechnen. Von *Gerhard Hessenberg, Berlin*. S. 648.

Machatschek, Fr., Gletscherkunde. Von *Hans Lautensach, Hannover*. S. 649.

Cranz, C., Lehrbuch der Ballistik. Von *H. H. Kritzinger, Berlin*. S. 649.

Grammel, R., Die hydrodynamischen Grundlagen des Fluges. Autoreferat. S. 650.

Botanische Mitteilungen:

Beiträge zur Kenntnis des Traumatotropismus. Das Rumphiusphänomen und die primäre Bedeutung der Blattgelenke. Ueber Blattstielkrümmungen infolge von Verwundung (Traumanastie). Anatomisch-physiologische Untersuchungen über Wasserspalten. S. 650–652.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Demnächst erscheint:

Mathematische Zeitschrift.

Unter ständiger Mitwirkung von

Prof. Dr. K. Knopp-Berlin, Prof. Dr. E. Schmidt-Breslau, Prof. Dr. J. Schur-Berlin,

herausgegeben von

Prof. Dr. **L. Lichtenstein**-Berlin.

Wissenschaftlicher Beirat: W. Blaschke (Königsberg), L. Fejér (Budapest), G. Herglotz (Leipzig), A. Kneser (Breslau), E. Landau (Göttingen), O. Perron (Heidelberg), F. Schur (Straßburg), E. Study (Bonn), H. Weyl (Zürich).

Es ist beabsichtigt, im Jahr zwei Bände von je etwa 28 Bogen in vier Heften herauszugeben.

Der Bezugspreis beträgt pro Band M. 24.—

Zu beziehen durch jede **Buchhandlung**

BRUNNEN 20

IX 11

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Der Verkauf elektrischer Arbeit

Zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage von
„Die Preisstellung beim Verkauf elektrischer Energie“

Von

Dr.-Ing. **G. Siegel**

Mit 27 Abbildungen

Preis M. 16.—; in Leinwand gebunden M. 18.—

Handbuch der Astronomischen Instrumentenkunde.

Eine Beschreibung der bei astronomischen Beobachtungen benutzten Instrumente sowie Erläuterung der ihrem Bau, ihrer Anwendung und Aufstellung zu Grunde liegenden Prinzipien.

Von

Dr. **L. Ambronn,**

Professor an der Universität und Observator an der königl. Sternwarte in Göttingen.

Zwei Bände Mit 1185 in den Text gedruckten Figuren. 1899.

In zwei Leinwandbände gebunden Preis M. 60.—.

Sternverzeichnis,

enthaltend alle Sterne bis zur 6.5^{ten} Größe für das Jahr 1900.0.

Bearbeitet auf Grund der genauen Kataloge und zusammengestellt von J. und K. Ambronn.

Mit einem erläuternden Vorwort versehen und herausgegeben von

Dr. **L. Ambronn,**

Professor der Astronomie an der Universität Göttingen.

Mit 2 Zahlentafeln. 1907.

In Leinwand gebunden Preis M. 10.—.

**Gebundene Bücher z. Zt. mit Zuschlag von 10% für Einbandmehrkosten.
Zu beziehen durch jede Buchhandlung**

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

19. Oktober 1917.

Heft 42.

Die öffentliche Elektrizitätsversorgung Deutschlands.

Von Dr.-Ing. G. Siegel, Berlin.

Wenn auch die heutige öffentliche Elektrizitätswirtschaft im wesentlichen Sache der Finanzierung, der Technik und Verwaltung ist, so bestehen doch zwischen ihr und den Naturwissenschaften zahlreiche bedeutsame Beziehungen. Vor allem sind ihre Grundlagen von den Naturwissenschaften geschaffen, und ihre Entstehung und ihr Werdegang sind aufs engste verknüpft mit Namen wie *Galvani, Volta, Faraday, Oerstedt, Ampère, Ohm, Kirchhoff, Joule, Maxwell, Hertz* u. a. m. Aber auch im Laufe der Entwicklung haben die Naturwissenschaften der jungen, immer mehr erstarkenden Elektrizitätsversorgungsindustrie helfend und fördernd zur Seite gestanden, wie es umgekehrt heute keinen Zweig der Naturwissenschaften gibt, der der elektrischen Arbeit als Helferin entraten kann. Als Elektrizitätsquelle bei der Ausführung naturwissenschaftlicher Arbeiten kommen neben elektrochemischer und elektrodynamischer Erzeugung am Orte des Gebrauchs, die jedoch allmählich in den Hintergrund getreten ist, fast ausschließlich die öffentlichen Elektrizitätswerke in Frage; eine Darstellung über die Entwicklung, den Stand und die Zukunft der öffentlichen Elektrizitätsversorgung in Deutschland dürfte daher in diesen Blättern von Interesse sein und dies um so mehr, als hierbei nicht nur Fragen höchster wirtschaftlicher und politischer Bedeutung, sondern auch weittragende wissenschaftliche Probleme zu berühren sind.

I.

Nachdem Forschung und Wissenschaft die Grundsätze, nach denen die Elektrizität in Erscheinung und Wirkung tritt, festgestellt hatten, waren es hauptsächlich drei Männer, die die Nutzbarmachung dieser Naturkraft im Dienst der Allgemeinheit verwirklichten: *Siemens, Edison, Rathenau*. *Siemens* hat durch die Erfindung der selbsterregenden Dynamomaschine die Erzeugung elektrischer Arbeit in größerem Maßstabe in technisch und wirtschaftlich zweckmäßiger Weise ermöglicht, *Edison* durch die Erfindung der Glühlampe einen gangbaren Weg für eine vorteilhafte Verteilung der elektrischen Beleuchtung gewiesen und *Rathenau* hat zum ersten Male das Wagnis unternommen, beide Erfindungen in größerem Maßstabe wirtschaftlich zu verwerten und der Allgemeinheit dienstbar zu machen. Dies geschah im Jahre 1884 durch die Errichtung der Berliner Elektrizitäts-Werke, die als erstes Unternehmen in

Deutschland elektrische Arbeit gegen Entgelt unter Benutzung öffentlicher Wege an jedermann, wenn auch zunächst in begrenztem Umfange, abgaben. Diese Gründung leitet somit das Zeitalter der Elektrizitätsversorgung ein. Nur zögernd folgten dem von *Rathenau* gegebenen Beispiel zunächst andere Privatunternehmer und Gemeindeverwaltungen, denn zahlreiche technische und wirtschaftliche Schwierigkeiten waren noch zu überwinden.

Zunächst galt es, den Aufbau der Maschinen, Leitungen, Schalt- und Meßapparate auszugestalten; dabei fehlte es nicht nur an Erfahrungen, sondern auch vielfach an den wissenschaftlichen Grundlagen, namentlich der auftretenden Nebenwirkungen und Fehlerquellen und es bedurfte langjähriger und unausgesetzten Zusammenarbeitens zwischen Praxis und Wissenschaft, um zu brauchbaren Lösungen zu gelangen. Daneben blieben zahlreiche technische Fragen den Ingenieuren allein überlassen; die Verhinderung der Funkenbildung an den Gleichstrommaschinen, die Durchführung eines ungestörten Parallelbetriebes der Gleichstrom-, später der Wechselstrommaschinen, die Auffindung der zweckmäßigen Spannungen, die Durchbildung der Wechselstromapparate u. a. m. füllen diesen ersten Zeitraum der Entwicklung aus, der etwa über das Jahr 1890 hinausreicht.

Auch in wirtschaftlicher Hinsicht galt es, zahlreiche Probleme bei der Betriebsführung und der Verwaltung der jungen Unternehmungen zu überwinden. Die Wahl der richtigen Betriebskraft und Maschinengröße, die Beeinflussung und Umbildung des allgemeinen Maschinenbaues, die Ausbildung wirtschaftlich günstiger Preisstellung bei dem Verkauf der elektrischen Arbeit waren Aufgaben, die ausschließlich auf Grund von Erfahrungen im Laufe der Zeit zu lösen waren. Daß es gelang, zeigt der Gang der Entwicklung. Immer größer wurde die Zahl der Ortschaften, die sich mit elektrischer Arbeit versorgen ließen, immer ausgedehnter der Wirkungskreis der einzelnen Elektrizitätswerke und immer umfassender das Anwendungsgebiet der elektrischen Beleuchtung.

Während die Werke zunächst fast nur zu Luxus-Beleuchtungszwecken ausgenutzt wurden, begann man allmählich die Vorteile der elektrischen Beleuchtung in weiteren Kreisen zu schätzen und insbesondere die gewaltige Bedeutung der elektrischen Kraftbetriebe zu erkennen und bemühte sich, mit Erfolg dem elektrischen Strom zunächst im Handwerk Eingang zu verschaffen. Diese Aufgaben kennzeichnen unge-

für den nächsten Zeitraum in der Entwicklung der Elektrizitätsversorgung, der etwa bis zum Jahre 1900 zu rechnen ist; seine wesentlichen Merkmale sind demnach die Ausbreitung der elektrischen Beleuchtung nicht nur zu Luxus-, sondern auch zu Gebrauchszwecken; das Eindringen des elektrischen Kraftbetriebes in Handwerk und Kleinindustrie, sowie die Beschränkung der Versorgung auf den nächsten Umkreis der Kraftwerke innerhalb der Grenzen des jeweiligen Gemeindegebietes.

Neben diesen Problemen, die ausschließlich den Techniker und zum Teil auch den Forscher beschäftigten, spielte noch eine Frage wirtschaftspolitischer Natur eine große Rolle, nämlich wer Träger der Elektrizitätsversorgung sein sollte, der Privatunternehmer oder die Gemeinde. Zweifellos hat zunächst die Privatindustrie das infolge der geschilderten Schwierigkeiten nicht geringe Wagnis übernommen, nur zögernd machten sich die Gemeindeverwaltungen selbst ans Werk, vielfach zogen sie es jedoch vor, die Elektrizitätsversorgung dem Privatgewerbe zu überlassen und ließen es im allgemeinen bei der Erkenntnis bewenden, daß die Entscheidung nicht grundsätzlich zu fällen sei, sondern von den örtlichen Verhältnissen abhängen müsse. Noch im Jahre 1900 war von 39 Städten mit weniger als 100 000 Einwohnern die Elektrizitätsversorgung bei 26 in privater und nur bei $\frac{1}{3}$ in öffentlicher Verwaltung.

Ein neuer Aufschwung der Entwicklung setzte etwa ein Jahrzehnt nach der Frankfurter Ausstellung im Jahre 1891 ein, nachdem dort die Durchführbarkeit der Kraftübertragung auf weite Entfernungen erwiesen worden war. Dadurch war die Möglichkeit gegeben, auch kleinere und kleinste Ortschaften, für die die Errichtung eines eigenen Kraftwerkes unwirtschaftlich ist, mit elektrischer Arbeit zu versorgen, die Kraftwerke an wirtschaftlich günstige Plätze zu verlegen und so durch Zusammenfassung der Erzeugung und Vergrößerung des Umsatzes die Kosten der Stromerzeugung zu verbilligen. Die technischen Voraussetzungen waren durch die Ausbildung der Dampfturbine, die Einführung des Drehstromsystems und durch die Vervollkommnung des Hochspannungsleitungsmaterials, der Schaltapparate und Transformatoren, die wirtschaftlichen Voraussetzungen durch die Erfindung der stromsparenden Nernst-, Osmium- und anderen Metallfadenslampen, sowie durch die Vervollkommnung des allgemeinen Maschinenbaues gegeben, der für den elektromotorischen Antrieb geeignete Arbeitsmaschinen auf allen Gebieten gewerblicher Tätigkeit zur Verfügung stellte. Die Unternehmungen waren jetzt in den Stand gesetzt, nicht bloß ihre Versorgungsgebiete räumlich weit über die Ortsgebiete hinaus auszudehnen, sondern auch neben der allgemeinen Lichtversorgung und der Kraftlieferung an das Klein-

gewerbe die Energieversorgung der Landwirtschaft und der Großindustrie zu übernehmen.

II.

Die folgenden Zahlenangaben veranschaulichen die Entwicklung in Deutschland bis zum Jahre 1913:

	1895	1900	1906	1913
Anzahl der Werke	148	652	1338	4040
Anzahl der versorgten Ortschaften.	150	870	3000	175 000
Leistungsfähigkeit der Kraftwerke KW	40 000	230 000	720 000	2 100 000
Anlagekapital in Mill. Mark . . .	100	400	1400	2500
Zahl der angeschlossenen Glühlampen	500 000	2 600 000	8 200 000	24 500 000
Zahl der angeschlossenen Bogenlampen	12 000	50 000	155 000	230 000
Lichtanschlußwert KW	31 000	156 000	490 000	1 300 000
Kraftanschlußwert KW	5 000	96 000	340 000	2 400 000
Gesamtanschlußwert KW	36 000	252 000	830 000	3 700 000
Verkaufte Kwstd. (Mill.)	80	140	720	2 800

Diese Zahlen zeigen nicht bloß den raschen Aufschwung der Elektrizitätsversorgung an sich, sie spiegeln auch deutlich die wesentlichen Merkmale der Entwicklung wieder. So z. B. zeigt der Vergleich der beiden letzten Reihen, wie gewaltig die Erfindung der stromsparenden Metallfadenslampe die Verwendung des Glühlichtes gegenüber der des Bogenlichtes gefördert hat. Während sich die Zahl der Glühlampen in dem Zeitraum von 1906—1913 verdreifacht hat, ist die der Bogenlampen nur um etwa 50 % gestiegen und befindet sich seitdem sogar im Abnehmen.

Weiter ist das allmähliche Überwiegen der Kraftversorgung über die Lichtstromlieferung ersichtlich. Während im Jahre 1895 der Lichtanschlußwert das 6 fache, im Jahre 1900 noch das $1\frac{1}{2}$ fache des Kraftanschlußwertes betrug, überwiegt heute der letztere fast um das Doppelte. — Vergleicht man ferner das Jahr 1900 mit dem Jahre 1913, so sieht man deutlich die Entwicklung zur Fernversorgung, indem von einem Werk früher durchschnittlich 1,35, zuletzt 4,35 Ortschaften versorgt wurden. Die durchschnittliche Größe eines Kraftwerkes betrug im Jahre 1900 352 KW, dagegen 520 KW im Jahre 1913, ein Zeichen für die vermehrte Zusammenfassung der Kraft'erzeugung. Letzteres wird noch deutlicher, wenn man auf Grund eingehenderer Betrachtung der statistischen Unterlagen berücksichtigt, daß ungefähr $\frac{3}{4}$ der Gesamtleistungsfähigkeit der

deutschen Elektrizitätswerke sich auf nur 103 größere Werke mit einer Einzelleistungsfähigkeit von über 5000 KW verteilt. Die übrigen 3900 Werke verfügen zusammen nur über eine Leistung von rd. 540 000 KW oder durchschnittlich von je 140 KW, wir sehen uns also noch immer einer viel zu weitgehenden Zersplitterung der Elektrizitätserzeugung gegenüber. Dies ist aber noch viel mehr der Fall, wenn man nicht nur, wie in der obigen Zusammenstellung, die öffentlichen Elektrizitätswerke allein, d. h. solche Unternehmungen, die unter Benutzung öffentlichen Grund und Bodens elektrische Arbeit an andere verkaufen, in den Kreis der Betrachtung zieht, sondern auch die sogenannten Einzelanlagen, d. h. die gewerblichen Betriebe, die elektrische Arbeit nur für den eigenen Bedarf erzeugen, wie größere Hotels, Warenhäuser und vor allem Fabriken. Die Zahl und Leistung dieser letzteren Anlagen übertrifft die der öffentlichen Werke noch um ein Vielfaches; ihre Leistungsfähigkeit wurde im Jahre 1913 auf rd. 8 Millionen Kilowatt gegenüber 2 Millionen KW der öffentlichen Werke geschätzt, ihr Verbrauch auf rd. 10 Milliarden Kilowattstunden, während die Abgabe der öffentlichen Werke an die Verbraucher noch nicht 3 Milliarden Kilowattstunden betrug.

Über den Stand der öffentlichen Elektrizitätsversorgung in den einzelnen Bundesstaaten im Jahre 1913 gibt die nachfolgende Zahlentafel Aufschluß; die Angaben sind auf Grund der vom Verband Deutscher Elektrotechniker herausgegebenen Statistik der Elektrizitätswerke Deutschlands nach dem Stand vom 1. April 1913 zusammengestellt bzw. berechnet.

(Unter „versorgter Einwohnerzahl“ [Spalte 3] ist die Einwohnerzahl der mit elektrischer Arbeit versorgten Orte bzw. Ortsteile zu verstehen. Die Zahlen in Spalte 5 [Lichtanschlußwert pro Einwohner], Spalte 7 [Gesamtanschlußwert pro Einwohner], Spalte 10 [nutzbare Abgabe in Kwstd. pro Einwohner] sind ermittelt, indem nur die Angaben derjenigen Orte, von denen jeweils zuverlässige und zusammengehörige Berichtszahlen vorlagen, zugrunde gelegt wurden. Die Gesamtwerte [Spalten 6, 8 und 11] wurden rückwärts unter Benutzung der errechneten Einheitszahlen und der gesamten versorgten Einwohnerzahl errechnet. Hieraus erklären sich die Abweichungen der Endzahlen von der vorhergehenden Zusammenstellung.)

Die Zusammenstellung zeigt, daß hinsichtlich der Versorgung mit elektrischer Arbeit in den einzelnen Landesteilen nicht unbeträchtliche Unter-

Staaten	Gesamt-Einwohnerzahl (in 1000)	Versorgte Einwohnerzahl (in 1000)	Prozent	Lichtanschluß pro Einw. in Watt	Gesamt-Anschlußwert für Licht KW	Gesamt-Anschluß pro Einw. in Watt	Gesamt-Anschlußwert KW	Lichtanschluß in % des Gesamtanschlusses	Abgegebene Kwstd. pro Einwohner	Gesamte abgegebene Kwstd. in 1000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Königreich Preußen	41 301	26 964	65	30	810 000	97	2 620 000	31	60,6	1 640 000
„ Bayern	6 887	3 724	54	29	108 000	93	346 000	32	52,4	194 500
„ Sachsen	4 807	4 679	97	25	117 000	80	374 000	32	35,1	164 000
„ Württemberg	2 438	2 073	85	27	56 000	93	192 500	29	46,3	95 900
Großherzogtum Baden	2 143	1 205	57	38	46 000	114	137 370	33	52,4	63 300
„ Hessen	1 282	858	67	34	29 200	88	75 500	39	53	45 500
„ Mecklenb.-Schwerin	640	238	37	35	8 320	77	18 300	45	27,9	6 640
„ Sachsen-Weimar	417	297	71	35	10 400	90	26 800	38	27,1	8 050
„ Mecklenburg-Strelitz	106	31	29	23	705	70	2 140	33	57	1 740
„ Oldenburg	483	195	40	36	7 020	65	12 700	55	27,9	5 450
Herzogtum Sachsen-Meiningen	279	144	52	24	3 460	75	10 800	32	21,1	3 040
„ Braunschweig	494	327	66	37	12 100	72	23 500	51	25,7	8 400
„ Sachsen-Altenburg	216	135	63	17	2 300	79	10 650	22	17,8	2 400
„ Sachsen-Coburg-Gotha	257	137	53	48	6 580	112	15 350	43	33	5 200
„ Anhalt	331	340	100	22	7 480	60	20 400	37	15,4	5 250
Fürstentum Schwarzb.-Sondershausen	90	31	35	20	625	72	2 250	23	15,6	488
„ Schwarzburg-Rudolstadt	101	14	13	48	651	100	1 362	48	34	461
„ Waldeck	62	18	30	29	528	45	820	64	22,4	408
„ Reuß ältere Linie	73	31	42	37	1 134	73	2 235	51	23	706
„ Reuß jüngere Linie	153	87	57	27	2 340	65	5 650	42	23	2 000
„ Schaumburg-Lippe	47	6	12	23	132	50	288	46	9,8	56
„ Lippe-Detmold	151	65	43	6	390	34	2 210	18	10,7	695
Freie und Hansestadt Lübeck	117	104	89	28	2 912	59	6 130	48	16,3	1 696
„ „ „ Bremen	300	298	99	50	14 900	113	33 700	44	57	17 000
„ „ „ Hamburg	1 015	873	86	57	49 600	155	135 000	37	49,8	48 500
Reichsland Elsaß-Lothringen	1 874	1 159	62	37	43 000	117	136 000	31	65,5	76 000
Gesamt	66 061	44 034	67	30	1 320 000	95	4 170 000	32	54,5	2 380 000

schiede bestehen. Am weitesten fortgeschritten sind naturgemäß die Großstädte und die Orte mit ausgesprochener Industrie, während die dünnbevölkerten landwirtschaftlichen Gebiete wesentlich geringere Werte aufweisen. Im ganzen ergibt sich im Durchschnitt des Jahres 1913, daß auf jeden Einwohner des versorgten Gebietes ein Lichtanschlußwert von 30 Watt, d. h., eine Metallfadenlampe von 25 NK, und ein Gesamtanschlußwert von 95 Watt, d. h. also ein doppelt so hoher Kraftanschlußwert, zu rechnen ist. Als Durchschnittsverbrauch pro Einwohner ergeben sich 55 Kwstd. Um die Bedeutung dieser Zahl zu würdigen, sei angenommen, daß die Leistung einer Kilowattstunde der durchschnittlichen Leistung von 2 kg Kohlen entspricht, so daß der Verbrauch von 55 Kwstd. pro Kopf einem gleichwertigen Verbrauch von 110 kg Kohle gegenüberstehen würde. Der Gesamtverbrauch von Kohlen hat im Jahre 1913 in Deutschland rd. 191 Millionen Tonnen (umgerechnet auf den Heizwert von Steinkohle) oder rd. 2800 kg Kohlen pro Kopf der Bevölkerung betragen; von dem gesamten durchschnittlichen Energiebedarf pro Kopf werden also in den mit elektrischer Arbeit versorgten Gebieten bereits 4 % von den öffentlichen Elektrizitätswerken zur Verfügung gestellt; hierbei sind freilich die übrigen Energieträger, wie: Wasserkraft, Petroleum, Spiritus, Benzin u. a. m. als von verhältnismäßig geringfügiger Bedeutung außer acht gelassen. Die Zahlen zeigen deutlich, welch ein gewaltiges Feld der Energieversorgung den öffentlichen Elektrizitätswerken noch offen steht.

Während des Krieges haben sich die Verhältnisse beim Verbrauch elektrischer Arbeit beträchtlich verschoben; in welchem Umfange dies der Fall ist, kann mangels zuverlässiger statistischer Nachweise nur geschätzt werden. Die Zahl der Werke und der versorgten Ortschaften hat sich nur unwesentlich erhöht, da die Knappheit an allen nötigen Baustoffen, namentlich an Kupfer, die Errichtung von Kraftwerken und ausgedehnten Leitungsnetzen verbot, obwohl die Ausbreitung der Elektrizitätsversorgung von allen Seiten dauernd dringend begehrt wird. Dagegen ist die Maschinenleistungsfähigkeit durch Errichtung einiger weniger Riesenkraftwerke bzw. Erweiterung bestehender Großwerke zur Stromlieferung für elektrochemische und elektrometallurgische Werke trotz des Krieges gewaltig gesteigert worden, eine in Anbetracht der ungeheuren Schwierigkeiten bewundernswerte Leistung der deutschen Elektroindustrie.

Bei der Mehrzahl der Werke ist vor allem der Anschlußwert für Beleuchtung infolge des Petroleummangels beträchtlich angewachsen; man kann hier mit einem Zugang von etwa 30 % rechnen. Dagegen ist der Verbrauch an Beleuchtungsstrom trotz der Erhöhung des Anschlußwertes infolge freiwilliger oder erzwungener Sparsamkeit vielfach stark zurückgegangen. Kraft-

anschlüsse wurden von seiten des Kleingewerbes vorübergehend weniger begehrt, um so mehr aber von der Landwirtschaft, wo der Ausfall an menschlicher oder tierischer Arbeitskraft auszugleichen ist, und von der Industrie, in der für die Anfertigung des Heeresbedarfes außerordentliche Kraftmengen benötigt werden; hier ist nicht nur der Kraftbedarf an sich gewachsen, sondern vielerorts hat sich auch die Industrie infolge der wachsenden Schwierigkeiten bei der Beschaffung der Betriebsstoffe und Arbeitskräfte veranlaßt gesehen, die vorhandenen Einzelanlagen stillzusetzen und die erforderlichen Energiemengen aus den öffentlichen Elektrizitätswerken zu beziehen. Infolgedessen ist im ganzen der Verbrauch an elektrischer Arbeit aus öffentlichen Elektrizitätswerken auf ein Vielfaches der Friedensleistung angewachsen; dies würde noch in höherem Maße der Fall sein, wenn die Werke imstande gewesen wären, alle an sie gestellten Anforderungen zu erfüllen.

Die Einwirkungen des Krieges auf den Verbrauch elektrischer Arbeit sind aber von geringerer Bedeutung gegenüber den Problemen, die durch den Krieg auf technischem, wirtschaftlichem und politischem Gebiet in der Elektrizitätsversorgung aufgerollt worden sind. In technischer Hinsicht waren die Werke und die hinter ihnen stehenden Industrien gezwungen, den Verbrauch der hauptsächlichsten Bau- und Betriebsstoffe einzuschränken oder völlig durch andere zu ersetzen. Gerade die wichtigsten und früher für unersetzlich gehaltenen Stoffe, wie: Kupfer, Messing, Kautschuk u. a. m. sind fast restlos der Elektrizitätsindustrie entzogen, und doch ist es gelungen, in kürzester Zeit Ersatz in solchem Umfange und in solcher Beschaffenheit bereitzustellen, daß dringender Bedarf ohne Schwierigkeit befriedigt werden kann. Bedenklicher ist der Mangel an Betriebsstoffen, wie Kohlen und Öl, da Ersatz hierfür nur in geringem Umfange zu beschaffen ist; mannigfache Betriebseinschränkungen werden infolgedessen nicht zu umgehen sein.

Die zweite durch den Krieg hervorgerufene Schwierigkeit liegt auf wirtschaftlichem Gebiet und betrifft die Preisstellung. Die Verkaufspreise der Elektrizitätswerke sind fast ausnahmslos auf Grund der vor dem Kriege herrschenden Verhältnisse festgesetzt. Die gewaltige Verteuerung aller Betriebsstoffe einschließlich der Arbeitskräfte und die hierdurch bewirkte Geldentwertung einerseits, der Rückgang im Verbrauch infolge von Sparsamkeit oder behördliche Einschränkungen andererseits haben vielfach die Erträge der Elektrizitätswerke so wesentlich vermindert, daß sie gezwungen sind, durch Strompreiserhöhungen einen Ausgleich herbeizuführen. Dies ist ohne weiteres dort möglich, wo die Werke im Besitze der Gemeindeverwaltungen sind, die die Strompreise nach eigenem Ermessen festsetzen können, nicht aber bei Privatunternehmungen, die durch Verträge gebunden sind. Meist

haben jedoch auch hier die Gemeindeverwaltungen in einsichtsvoller Würdigung der Sachlage ihre Zustimmung zu den geforderten Erhöhungen nicht verweigert.

Das dritte Problem endlich ist politischer Natur und hat zum Gegenstand die Frage, wer künftig Träger der Elektrizitätsversorgung sein soll, ob Staat oder Einzelunternehmer. Die Lösung dieser Frage ist von einschneidender Bedeutung für die zukünftige Entwicklung der Elektrizitätsversorgung, von der im folgenden noch kurz die Rede sein soll.

III.

Die zukünftige Entwicklung unserer Elektrizitätsversorgung hängt, wie unser gesamtes Wirtschaftsleben, in hohem Maße vom Ausgang des Krieges ab. Mit Gewißheit kann jedoch angenommen werden, daß der Verbrauch elektrischer Arbeit eine außerordentliche Zunahme erfahren wird. Einmal erfordert die Beschaffung des zurückgestellten Friedensbedarfes an Lebensmitteln, Kleidern, Wäsche, Geräten, Maschinen und dergleichen und der zweifellos einsetzende Hang zur Vorratswirtschaft eine gewaltige Kraftleistung schon von seiten der bereits vor und während des Krieges angeschlossenen gewerblichen Betriebe. Der durch den Krieg verschärfte Mangel an menschlichen und tierischen Arbeitskräften wird noch viel mehr als bisher auf die Verwendung von Maschinenkraft hindrängen; zudem haben gerade die Erfahrungen dieses Krieges die Vorteile des Bezuges elektrischer Arbeit aus öffentlichen Werken so offenbar werden lassen, daß, wie schon oben angedeutet, mit dem Anschluß zahlreicher industrieller Anlagen, die heute noch die Kraft in eigenem Betriebe erzeugen, zu rechnen sein wird.

Entsprechend diesen gesteigerten Anforderungen werden auch die Betriebsmittel der Elektrizitätswerke vermehrt werden müssen, wenn auch hierbei zunächst noch manche Beschränkung der Übergangswirtschaft hingenommen werden muß. Gleichzeitig wird man erhöhte Aufmerksamkeit einer zweckmäßigen Betriebsführung und der sparsamsten Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Betriebsmittel zuwenden, und, da alle Erfahrungen des Krieges die Vorteile einer möglichst weitgetriebenen Zusammenfassung der Krafterzeugung erwiesen haben, noch mehr als bisher die Elektrizitätserzeugung in dieser Richtung beeinflussen. Die Errichtung von Großkraftwerken an den Energiequellen selbst, an den Kohlengruben und Wasserkraften, und die Verteilung der dort gewonnenen Energie durch ausgedehnte Hochspannungsnetze, die gleichzeitig einen weitgehenden Kraftausgleich ermöglichen, werden im Mittelpunkt der wichtigsten Erwägungen in bezug auf unsere Kraftwirtschaft stehen und nicht nur die engere Fachwelt und die Volkswirtschaftler, sondern auch die Wissenschaft und die Politik beschäftigen. Der Wissenschaft werden durch die Aufgabe, unsere

Kohlenschätze noch sparsamer als bisher, z. B. durch die Vergasung, auszunutzen, Probleme von weittragender Bedeutung geboten. Die Politik wird sich eingehend mit dieser Frage beschäftigen müssen, da eine elektrische Großwirtschaft in dem angedeuteten Sinne ohne staatliche Unterstützung und Regelung in gewissem Umfang nur langsam und unvollkommen durchgeführt werden könnte.

Das Eingreifen des Staates in die Elektrizitätswirtschaft ist erst seit einigen Jahren in den Kreis der Erörterungen gezogen worden. Zwar ist der Streit über die zweckmäßigste politische Gestaltung der Elektrizitätswirtschaft so alt wie diese selbst, es hat sich aber, wie bereits oben erwähnt, bis vor wenigen Jahren hauptsächlich nur darum gehandelt, ob die Gemeindeverwaltungen oder Privatunternehmungen die Elektrizitätsversorgung in Händen haben sollen; nur vereinzelt kamen auch staatliche Verbände höherer Ordnung, also Gemeindeverbände, Kreise und Provinzen in Frage, der Staat jedoch als solcher hielt sich trotz mannigfacher Mahnrufe von einer tätigen Beteiligung, überhaupt von wesentlichen Eingriffen, fern. Diese Sachlage änderte sich allmählich, als die Elektrizität mehr und mehr zum Gemeingut aller wurde, und die Werke ihren Wirkungskreis immer weiter, oft über die Landesgrenze hinaus, ausdehnten. Dazu kam, daß von gewissen Seiten, denen die durch das Wesen der Sache gebotene großkapitalistische Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft bedenklich schien, der Ruf nach einem Eingreifen des Staates immer lauter erscholl. Die Stufenleiter der hierbei erhobenen Forderungen beginnt mit dem Verlangen nach einem Zurückdrängen einzelner privatwirtschaftlicher Interessen, z. B. Beseitigung der Installationsmonopole, Ausbau ertragsarmer Gegenden, Revision der Strompreise und dergleichen, gelangt zu einer Beteiligung des Staates an den Erträgen, namentlich in Form von Besteuerung der elektrischen Arbeit und endet bei einer völligen Monopolisierung der gesamten Elektrizitätswirtschaft von seiten des Reiches.

An Versuchen in irgendeiner Form von staatlicher Seite, in die Elektrizitätswirtschaft einzugreifen, hat es denn auch in den letzten Jahren nicht gefehlt. Eine ausführliche Schilderung der verschiedenen Maßnahmen würde hier zu weit führen; es genüge, anzudeuten, daß einzelne, namentlich süddeutsche Staaten, wie Baden, Bayern und Württemberg, sich bereits einen recht weitgehenden Einfluß auf die Elektrizitätsversorgung ihrer Länder teils durch Festsetzung der Bedingungen über den Ausbau, die Betriebsführung und die Strompreise, teils durch Übernahmerechte, teils durch Errichtung eigener Kraftwerke gesichert haben, daß das Königreich Sachsen sogar im Begriffe steht, die öffentliche Elektrizitätsversorgung des ganzen Landes selbst zu übernehmen, daß in Preußen infolge der Verschiedenheit in den einzelnen Landesteilen eine einheit-

liche Regelung noch nicht erfolgt ist. Die gegenwärtig von dem Staat gegenüber der Elektrizitätswirtschaft geforderten Maßnahmen haben teils die Besteuerung der elektrischen Arbeit, teils die Förderung der elektrischen Großwirtschaft, teils die gesamte Monopolisierung zum Gegenstand. Eine Besteuerung der elektrischen Arbeit, die bereits im Jahre 1908 den Reichstag beschäftigte, würde nicht nur verhältnismäßig unbedeutende Beträge erbringen, sie würde vielmehr die Elektrizitätsversorgung zugunsten anderer Kraftquellen wesentlich beeinträchtigen; sie scheint durch die Einführung der Kohlensteuer denn auch glücklich überwunden zu sein.

Die gesamte Monopolisierung der Elektrizitätswirtschaft, d. h. die Übernahme der Erzeugung und Verteilung der elektrischen Arbeit von seiten der Staaten bzw. des Reiches begegnet in allen einsichtigen Fachkreisen den schwersten Bedenken; der Lahmlegung des gerade auf diesem Gebiete so erfolgreichen privaten Unternehmungsgeistes, der Gefahr einer staatlich bürokratischen Betriebsführung würden nur unbedeutende Erträgnisse ohne alle weiteren Vorteile gegenüberstehen. Die Monopolisierung wird daher auch nur von Theoretikern gefordert, die den wirklichen Verhältnissen fremd gegenüberstehen. Dagegen würde die Förderung der Großwirtschaft durch Errichtung von Großkraftwerken und Verbindungsnetzen, sei es auf Kosten des Staates, sei es mit seiner Unterstützung, die natürliche Entwicklung begünstigen und könnte neben den erwünschten Erträgnissen zugleich für den Staat eine Grundlage schaffen, die ihm in ferner Zeit ein weiteres Eingreifen, sofern sich dies als zweckmäßig und nötig erweisen sollte, ermöglichen würde.

Friedrich Robert Helmert.

Von Prof. Dr. W. Schweydar, Berlin-Potsdam.

Am 15. Juni 1917 starb nach zehnmonatigem Krankenlager der Direktor des Preuß. Geodätischen Instituts und des Zentralbureaus der Internationalen Erdmessung in Potsdam, Geheimer Oberregierungsrat Prof. Dr. Dr.-Ing. Helmert. Wir verlieren in ihm einen an Erfolgen reichen Forscher, der im In- und Auslande als der Großmeister der Geodäsie verehrt wurde. Er hat nicht nur seiner speziellen Wissenschaft neue Wege fruchtbarer Entwicklung gewiesen, sondern auch auf den Nachbargebieten der Geophysik und Geologie fördernd und anregend gewirkt.

Helmert wurde am 31. Juli 1843 zu Freiberg i. Sa. geboren. Nach dem Besuch der Bürgerschule seiner Vaterstadt und der Annenrealschule in Dresden studierte er an dem Polytechnikum in Dresden von 1859—1863, das ihm bei seinem Abgange die silberne Medaille und ein Reiestipendium verlieh. Sein Lehrer Nagel ver-

schaftete ihm frühzeitig die Stellung eines Assistenten bei der sächsischen Gradmessung, die er bis 1866 inne hatte. Nach einem kurzen Studium an der Universität in Leipzig erwarb er 1868 den Doktorgrad mit der Dissertation „Studien über rationale Vermessungen“, die sein tiefes Verständnis für die Aufgaben der Geodäsie und seinen kritischen Geist verriet. Von 1869 bis 1870 beschäftigte er sich als Observator der Hamburger Sternwarte mit astronomischen Arbeiten. Im Jahre 1870 erhielt er den Ruf als ordentlicher Lehrer der Geodäsie an die Technische Hochschule in Aachen. Als General Baeyer 1885 starb, wurde Helmert am 1. Januar 1886 kommissarisch mit der Leitung des Geodätischen Instituts in Berlin betraut und im April 1887 zum Direktor und ordentlichen Professor der Geodäsie an der Universität ernannt. Die von dem verdienten General Baeyer, dem Gründer des Geodätischen Instituts (1869) ins Leben gerufene Mitteleuropäische (1862) bzw. Europäische (1867) Gradmessung, erweiterte sich in demselben Jahre, in dem Helmert nach Berlin kam, zur Internationalen Erdmessung; das Geodätische Institut wurde nach den neuen Statuten Zentralbureau dieser Vereinigung, so daß Helmert auch Direktor dieses Zentralbureaus war. Im Jahre 1891 erhielt das Geodätische Institut auf Betreiben von Helmert auf dem Telegraphenberg bei Potsdam ein neues Heim, das nach Helmerts Plänen gebaut und in mustergültiger Weise für seine wissenschaftlichen und praktischen Zwecke ausgestattet wurde.

Zahlreich sind die äußeren Anerkennungen und Ehrungen, die ihm von der Wissenschaft, der eigenen und auswärtigen Regierungen zuteil wurden; 26 wissenschaftliche Vereinigungen und Akademien des In- und Auslandes erwählten ihn zum Ehren- bzw. auswärtigen Mitgliede. Im Jahre 1912 erhielt er die große goldene Medaille für Wissenschaft.

Es würde zu weit führen, wenn man hier alle Arbeiten und Erfolge Helmerts aufzählen wollte; es sei im folgenden nur das Wichtigste zusammengefaßt.

Helmert verfaßte sein erstes größeres Werk „Die Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate“ 1872, das 1907 in zweiter, umgearbeiteter Auflage erschien. Den Grundstein zu seinem Ruf als geodätische Autorität legte er durch das Werk „Die mathematischen und physikalischen Theorien der höheren Geodäsie“, das er in den Jahren 1880—1884 veröffentlichte. Durch die systematische und sorgsame Durcharbeitung der Aufgaben und Methoden der Geodäsie, die kritische Prüfung des Vorhandenen und das wesentlich Neue ist dieses Werk noch heute unübertroffen und zum gründlichen Studium der höheren Geodäsie unentbehrlich. Die Probleme und Ideen, die es birgt, bilden in der Hauptsache gewissermaßen das Programm der späteren Arbeiten und Anregungen Helmerts, mit

denen die Entwicklung und die Fortschritte der modernen Geodäsie verknüpft sind. *Helmerts* Hauptinteresse galt der Erkenntnis der Gestalt der mathematischen Erdoberfläche, des Geoids, und im engsten Zusammenhang hiermit allen Fragen betreffend die Konstitution des Erdkörpers. Teils mitarbeitend, teils anregend wirkte er bei dem Studium der Veränderlichkeit des Erdkörpers, wie sie durch die Lageänderung der Rotationsachse, die Flutkräfte und Elastizität des Erdmaterials bewirkt wird. Mit Rücksicht auf die hohe Bedeutung, die der Ausbreitung der Erdbebenwellen für die Erkenntnis der Konstitution der Erde zukommt, sorgte er für die Errichtung einer seismischen Station im Anschluß an das Institut.

Der erste Band seines Hauptwerks brachte einen wichtigen Fortschritt in der hypothesenfreien Bestimmung des Geoids. Wegen der leicht auszuführenden Breitenmessungen empfiehlt er die Bestimmung von Meridianprofilen des Geoids aus Lotabweichungen in Breite. Da das Geoid aus Neigungen gegen das Referenzellipsoid bestimmt wird, so gleicht das Verfahren einem Nivellement, das *Helmert* astronomisches Nivellement genannt hat. Werden die Profile dicht genug gelegt, so genügt ein Westostprofil ähnlicher Art, um eine graphische Darstellung des Geoids in dem untersuchten Gebiet durch Niveaukurven zu konstruieren. *Helmert* konnte an einigen Beispielen (Meridian des Brockens, Schneekoppe-Kolberg) die praktische Verwendbarkeit seiner Methode dartun. Da hierbei die Krümmung der Lotlinien noch nicht berücksichtigt war, hat *Helmert* in zwei der Akademie der Wissenschaften in Berlin vorgelegten Abhandlungen (1901, 1902) ein Verfahren angegeben, kleine Flächenstücke des Geoids aus Lotabweichungen mit Rücksicht auf die Lotkrümmung durch Verwendung der Schwerkraftmessungen zu bestimmen und dieses auf das Gebiet des Harzes angewandt. Zur Bestimmung der Erdgestalt in größeren Gebieten führte *Helmert* das Verfahren der astronomisch-geodätischen Netzausgleichung ein, das sich gegenüber den älteren Methoden dadurch auszeichnet, daß die von ihm nach *Laplace* benannten, außer in Breite auch in Azimut und Länge bestimmten Punkte und auch schiefe Bogen verwendet werden. Das Verfahren ist ausführlich von *Helmert* dargestellt in der Veröffentlichung „Lotabweichungen Heft I“ 1886. Hiernach wurde auch die europäische Längengradmessung in 52° Breite im Institut bearbeitet. Unter Benutzung der Ergebnisse des 1. Heftes der „Lotabweichungen“ konnte *Helmert* in Nizza 1887 der Erdmessung eine Übersicht der bekannten Lotabweichungen und eine erste Annäherung für das System der Lotabweichungen im ursprünglichen Gebiet der Mitteleuropäischen Gradmessung geben. Durch die Arbeiten des Zentralbureaus unter *Helmerts* Leitung wurde das ursprüngliche Ziel der Europä-

ischen Gradmessung, die Landesarbeiten zu einem Resultat bezüglich der Erdgestalt zusammenzufassen, erst verwirklicht.

Neben diesen geometrischen Methoden widmete sich *Helmert* mit erhöhtem Interesse der leistungsfähigeren, auf Schweremessungen beruhenden Methode, die Erdfigur abzuleiten. Er nahm in das Arbeitsprogramm des Instituts die Pendelbeobachtungen auf, die seit der Einführung der handlichen v. Sterneckschen Pendel großen Umfang annahmen. Durch sorgfältige Untersuchungen der Fehlerquellen und Konstruktionsänderungen wurde die Methode der relativen Schweremessung im Geodätischen Institut auf eine hohe Stufe der Genauigkeit gebracht. Er regte die Bestimmung des absoluten Wertes der Schwerkraft im Institut an und gab in seinen „Beiträgen zur Theorie des Reversionspendels“ 1898 die theoretische Grundlage hierzu. So wurde das Institut eine wichtige Basis für die Messungen der Schwerkraft.

Das bis 1900 reich angesammelte Beobachtungsmaterial benutzte *Helmert* zur Bestimmung der Konstanten der Clairautschen Formel für die Abhängigkeit der Schwere von der geographischen Breite und kam zu dem fundamentalen Ergebnis, daß das Geoid Abweichungen von nur etwa ± 100 m gegen ein Umdrehungsellipsoid aufweist, dessen Abplattung 1 : 298,3 in naher Übereinstimmung mit dem aus der Präzessionskonstante theoretisch abgeleiteten Wert beträgt. Die von *Helmert* vorgeschlagene Messung der Schwere auf hoher See bestätigte dieses Resultat und erhob die Prattsche Hypothese der Isostasie der Erdrinde zur Gewißheit. Es war ihm noch vergönnt, seine letzten Untersuchungen über den Verlauf der Schwerkraft längs der Erdoberfläche auf Grund des seit 1900 stark angehäuften Materials von Pendelmessungen abzuschließen und die schönen Ergebnisse in einer 1915 der Akademie der Wissenschaften vorgelegten Abhandlung uns zu hinterlassen. Nach der neuen Formel für den Verlauf der Schwere im Meeresniveau ist die Erde ein dreiaxiges Ellipsoid; die größere Achse der Äquatorellipse fällt nahezu in den Meridian von Ferro, die kleinere auf die Südseite von Vorderindien. Ihre Differenz beträgt 230 m. Die mittlere Abplattung der Meridianellipse findet er in noch besserer Übereinstimmung mit dem theoretischen Wert zu 1 : 296,7. Die Reduktion der Schwere auf das Meeresniveau wird von ihm mehrfach, je nach dem Zweck, dem der gemessene Wert dienen soll, behandelt. Zur Charakteristik der Massenstörungen führte er eine komprimierte Schicht im Meeresniveau, die sogen. ideale störende Schicht, ein. Bedeutsam sind diesbezüglich seine Untersuchungen über die Schwere in den Alpen, die in der berühmten Abhandlung „Die Schwerkraft im Hochgebirge“ 1890 enthalten sind und der Geologie neue Gesichtspunkte zur Erkenntnis der Konstitution der Erdrinde liefern. In dieser Arbeit ist zum ersten Mal die

strenge Reduktion eines Nivellements mit Hilfe der Schwerkraftswerte durchgeführt.

Die isostatische Reduktion der Schwere und die Theorie des Gleichgewichts der Erdrinde (Isostasie) hat ihn in mehreren Abhandlungen ganz besonders beschäftigt; es sei nur auf seine schönen Ergebnisse über den Verlauf der Schwerkraft an den Küsten und die Bestimmung der Tiefe der isostatischen Ausgleichsfläche zu 120 km hingewiesen. Die wesentlichen Fortschritte auf dem Gebiete der Schweremessung sind in einem größeren Artikel „Die Schwerkraft und die Massenverteilung der Erde“ in der Enzyklopädie der math. Wiss. Bd. VI von ihm zusammengefaßt.

Zwei kritische Abhandlungen (1906, 1911) sind der Größe der Erde gewidmet.

Bei seinem lebhaften Interesse für die Veränderlichkeit des Erdkörpers nahm er hervorragenden Anteil an dem größten Unternehmen der Internationalen Erdmessung, der Beobachtung und dem Studium der Schwankungen der Rotationsachse. Er schuf die Grundlagen für die numerische Ableitung der Polbahn und förderte das Problem durch Anregung und Erweiterung der Organisation der Beobachtungen. Auch dem Studium der Deformation und Elastizität der Erde war er jederzeit förderlich.

Helmert zeigte für alle Fragen auf mathematisch-naturwissenschaftlichem Gebiet lebhaftes Interesse; er hat in den letzten Jahren oft bedauert, daß es ihm nicht mehr möglich sei, die neueren Methoden und Probleme der Mathematik und Physik genauer zu studieren. Im Gespräch wirkte er außerordentlich anregend, und stets war er bemüht, die Ideen anderer, namentlich die Selbständigkeit Jüngerer zu unterstützen. Seine schnelle Auffassungsgabe und sein Sinn für peinliche Ordnung erleichterten ihm neben seinen wissenschaftlichen Arbeiten die Führung der umfangreichen Geschäfte des Instituts und des Zentralbureaus. Er war voller Güte und Menschenliebe und suchte überall zu helfen; seine sympathische Persönlichkeit erwarb ihm in weiten Kreisen Zuneigung und Verehrung und sichert ihm eine treue und dankbare Erinnerung.

Besprechungen.

Mohrke, Rudolf, Leitfaden zum graphischen Rechnen.

Sammlung mathematisch-physikalischer Lehrbücher, herausgegeben von *E. Jahnke*. Leipzig und Berlin: B. G. Teubner, 1917. VIII, 152 S., 121 Figuren und 1 Kurve. Preis geh. M. 4,80, geb. M. 5,40.

Der Leitfaden zerfällt in zwei Hauptteile: I. Gewöhnliche Rechnungen und Auflösung von Gleichungen. II. Integration und Differentiation. Jeder von beiden ist unterteilt in A. Anwendung gewöhnlicher, B. logarithmischer Maßstäbe.

Die in IA entwickelten Verfahren laufen praktisch auf Seilecke und Zerlegung von Vektoren nach vorgeschriebenen Richtungen hinaus. Die Auflösung linearer Gleichungen wird von vornherein in diesem Sinne gedeutet, wobei im Falle von 3 und mehr Un-

bekanntem die darstellende Geometrie des Raumes von 3 und mehr Dimensionen benutzt wird. Anhangsweise, vermutlich weil es sich dieser Betrachtungsweise nicht einordnet, wird sodann das Lillische Verfahren zur Auflösung algebraischer Gleichungen dargestellt und auf quadratische Gleichungen insbesondere angewandt.

Die in IB entwickelte Methode der logarithmischen Maßstäbe verwendet an Stelle von x, y ihre Logarithmen ξ, η , betrachtet also an Stelle der üblichen graphischen Darstellung von $y=f(x)$ diejenige von $\eta=\log f(e^{\xi})$. Dadurch wird zunächst das „logarithmische Bild“ von $y=ax^m$ zu einer Geraden, $\eta=\alpha+m\xi$. Das logarithmische Bild einer ganzen Funktion $y=a_1x^{m_1}+a_2x^{m_2}+\dots$ gewinnt man aus den geradlinigen Bildern der Einzelglieder durch eine graphische Übertragung der Gaußschen Additions- und Subtraktionstafel, im wesentlichen mittels des logarithmischen Bildes der Funktion $y=1+x$, das dem Buch als besonderer Tafelanhang beigegeben ist. Die Behandlung von Gleichungen mit mehreren Unbekannten benutzt wiederum die darstellende Geometrie von 3 und mehr Dimensionen und stützt sich auf die einfache Tatsache, daß das logarithmische Bild von $z=ax^m y^n$ eine Ebene $\xi=\alpha+m\xi+n\eta$ ist.

Anhangsweise werden die geometrischen Eigenschaften der logarithmischen Bilder, insbesondere die Bedeutung einfacher Transformationen, wie Parallelverschiebung, Spiegelung, Affinität usw. untersucht, wobei die zuvor gewonnenen Ergebnisse wesentlich vertieft und insbesondere für drei- und viergliedrige Gleichungen halbmechanische elegante Lösungsverfahren gewonnen werden.

Abschnitt IIA bringt die hinreichend bekannten Verfahren zur graphischen Quadratur (α) und Differentiation (β), sodann die Integration gewöhnlicher Differentialgleichungen erster (γ) und höherer (δ) Ordnung. Die letzteren werden auf Systeme von Gleichungen erster Ordnung zurückgeführt, die in (γ) durch mehrdimensionale Betrachtungen und darstellend-geometrische Methoden behandelt sind. Die Anwendung logarithmischer Maßstäbe in IIB ist nur noch kurz skizziert. Ihre Bedeutung für Integrationsprobleme reicht an diejenige für Gleichungsauflösung anscheinend nicht heran.

Der Inhalt des Bändchens ist ein sehr reichhaltiger und anregender, zumal Abschnitt I mit zahlreichen Beispielen ausgestattet ist. Mit besonderer Liebe scheint Verfasser den Abschnitt IB behandelt zu haben. Doch fürchtet Referent, daß die geistige Arbeit, die an die völlige Beherrschung der logarithmischen Methode gewandt werden muß, dem Praktiker einen übermäßigen Zeitaufwand verursachen dürfte. Allgemein scheint ja, nicht zuletzt infolge der Konkurrenz der Rechenmaschinen, das graphische Rechnen den Höhepunkt seiner Beliebtheit überschritten zu haben: selbst so durchsichtige und einfache Methoden, wie diejenigen der graphischen Statik, machen vielfach wieder rechnerischen Verfahren Platz, obwohl bei ihnen die geometrische Deutung bereits durch die Problemstellung unmittelbar gegeben und nicht nachträglich untergelegt ist.

Dagegen sollte das Buch um des Abschnitts IIA willen schon dem Anfänger in Differential- und Integralrechnung zur Ergänzung rein rechnerischer Methoden vorgelegt werden. Auch heute noch ist der Begriff des „Integrierens“ in ganz ungerechtfertigtem Maße mit demjenigen umfangreicher Rechnerie und mehr oder meist weniger methodisch verständlicher Umformungskunststücke verbunden. Was z. B. in

II A γ über die Anordnung der durch eine Differentialgleichung $f(x, y, y') = 0$ definierten Linienelemente mittels Isoklinen, Leit- und Strahlkurven gesagt ist, müßte bei jeder theoretischen Darstellung gleich zu Anfang geboten werden, um von dem Sinn einer Differentialgleichung sogleich eine anschauliche Vorstellung zu übermitteln. *Gerhard Hessenberg, Breslau.*

Machatschek, Fr., Gletscherkunde. Sammlung Göschen. H. 154. 2. Aufl. 1917. 120 S., 5 Abbild. und 16 Tafeln. Preis M. 1,—.

Der Prager Geograph, der u. a. durch Gletscher- und Eiszeitstudien in asiatischen Faltengebirgen bekannt ist, läßt seinen kurzgefaßten, gemeinverständlichen Abriß über die Lehre von den Gletschern in 2. Auflage erscheinen. Das Heft bringt in klarer Sprache eine anregende Darstellung aller in Betracht kommenden Tatsachen und eine treffliche Übersicht über die sie erklärenden Theorien, wobei der Leser über den modernsten Standpunkt dieses nicht einfachen Kapitels der physischen Erdkunde unterrichtet wird. Eine anschauliche Schilderung des Idealmodells eines alpinen Talgletschers und die Ableitung des Begriffs Schneegrenze macht zusammen mit einer kurzen Übersicht über die Gletschertypen der Gegenwart den ersten Abschnitt. Es folgt die Betrachtung von Ernährung sowie Abtragung auf Oberfläche, im Innern und auf dem Grunde, der dadurch bedingten Formen der Gletscheroberfläche und des Gletscherbaches. Der dritte, sehr wichtige und sehr anschaulich geschriebene Abschnitt behandelt die Struktur des Gletschermaterials. Darauf folgt die Gletscherbewegung, ihre Tatsachen und Theorien. Im fünften Abschnitt, in dem die Moränen und fluvio-glazialen Bildungen zur Besprechung kommen, leitet Verfasser, *Penck* folgend, die glaziale Erosion an der Gletschersohle von der Existenz reichlicher Grundmoräne unter Gletschern mit geringer oder gar keiner felsigen Umrahmung ab. Eine ausführlichere Übersicht über die heutige geographische Verbreitung der Gletscher interessiert auch den Fachmann durch ihre knappe Darstellung zahlreicher Einzelheiten. Ein kurzes Kapitel über das so aktuelle Thema „Gletscher- und Klimaschwankungen in historischer Vergangenheit“ macht den Schluß. Die Besprechung der eiszeitlichen Vergletscherungen wird folgerichtig überall vermieden. Ihr ist ein anderes, ebenfalls soeben in 2. Auflage erschienenen Göschenheft gewidmet. *Hans Lautensach, Hannover.*

Cranz, C., Lehrbuch der Ballistik. - I. Bd. Äußere Ballistik oder Theorie der Bewegung des Geschosses von der Mündung der Waffe bis zum Eindringen in das Ziel. In 2. Auflage herausgegeben von Geheimrat C. *Cranz* unter Mitwirkung von Hauptmann K. *Becker*. Leipzig, B. G. Teubner, 1917. XVI, 528 S., 184 Fig. im Text und vier Lichtdrucktafeln. Preis geh. M. 19,—, geb. M. 20,—.

Die neue Auflage des seit langer Zeit als *Hauptwerk* auf diesem Gebiete anerkannten Lehrbuches der Ballistik von Geheimrat C. *Cranz* erscheint gerade zu einer Zeit, in der das Interesse an artilleristischen Dingen besonders groß ist. Es bietet sowohl die theoretische äußere Ballistik wie auch eine praktische Anleitung zur Verwertung der Beschußergebnisse in den Schußtafeln. Hierfür konnte der Herausgeber wohl keinen geeigneteren Mitarbeiter finden als den aus einem reichen Schatz wohlverarbeiteter Erfahrung schöpfenden Hauptmann *Becker*, der wie Geheimrat *Cranz* in der Artillerie-Prüfungs-Kommission tätig ist.

Das Werk hat mit einem etwas ungleichartigen

Leserkreise zu rechnen, und dieser Umstand läßt eine gewisse Inhomogenität in der Behandlung des Stoffes unvermeidlich erscheinen. Gewisse Abschnitte konnten so elementar gehalten werden, daß ein fortgeschrittener Schüler sie ohne weiteres verstehen kann, wie zum Beispiel die Ausführungen über die Bewegung im luftleeren Raum und über die Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, während andere, wie etwa die Darstellung der Eulerschen Methode, auch für den Mathematiker, etwas knapp und nicht ohne weiteres durchsichtig ist. Überhaupt ist dem Rez. von Offizieren wiederholt bestätigt worden, daß die Anforderungen, die hier an den nicht mathematisch vorgebildeten Leser gestellt werden, doch verhältnismäßig hoch sind.

Was nun das für Kriegsverhältnisse recht gut gedruckte und mit ganz vorzüglichen Tafeln ausgestattete Werk im Einzelnen betrifft, so beginnt es mit ganz einfachen Dingen, nämlich der Darstellung der Wurfbewegung im luftleeren Raum. Schon hier findet der Leser mancherlei Interessantes auf einem Gebiete, dessen Behandlung nur scheinbar rein didaktischen Zwecken dient. In der Tat zeigt ja die Bewegung der schwersten Geschosse, wenn sie unter verhältnismäßig geringen Anfangsgeschwindigkeiten abgefeuert werden, sehr ähnliche Vorgänge, wie sie sich auch ohne Berücksichtigung des Luftwiderstandes ableiten lassen. Dieser Aufgabe ist der zweite Abschnitt gewidmet, der besonders beherzigenswerte kritische Bemerkungen über ziemlich planlose Versuche der Artilleristen früherer Jahrzehnte bringt. Hierauf wird das ballistische Problem im engeren Sinne behandelt, und zwar zunächst eine angenäherte Lösung der genauen Differentialgleichungen ins Auge gefaßt. Für später wäre eine Erweiterung des Abschnittes über den Hodographen erwünscht, da auf diesem Wege nach Ansicht des Rez. die neue (graphische) Ballistik ihre Erfolge finden wird. Nach dieser ersten Gruppe von rechnerischen Näherungsverfahren wird die genaue Lösung der angenäherten Hauptgleichung besprochen. Dieser Abschnitt hat für die Praxis, die unerbittlich eine rasche Lösung für ein nur mühsam zu gewinnendes Ergebnis fordert, das meiste Interesse. Der Mathematiker wird an den gewaltsamen Vorgängen weniger Freude haben, wenn auch z. B. der Didionischen Lösung ihre Eleganz nicht abgesprochen werden soll. Doch das liegt ja leider in der Natur des militärischen Dienstbetriebes. Vor allen Dingen kommen, wie in 8. Abschnitt gezeigt wird, die von *Siacci* entworfeneu Methoden für die Praxis der Schußtafelherstellung in Frage. Man darf jedoch nicht viel mehr als ein Interpolationsverfahren darin sehen, denn in der Vorausberechnung ist auch dieses verbreitetste Verfahren ziemlich unsicher.

Für den praktischen Artilleristen ist der Abschnitt über einseitige Geschößabweichungen, besonders die Tageseinflüsse, die von Änderungen des Barometer- und Thermometerstandes gegenüber den schußtafelmäßigen Bedingungen abhängen, sowie die Berücksichtigung des Windeinflusses von Wichtigkeit. Sehr schwierig ist es, ohne besondere Erfahrung hier jeweils das richtige Luftwiderstandsgesetz herauszufinden, mit dem man unter den gegebenen Bedingungen noch am besten abschneiden wird. Vielleicht könnten hier später allgemeine Formeln, wie sie z. B. die französischen Ballistiker besitzen, angegeben werden.

Den Physiker werden schließlich die Ausführungen über die Wirkungen des Geschosses im Ziel besonders interessieren. Es finden sich dort auch Berechnungen über die Gestalt des gebildeten Trichters, über die

Explosionswirkung der Artilleriegeschosse, die Dumdum-Wirkung und ähnliche Fragen.

Das Werk von *Cranz* unter der bewährten Mitwirkung des Hauptmanns *Becker* stellt eine hervorragende Pionierarbeit auf dem Gebiete der Ballistik dar, das noch manchem Physiker und Mathematiker Gelegenheit zu erfolgreicher Betätigung bieten dürfte.
H. H. Kritzinger, Berlin.

Grammel, R., Die hydrodynamischen Grundlagen des Fluges. (Heft 39/40 der „Sammlung Vieweg. Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaft und Technik“.) Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1917. VI, 136 S. und 83 Fig. Preis geh. M. 5,60.

Das Buch verfolgt den Zweck, in monographischer Form die Fortschritte, die unsere Kenntnis vom Mechanismus des Auftriebes bewegter Flächen, d. h. die Hydrodynamik des Fluges im letzten Jahrzehnt gemacht hat, von einem einheitlichen Standpunkt aus und nach einer folgerichtig durchgeführten Methode darzustellen. Als Leser sind gedacht: Mathematiker, Physiker und solche Ingenieure, die mit analytischen Hilfsmitteln etwas vertraut sind und sich über die theoretischen Grundlagen des Flugproblems zu unterrichten wünschen. Demzufolge sind an Vorkenntnissen vorausgesetzt: die Elemente der Differential- und Integralrechnung, der Lehre von den komplexen Zahlen sowie der Vektoranalysis etwa in dem Umfange, wie sie in der Physik zum gewöhnlichen Rüstzeug gehört. (Die benutzten Vektorformeln sind übrigens anhangsweise zusammengestellt.) Nicht vorausgesetzt ist dagegen die Hydrodynamik und die Theorie der analytischen Funktionen; soweit darauf zurückzugreifen war, sind die benutzten Sätze an der Hand des Stoffes kurz abgeleitet.

Der Schwierigkeit, aus dem heute noch wenig geordneten Gesamtgebiet der Flugwissenschaft ein theoretisches Teilgebiet so abzugrenzen, daß eine in sich geschlossene Darstellung möglich wurde, versuchte der Verfasser dadurch Herr zu werden, daß er nur solche Entwicklungen aufnahm, die sich, abgesehen von der Luftdichte, nicht auf experimentelle Koeffizienten zu stützen brauchen, d. h. die Theorie der reibungslosen, stationären Potentialströmungen, soweit sie aerodynamisch von Bedeutung sind. So ließ sich der Auftrieb der einfachen Flügelformen gründlich erörtern, die zwar den in der Praxis gebäuchlichen Profilen sich eben nur annähern, aber auf jeden Fall sehr geeignet sind, über das Wesen und die physikalischen Gründe des dynamischen Auftriebes Aufschluß zu geben. Dagegen war von vornherein ein Verzicht auf das rein theoretisch heute noch nicht zu bewältigende Problem des Widerstandes geboten.

Der erste Abschnitt behandelt die allgemeinen Grundlagen. Der Kutta-Joukowskische Fundamentalsatz über den Zusammenhang zwischen Auftrieb und Zirkulation wird mit vereinfachtem Beweise abgeleitet, ebenso ein dazu analoger über die Angriffslinie des Auftriebes und das sogenannte Moment der Zirkulation. Sodann werden die funktionentheoretischen Methoden entwickelt, die in praktischen Fällen zu raschster Berechnung der Kräfte führen. An eine systematische Einteilung der Potentialströmungen schließt sich die Theorie der sogenannten Gitter oder Jalousien und der Wirbelfelder an, mit einem kurzen Hinweis auf die mit diesen Untersuchungen aufs engste zusammenhängende Propellertheorie.

Der zweite Abschnitt enthält die Anwendungen auf spezielle Konturen. Die kurz abgeleitete Methode der

konformen Abbildung erlaubt, von der Kreiskontur, um die sich die Strömung leicht unmittelbar ermitteln läßt, zuerst auf ebene Flächen überzugehen, dann auf zylindrisch gewölbte und schließlich auf solche, die die bisherigen zum Skelett haben, also in der Art wirklicher Flügel vorne verdickt sind. Von der ebenen Fläche schreitet man mühelos zu zwei hintereinandergestellten Flügeln und von da zum Doppeldecker und schließlich zu speziellen Gittern.

Der dritte Abschnitt geht auf den Mechanismus der Zirkulation näher ein, auf die Gründe ihres Entstehens und auf die Korrektur, die man infolge des Einflusses der an den Flügeln abgelösten Wirbel an den bisherigen, für unendlich lange Tragflächen abgeleiteten Formeln anzubringen hat, wenn man zu Flächen von endlicher Spannweite übergeht. Man gewinnt so einen befriedigenden, für hydrodynamische Verhältnisse sogar sehr guten zahlenmäßigen Anschluß an die Ergebnisse der Modellversuche, womit verbürgt erscheint, daß die Theorie sich auf dem richtigen Wege befindet. Autoreferat.

Botanische Mitteilungen.

Beiträge zur Kenntnis des Traumatotropismus. (*P. Stark, Jahrb. f. wiss. Bot. 57, 1916.*) Unter Traumatotropismus versteht man die Erscheinung, daß einseitig verletzte Organe eine Krümmungsbewegung ausführen, deren Richtung durch die Lage der Wunde bestimmt ist. Der erste, der auf diesen Vorgang hingewiesen hat, ist *Darwin*. Er fand, daß Wurzeln sich von der Wundstelle wegkrümmen, wenn man sie ritzt, ritzt oder versengt. Wirksam sind hierbei nur Reize, welche die Wurzelspitze treffen. Dagegen wird die Reaktion an ganz anderer Stelle, nämlich von der 1 cm von der Wurzelspitze abgelegenen Wachstumszone ausgeführt. Der Ort, wo der Reiz wahrgenommen und der, wo er beantwortet wird, sind also verschieden. Später sind dann einige weitere Fälle von Traumatotropismus bekannt geworden. *Schütze* fand, daß bei Verletzung junger Wurzeln, die noch nicht stark wachsen, die Reaktion im Stengel zutage tritt. *Nordhausen* stellte fest, daß bei alten, nicht mehr reaktionsfähigen Wurzeln der Reizerfolg auf die Seitenwurzeln übergreift, und *Spalding* ermittelte die interessante Tatsache, daß dann, wenn man die Wurzeln sofort nach der Verletzung eingipst und so an der Reaktion verhindert, nachträglich noch nach 8 Tagen bei Wegnahme des Verbands eine verspätete Krümmung eintreten kann. Dies verdient deshalb Beachtung, weil in der Zwischenzeit die Wunde wohl schon längst geheilt ist. Der Reiz ist also im pflanzlichen Gewebe aufgespart geblieben. Eine eingehende Untersuchung, die sich auf ein möglichst großes Pflanzenmaterial erstreckte, ergab nun, daß der Traumatotropismus offenbar im Pflanzenreich weit verbreitet ist. Nicht nur Wurzeln, sondern auch Keimstengel, Laub- und Blütenprossen zeigen die Befähigung zu entsprechenden Reaktionen, wobei sich allerdings im Gegensatz zu den Wurzeln die Krümmung gewöhnlich der Wundfläche zuwendet. Wirksam sind die verschiedenartigsten Verletzungen: Einschnitte, Stiche, ganz leises Betupfen mit Höllenstein oder mit einem glühenden Glasstab, ferner das Entfernen von Blättern und Blüten. Die Krümmung schreitet oft 1 dm von der Wundstelle fort. Verletzt man die ausgewachsene Region eines Stengels, die nicht mehr zu reagieren vermag, dann wird die Reizung bis zur Wachstumszone geleitet und führt dort zu einem entsprechenden Reizerfolg. Auffallend ist, daß oft

benachbarte Organe von dem Vorgang mitergrißen werden. Wenn man z. B. bei unserer Waldrebe (*Clematis vitalba*) eines der einander gegenüberstehenden Blättchen einseitig verletzt, dann krümmt es sich nach der Wundflanke; in vielen Fällen führt auch das opponierte Blatt und auch der Sproß, an dem beide stehen, eine entsprechende Bewegung aus; umgekehrt kann eine traumatotropische Reaktion vom Stengel auf das Blatt übergreifen. Hier handelt es sich um verwickelte Reizleitungsvorgänge, deren Wesen noch keineswegs geklärt ist. Als besonders empfindlich erwiesen sich die Keimlinge von Gräsern (*Avena*, *Panicum* usw.). Hier hat der Eingriff mitunter zur Folge, daß der Keimling sich schraubenförmig nach der Wundstelle zu aufrollt, eine Reaktion, an der die ganze noch wachstumsfähige Region teilnimmt. Interessante Verhältnisse ergaben sich bei dem Keimstengel der Hirse (*Panicum miliaceum*). Hier liegt die größte Reizempfindlichkeit an der Spitze des Stengels. Bringt man nun auf der einen Seite eine Verletzung ganz oben an und auf der entgegengesetzten ganz unten, dann verhält sich der Keimling zunächst so, wie wenn er bloß an der Spitze verletzt wäre; er krümmt sich im Sinne der oberen, stärker wirksamen Wunde. Ist diese Reaktion aber vollzogen, dann beginnt mit einem Male eine Bewegungsumkehr. Der untere Reiz, der eine Krümmung nach der entgegengesetzten Flanke anstrebt, beginnt in Kraft zu treten und gelangt schließlich zum Siege. Im weiteren Verlauf kann dann noch ein abermaliger Umschlag im Sinne der Spitzenreizung erfolgen. Es sind also gleichzeitig im Stengel zwei entgegengerichtete Krümmungstendenzen vorhanden, die in verschiedener Weise auf- und abklängen, und das Krümmungsbild in jedem Zeitpunkt entspricht einer Gleichgewichtslage, die sich je nach der Stärke der Erregung nach der einen oder der anderen Richtung verschiebt. Maßgebend hierfür ist die absolute Stärke des Reizes und die Empfindlichkeit der gereizten Zone. Damit eine Reaktion vollzogen wird, ist es nicht erforderlich, daß die lokale Wundstelle vorhanden bleibt. Verletzt man einen Keimling an der Spitze einseitig und trägt dann etwa nach einer Minute durch einen glatten Schnitt die Spitze samt Wundstelle ab, dann führt der Stumpf dessenungeachtet eine traumatotropische Reaktion aus. Der Reiz ist also inzwischen in die Basis geleitet worden. Durch Narkose mit Äther wird zwar die Reizempfindlichkeit (Sensibilität), nicht aber das Reaktionsvermögen unterdrückt. Verletzungen im Ätherraum sind wirkungslos, dagegen vollziehen sich die Reaktionen normal, wenn die Keimlinge erst nach der Reizung in die Narkose versetzt werden. Daß die Krümmungen nicht einfach dadurch zustande kommen, daß das Wachstum auf der Wundflanke gehemmt wird, folgt aus Messungen, die mitunter eine Beschleunigung von 100% ergaben. Diese Beschleunigung erfolgt nicht gleichmäßig, sondern in erster Linie auf der dem Reizort opponierten Seite, daher die Krümmung nach der Wunde. Eine biologische Deutung der auffälligen Erscheinungen läßt sich noch nicht geben. Bei der Wurzel, die sich von der Wundstelle abwendet, könnte man daran denken, daß der Gegenstand, welcher die Verletzung hervorruft, gemieden werden soll.

P. St.

Das Rumphiusphänomen und die primäre Bedeutung der Blattgelenke. (Goebel, *Biologisches Centralblatt* 36, 1916.) Schon Rumphius hat im 17. Jahrhundert beobachtet, daß *Phyllanthus urinaria*, wenn sie gewaltsam aus der Erde herausgerissen wird, ihre Blätter

nach oben zusammenschlägt. Diese Erscheinung, die Goebel nach ihrem Entdecker als „Rumphiusphänomen“ bezeichnet, und die ja auch in ähnlicher Form bei der bekannten Sinnpflanze (*Mimosa pudica*) auftritt, ist offenbar eine Folge des Wundreizes, der von der Wurzel durch den Sproß nach den Blättern geleitet wird und dort die auffällige Reizreaktion auslöst. Daraus, daß das Zusammenlegen der Blättchen schon 1 Minute nach dem Eingriff erfolgt, kann auf sehr rasche Reizleitung im pflanzlichen Gewebe geschlossen werden. Derselbe Erfolg wird erzielt, wenn man den Stengel an der Basis durchschneidet oder die Pflanze in irgendwelcher anderen Weise verletzt. Wichtig ist, daß kleine Reize, die einzeln wirkungslos wären, summiert werden können, und daß eine Verletzung auch eine erhöhte Reaktion für andere Reize (Licht, Stoßreize usw.) herbeiführt. Nicht nur durch Verwundung, sondern auch durch Stöße, ferner durch Wärme-, Licht- und Feuchtigkeitsschwankungen wird das Rumphiusphänomen ausgelöst. Der Erfolg der Stoßreize (Seismonastie) ist proportional der Reizstärke; der Ausschlag nimmt mit der Zahl der Stöße fortschreitend zu. Aber auch bei heftiger Erschütterung dauert es 4—5 Minuten, bis ein völliges Zusammenlegen der Fiederblättchen stattfindet. Hierdurch unterscheidet sich *Phyllanthus* deutlich von der Sinnpflanze, bei der auch durch einen leichten Reiz gleich der volle Ausschlag erzielt wird. *Phyllanthus* kann daher als primitivere Stufe aufgefaßt werden. Mit großer Regelmäßigkeit stellen sich die Blattbewegungen beim Lichtwechsel ein, und zwar erfolgt das Zusammenklappen unter normalen Umständen beim Übergang vom Licht ins Dunkle. Man bezeichnet diese im Pflanzenreich weit verbreitete Erscheinung als Schlafbewegung. Neben dem normalen Nachtschlaf gibt es aber auch einen Tagesschlaf, der dann stattfindet, wenn die Belichtung außerordentlich stark ist. Bezeichnenderweise neigen vor allem solche Individuen zum Tagesschlaf, die in verhältnismäßiger Dunkelheit großgezogen sind und daher intensive Helligkeit schlecht vertragen. Man hat die geschilderten Bewegungserscheinungen, gerade weil sie bei den verschiedensten Pflanzenarten in mehr oder minder auffälliger Weise zutage treten, vielfach von teleologischer Warte aus zu erklären versucht, aber bisher sind noch keine befriedigenden Erfolge auf diesem Gebiete erzielt worden. Welchen Nutzen die Wundreaktionen gewähren sollen, ist nicht einzusehen. Das Zusammenlegen der Blättchen bei starker Trockenheit könnte als Verdunstungsschutz betrachtet werden; darauf deutet eine in jüngster Zeit erschienene Arbeit von Erban, wonach die Spaltöffnungen, die ja die Transpiration regulieren, vielfach so gelegen sind, daß sie beim Vollzug der Schlafbewegung zugedeckt werden. Der Tagesschlaf bringt die Blattflächen in Profilstellung, d. h. die Lichtstrahlen fallen nicht auf die Fläche, sondern auf die Kante; dadurch werden die Chlorophyllkörner dem schädlichen Einfluß zu intensiven Lichtes entzogen. Die Bedeutung des normalen Nachtschlafs soll nach Stahl darauf beruhen, daß die Blätter des Nachts vor Betauung geschützt sind und so der Gefahr entgehen, daß die Spaltöffnungen durch Wasser verschlossen werden; dem ist aber entgegenzuhalten, daß auch einige untergetauchte Pflanzen (*Marsilea*) Schlafbewegungen vollziehen. Besonders zahlreich sind naturgemäß die Hypothesen, die an die besonders augenfälligen Reaktionen anknüpfen, welche die Sinnpflanze bei Stoßreizen vollzieht. So hat man die Ansicht vertreten, daß das in wenigen Sekunden erfol-

gende Zusammenklappen der Blätter einen Schutz gegen Hagelschlag gewähren soll; das trifft tatsächlich zu, wie Beobachtungen in unserem Klima zeigen. Da aber in der Heimat der Pflanze der Hagel zu den seltenen Erscheinungen zählt, so kann dies nur als Nebenerfolg betrachtet werden. Ebensowenig ist erwiesen, daß die Blattbewegungen durch die Plötzlichkeit, mit der sie sich vollziehen, eine abschreckende Wirkung auf Weidetiere ausüben. Eingehende Untersuchungen hierüber, die in der Heimat der Sinnpflanze angestellt werden müßten, fehlen. So viel ist aber sicher, daß überall dort, wo die Reaktion langsam erfolgt, an eine solche Deutung nicht gedacht werden kann (Phyllanthus usw.). *Goebel* bestreitet keineswegs, daß in einzelnen Fällen einer solchen ökologischen Erklärung eine gewisse Bedeutung zukommt. Aber er nimmt an, daß es sich hier durchweg um sekundäre Nebenerfolge handelt und daß die primäre Funktion der Gelenke, welche die Bewegungsreaktionen ausführen, in anderer Richtung zu suchen ist. Sie stellen Entfaltungsorgane dar, welche die Aufgabe haben, die Blättchen aus der Knospenlage durch entsprechende Bewegungen in die richtige Orientierung zu bringen. Erst weiterhin haben sie sich dann bei den und jenen Gewächsen an weitere biologische Leistungen angepaßt.

P. St.

Über Blattstielkrümmungen infolge von Verwundung (Traumanastie). (*Molisch*, Sitzber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Mathem.-naturw. Kl., Abt. I. 125. Bd. 1916.) Traumanastische Bewegungen sind bekanntlich im Gegensatz zu traumatotropischen dadurch ausgezeichnet, daß ihre Richtung keine Beziehung zur Einwirkungsrichtung des Reizmittels zeigt. Solche traumanastische Krümmungen wurden bisher nur selten beobachtet. Der Verfasser hat einen neuen Fall bei den Blattstielen von folgenden Pflanzen nachgewiesen: *Episcia bicolor*, *Tydaea Decaisneana*, *Saintpaulia ionantha*, *Goldfussia glomerata*, *Eranthemum nervosum*, *Peperomia peltata* und *Geranium robertianum*. — Wird die Blattspreite dieser Pflanzen z. B. von *Episcia bicolor* abgeschnitten, so krümmt sich der an der Mutterpflanze verbleibende, schief aufwärts gerichtete Blattstiel in den folgenden Tagen allmählich nach abwärts, so daß er mit seinem Ende nach unten gewendet ist, ja mitunter kommt es sogar zu einer Krümmung über die Vertikale hinaus, so daß der Blattstiel eine geschlossene Kreislinie bildet. — Die Krümmung des Blattstiels (*Episcia*, *Tydaea*) tritt auch ein, wenn nicht bloß die Spreite, sondern auch wenn diese mit dem Stiel abgeschnitten wird, ja sie kommt auch, obgleich in schwächerem Grade, zustande, wofür der Blattstiel für sich isoliert und auf nasses Filtrierpapier in feuchtem Raume aufgelegt wird. Bei der beschriebenen Krümmung handelt es sich um eine Reizerscheinung. Der von der Schnittwunde ausgehende Reiz wird auf weiter entfernt liegende Teile des Blattstiels übertragen und löst hier an der morphologischen Oberseite des Stieles stärkeres Längenwachstum aus als an der Gegenseite. Dadurch kommt die Krümmung zustande. Die Blattstielkrümmung nach abwärts tritt an alten Blättern einiger der genannten Pflanzen auch spontan ein. Diese normale Krümmung kann aber durch Abschneiden der Spreite schon zu einer Zeit hervorgerufen werden, wenn das Blatt noch nicht das Streben hat, sich nach abwärts zu beugen. In der traumanastischen

Krümmung des Blattstiels liegt eine Bewegung vor, die wohl für die Pflanze keinen besonderen Wert hat. Ein Blattstiel ohne Spreite ist für die Pflanze an und für sich nutzlos. Daher entledigt sich die Pflanze gewöhnlich auch des Blattstiels, indem sie ihn mit einer Trennungsschicht abstößt. Trotzdem führt der Blattstiel bei den genannten Gewächsen vor dem Abfallen eine höchst auffallende Bewegung aus, obwohl ihm diese keinen Nutzen schafft; denn ob der Blattstiel gerade oder gekrümmt abfällt, hat wohl für die Pflanze, soweit man dies beurteilen kann, keine Bedeutung.

Autoreferat.

Anatomisch-physiologische Untersuchungen über Wasserspalten. *E. Neumann-Reichardt; Beitr. f. allg. Bot. I. 1917.* Eine ganze Reihe einheimischer und ausländischer Pflanzen besitzt an den Blättern, besonders an den Blattzähnen, dort, wo die Nerven endigen, besondere Ausführwege, durch die überschüssiges Wasser in Tropfenform ausgeschieden wird. Schon *Trinchinetti* hat 1836 darauf hingewiesen, daß diese sogen. „Wasserspalt“ (Hydathoden) durch Umwandlung von Spaltöffnungen entstanden sind. Es ist also ein Funktionswechsel eingetreten. Die Spaltöffnungen dienen bekanntlich dem Gasaustausch und stehen nach innen mit der „Atemhöhle“ in Verbindung, die den Anschluß an das reich verzweigte Netz der Luftkanäle (Interzellularen) vermittelt. Bei den Wasserspalten wird die Atemhöhle zur „Wasserhöhle“ (*Haberlandt*), und nach dieser Wasserhöhle konvergieren die letzten Endigungen des wasserleitenden Systems, die Tracheiden. Daß die phylogenetische Ableitung der Wasserspalten von den Spaltöffnungen berechtigt ist, ergibt sich aus einer ganzen Reihe anatomischer Merkmale. Obwohl bei den Wasserspalten eine regulatorische Verengung oder Erweiterung des Kanals nicht mehr stattfindet, so stimmt der Bau der Zellen, welche den Spalt umgrenzen, doch mehr oder minder weit mit dem der Spaltöffnungsschließzellen überein; es sind dieselben Verdickungsleisten und Gelenke vorhanden, die bei den Spaltöffnungen das Öffnen und Schließen bewirken. Aber es lassen sich schöne Übergangsreihen aufstellen von solchen Wasserspalten, die noch weitgehend an die Spaltöffnungen erinnern bis zu solchen, bei denen der Bau wesentlich vereinfacht ist. Oft lassen sich bei ein und demselben Objekt solche Bindeglieder feststellen. (*Aucuba*, *Ranunculus Steveni*.) In manchen Fällen ist die Bildung der Wasserspalten erblich gefestigt, so daß sie von der Wasserbilanz unabhängig erscheint (nesselblättrige Glockenblume, *Campanula Trachelium*), mitunter findet aber an trockenen Standorten eine Reduktion der Wasserspalten statt (Nachtschatten, *Solanum nigrum*). Bei der Kapuzinerkresse (*Tropaeolum majus*) läßt sich auch eine Beziehung zwischen der Größe der Wasserspalten und der Reichhaltigkeit des Wasserstroms nachweisen. Wie bei den Spaltöffnungen kann auch bei den Wasserspalten in Fällen der Not ein sekundärer Verschuß des Ausführkanals eintreten. Dieser Verschuß wird bewirkt entweder durch Wachsabscheidungen (Alpenveilchen, *Cyclamen europaeum*) oder durch Zellwucherungen, welche die Wasserhöhle verstopfen, sogenannte Thyllen. Neben den zahlreichen atavistischen Merkmalen konnte *Neumann-Reichardt* auch einige Neuanpassungen feststellen, deren Wesen im einzelnen allerdings noch nicht völlig geklärt ist.

P. St.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 8.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich	6	13	26	52 maliger Wiederholung
	10	20	30	40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6350-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Zur Krise der Lichtäther-Hypothese

Rede, gehalten beim Antritt des Lehramts
an der Reichs-Universität zu Leiden

von Prof. Dr. **P. Ehrenfest**

Preis M. 0.60

Dem naturwissenschaftlichen Forscher unentbehrlich!
Handwörterbuch der Naturwissenschaften



Das Gesamtgebiet der Naturw. umfassend.
10 Bände mit über 12000 Seiten Text u. 8863 Abb.
Preis 230 Mk. gebunden (200 Mk. ungebunden)
Zur Erleichterung der Anschaffung werden
bequeme Monats- oder Quartalsraten eingeräumt. Ein Band zur Ansicht ohne Kaufzwang.
Prospekt kostenfrei.

Hermann Meusser Buchhandlung

BERLIN W 57/9, Potsdamerstraße 75

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Die stereoskopische Meßmethode in der Praxis

Von

Paul Seliger

Vermessungsdirigent in der Kgl. Preußischen Landes-Aufnahme

I. Teil

Mit 111 Textfiguren

1911. Preis M. 7.—; in Leinwand gebunden M. 8.—

Gebundene Bücher z. Zt. mit Zuschlag von 10% für Einbandmehrkosten.
Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Mathematische Abhandlungen

Hermann Amandus Schwarz
zu seinem 50jähr. Doktorjubiläum am 6. August 1914

Gewidmet von Freunden und Schülern

Mit dem Bildnis von H. A. Schwarz

und 53 Textfiguren

Preis M. 24.—

Vor kurzem erschien:

Darstellung und Begründung einiger neuerer Ergebnisse der Funktionentheorie

Von

Dr. Edmund Landau,

o. ö. Professor der Mathematik an der Universität Göttingen

Mit 11 Textfiguren

Preis M. 4.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W9. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.