

28. 8. 1926

Bücherei
Elbing

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 34 (SEITE 781—796)

20. AUGUST 1926

VIERZEHNTER JAHRGANG

INHALT:

Friedrich Küstner, dem Altmeister der beobachtenden Astronomie zur Vollendung des siebenzigsten Lebensjahres am 22. August. Von J. HOPMANN, Bonn 781

BESPRECHUNGEN:

CRANZ, C., Lehrbuch der Ballistik. Bd. I. Äußere Ballistik. 5. Aufl. (Ref.: M. Weber, Berlin) 789

GEHLHOFF, GEORG, Lehrbuch der technischen Physik. (Ref.: R. Swinne, Berlin) 790

MÜLLER, KURT EMIL, Der Quecksilberdampfgleichrichter. Erster Band. (Ref.: Güntherschulze, Berlin) 791

LEIS, CARL, Die modernen optischen Meßinstrumente des Krystallographen und Petrographen. (Ref.: K. Weißenberg, Berlin-Dahlem) 791

Handbuch der Physik. Herausgegeben von H. GEIGER und KARL SCHEEL. Band XXII. (Ref.: E. Regener, Stuttgart) 791

J. H. JEANS, Dynamische Theorie der Gase. (Ref.: P. Jordan, Göttingen) 792

LANDÉ, A., Die neuere Entwicklung der Quantentheorie. 2. völlig umgearbeitete Auflage. (Ref.: F. Reiche, Breslau) 793

WHITTAKER, E.T., Einführung in die Theorie der optisch-Instrumente. (Ref.: H. Boegehold, Jena) 794

MENZEL, HEINRICH, Die Theorie der Verbrennung. (Ref.: Max Jakob, Berlin) 794

ZUSCHRIFTEN:

Zur Frage der Abstammung der Aktiniumreihe. Von B. WALTER, Hamburg 794

BIOLOGISCHE MITTEILUNGEN: Verdauungsphysiologische Studien an Holothurien. Self-Fertility in Ciona in Relation to Cross-Fertility. Mitteilung über parasitische Zwergmännchen bei Tiefseefischen 795



*
Hochfrequenz-Maschinen
mit Lorenz-Drehzahl-Regler

Frequenzwandler

Wellenmesser

Ruf- und Signal-Maschinen

Flugzeuggeneratoren

für Licht-, Heizungs- und Peilanlagen in Flugzeugen

*

C. LORENZ AKTIENGESELLSCHAFT
BERLIN-TEMPELHOF

Der Postvertrieb der „Naturwissenschaften“ erfolgt von Leipzig aus!

26

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen in wöchentlichen Heften und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder den unterzeichneten Verlag bezogen werden. Preis vierteljährlich für das In- und Ausland RM 7.50. Hierzu tritt bei direkter Zustellung durch den Verlag das Porto bzw. beim Bezüge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelheft RM 0.75 zuzüglich Porto.

Manuskripte, Bücher usw. an

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

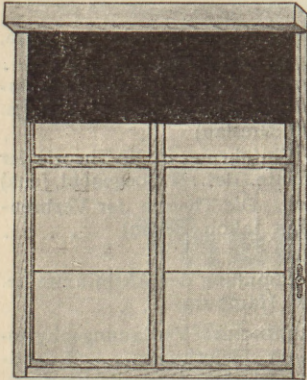
Preis der Inland-Anzeigen: $\frac{1}{4}$ Seite RM 150.—;

Millimeter-Zeile RM 0.35. Zahlbar zum amtlichen Berliner Dollarkurs am Tage des Zahlungseingangs. Für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. — Bei Wiederholungen Nachlaß.

Auslands-Anzeigenpreise werden auf direkte Anfrage mitgeteilt.

Klischee-Rücksendungen erfolgen zu Lasten des Inserenten.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadr.: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Berlin, Depositen-Kasse C.
Postscheckkonto Nr. 118935.



Verdunkelungs-Einrichtungen

für Röntgenzimmer, Laboratorien, Schulen, Krankenhäuser,
Hörsäle, Projektionsräume und Dunkelkammern, mit Hand-
und elektrischem Antrieb liefert als Spezialfabrikat

FABRIK FÜR ROLLVORHÄNGE

CARL GÖTZE * DÜSSELDORF

Heresbachstraße 26 * Gegründet 1899 * Eigene Weberei

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Die Hauptprobleme der modernen Astronomie

Versuch einer gemeinverständlichen Einführung in die Astronomie der Gegenwart

Von **Elis Strömgren**

Aus dem Schwedischen übersetzt und in einigen Punkten ergänzt von
Walter E. Bernheimer

112 Seiten mit 31 Abbildungen im Text und auf 2 Tafeln. 1925. RM 4.80

Astronomische Miniaturen. Von Professor Dr. **Elis Strömgren**, Direktor des Observatoriums der Universität Kopenhagen. Aus dem Schwedischen übersetzt von **K. F. Bottlinger**. 96 Seiten mit 14 Abbildungen. 1922. RM 2.50

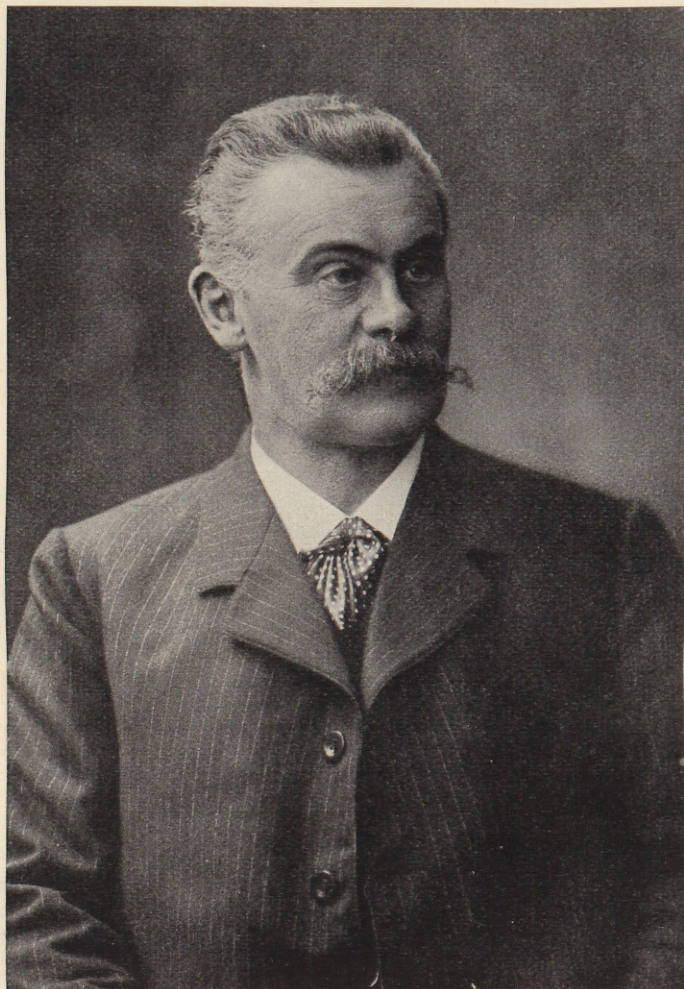
Probleme der Astronomie. Festschrift für Hugo v. Seeliger, dem Forscher und Lehrer zum fünfundsiebzigsten Geburtstag. Unter Mitarbeit zahlreicher Fachgelehrter herausgegeben von Professor Dr. **Hans Kienle** in Göttingen. 479 Seiten mit 58 Abbildungen, 1 Bildnis und 3 Tafeln. 1924. RM 45.—

Das Problem der Entwicklung unseres Planetensystems. Eine kritische Studie. Von Dr. **Friedrich Nölke**. Zweite, völlig umgearbeitete Auflage. Mit einem Geleitwort von Dr. H. Jung, o. Professor der Mathematik an der Universität Kiel. 401 Seiten mit 16 Textfiguren. 1919. RM 16.80

Was lehrt uns die Radioaktivität über die Geschichte der Erde?

Von Professor Dr. **O. Hahn**, II. Direktor des Kaiser Wilhelm-Instituts für Chemie in Berlin-Dahlem. 70 Seiten mit 3 Abbildungen. 1926. RM 3.—





F. Kirschner.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Vierzehnter Jahrgang

20. August 1926

Heft 34

Friedrich Küstner,

dem Altmeister der beobachtenden Astronomie zur Vollendung des siebenzigsten Lebensjahres
am 22. August.

Von J. HOPMANN, Bonn.

Astronomie, Physik und Chemie, die drei Hauptvertreter exakter Naturwissenschaften, haben, bei aller Verwandtschaft der Sache nach, nach Art der Ideen ihrer Forschungsmethoden natürlich auch tiefgehende Unterschiede. Insbesondere gilt dies für die Astronomie gegenüber den beiden anderen: sie kann nicht experimentieren, sie muß beobachten, d. h. der Astronom ist nicht in der Lage, die Naturzustände zur Forschung beliebig wieder herzustellen; durch schlechtes Wetter verpaßte Gelegenheiten sind unwider- ruflich dahin. Ferner entwickelte sich schon früh- zeitig in der Astronomie die Meßkunst zu hoher Blüte. Die liegt vor allem darin begründet, daß die astronomischen Vorgänge sich im Vakuum ab- spielen, die Gesetze der Mechanik also in reinsten Form auftreten. Dazu kommt, daß die Zustands- änderungen am Himmel im Laufe weniger Jahre nur äußerst gering sind — die durchschnittlichen kosmischen Geschwindigkeiten von 20 km in der Sekunde sind im Verhältnis zur mittleren Distanz der Sterne sehr klein —, so daß zu ihrer Fest- stellung erst recht allerhöchste Meßkunst er- forderlich ist. Der stärkste Unterschied aber gegen Physik und Chemie liegt wohl in folgendem. In diesen beiden Wissenschaften verlieren große Meßreihen weitgehend ihren Wert, wenn mit ver- besserten Hilfsmitteln das gleiche Gebiet nochmal untersucht wird — man denke etwa an das Schick- sal des ROWLANDSchen Wellenlängensystems —, in der Astronomie dagegen kann oft eine Be- obachtung — wenn sie nur im Rahmen der je- weiligen Instrumentenbau- und Beobachtungs- kunst zuverlässig ist — um so wertvoller sein, je älter sie ist. So beruht eine der bekanntesten KAPTEYSchen Entdeckungen, nämlich die der Zweisternströme, auf der Bearbeitung der Eigen- bewegungen der helleren Fixsterne, so wie sie AUWERS um 1890 abgeleitet hatte. Letzterer stützt sich dabei auf Greenwicher und Berliner Be- obachtungen aus den achtziger Jahren einerseits, vor allem aber auf die von BRADLEY um 1750 andererseits. Bei dieser Lage ist es oft zweifelhaft, wer mehr zum Fortschritt der Himmelskunde beiträgt, der Theoretiker bzw. Bearbeiter ver- schiedener Beobachtungsreihen unter neuen Ge- sichtspunkten, oder der gewissenhafte Beobachter, der in langjähriger gleichförmiger Arbeit die Grundlagen zu solchen Untersuchungen schafft. Ob in 50 Jahren die zahlreichen theoretisch- spekulativen Arbeiten unserer Tage über die Kon-

stitution der Fixsterne noch viel herangezogen werden, ist sehr fraglich, sicher aber und ohne Übertreibung werden dann, und auch weitere 50 Jahre später, die Präzisionsortsbestimmungen F. KÜSTNERS zur Ableitung absoluter Eigen- bewegungen von Sternen herangeholt werden *müssen*, so wie uns heute die Beobachtungen BRADLEYS, BESSELS, STRUVES, ARGELANDERS und anderer ganz unentbehrlich sind.

So ist es dann auch heute, an seinem siebenzigsten Geburtstage, recht und billig, das Lebenswerk F. KÜSTNERS einer kurzen Betrachtung zu unter- ziehen — möglichst im Hinblick auch auf gegen- wärtige und zukünftige Aufgaben, zu deren Lösung er schon jetzt seinen Beitrag gegeben.

In schlicht-bürgerlicher Umwelt in Görlitz geboren und erzogen, zeigte sich bei ihm schon früh die Neigung zur Naturwissenschaft. Die Geologie zog ihn für kurze Zeit an, um dann der exakter arbeitenden Astronomie Platz zu machen. Seine Studienzeit verlebte er vor allem in Straß- burg. Das Deutsche Reich hatte damals die Uni- versität dort neu gegründet. ARGELANDERS Schüler WINNECKE hatte 1872 eine provisorische Sternwarte im alten Akademiegebäude und auf dem Platz davor eingerichtet, während gleichzeitig die heutige große unter seiner Leitung im Bau war. WINNECKE verlangte viel von seinen Schü- lern. So war eine beliebte Aufgabe zur Aufnahme in das Practicum für Fortgeschrittene die Er- mittlung der Exzentrizität eines schlecht justierten Sextanten durch Beobachtung hierfür geeigneter Sternabstände. Die hohe Meßkunst unseres Ju- bilars muß schon in jenen Jugendtagen zum Vor- schein gekommen sein; ich glaube nicht, daß sonst in dem mustergültigen Handbuch der Mikrometer- messungen von BECKER gerade damalige Be- obachtungen KÜSTNERS als Zahlenbeispiele an- geführt wären. In die Straßburger Studienzeit fallen ferner Übungen der Beobachtung von Sternbedeckungen, am Heliometer usw. KÜST- NERS Doktor-Dissertation fußte nicht auf eigenen Beobachtungen, vielmehr hat er eine Reihe älterer Arbeiten kritisch zusammengefaßt. Sein Ziel war Ermittlung des scheinbaren Monddurchmessers auf Grund der zahlreichen Sternbedeckungen, die von 1839 bis 1876 bei Durchgängen des Mondes durch die Sternengruppe der Plejaden beobachtet worden waren. Wie hier nicht weiter erörtert werden kann, ist gerade dieses Beobachtungsver- fahren besonders genau, heliometrischen und an-

deren Messungen überlegen, sofern nur die Beobachtungen genügend frei von systematischen Fehlern angestellt sind. KÜSTNERS Arbeitsart ist in diesem Erstlingswerk schon ganz unverkennbar, nämlich die scharfe Kritik der Beobachtungen und das Aufspüren subjektiver Fehlerquellen. Gerade der letzteren wegen kann er schließlich keine endgültige Lösung der Aufgabe vorschlagen. STRUVE, BATERMANN und KÜSTNERS Schüler PETERS haben später das gleiche Thema wieder aufgegriffen bzw. das zahlreiche seitdem hinzugekommene Beobachtungsmaterial verarbeitet.

1879 zog KÜSTNER als Volontärassistent nach Berlin, um teils sich am Astronomischen Recheninstitut an der rechnerischen Überwachung der kleinen Planeten zu beteiligen, teils um an der Sternwarte mit Beobachten tätig zu sein. Anfang 1882 begannen in Berlin und Potsdam die Vorarbeiten zur Venusexpedition (s. u.), Mitte des Jahres wurde er zum Observator an der Hamburger Sternwarte ernannt; dann kam die Venusexpedition selbst und anschließend bis Anfang 1884 ein verhältnismäßig kurzer Aufenthalt in Hamburg, dann aber bis Ende 1891 die fruchtbare Tätigkeit als Observator der Berliner Sternwarte. Im Frühjahr 1892 zog er als Nachfolger von SCHOENFELD nach Bonn, um diesem bis zum heutigen Tage treu zu bleiben.

KÜSTNERS Arbeiten lassen sich etwa wie folgt gruppieren: Bestimmung astronomischer fundamentaler Konstanten, Beobachtungen am Meridiankreise, Arbeiten mit dem Spektrographen, photographische Positionsbestimmungen, organisatorische Tätigkeit. Dementsprechend wollen wir uns zunächst mit seinem fundamental-astronomischen Werk abgeben.

Die Konstanten der jährlichen Aberration und der Sonnenparallaxe gehören zu den wichtigsten Reduktionselementen der Positionsastonomie. Wie hier nicht näher erörtert werden kann, stehen beide zusammen mit der Lichtgeschwindigkeit in enger Wechselbeziehung, so daß unter Umständen die Ermittlung der einen zur Kenntnis der anderen führen kann. Zur Bestimmung der Entfernung Erde—Sonne bzw. der Sonnenparallaxe haben wir eine ganze Reihe Methoden, über die im einzelnen BAUSCHINGERS Artikel in der Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften, Band 6, einen vorzüglichen Überblick gibt. Am aussichtsreichsten erschien um 1880 die Beobachtung der Venusdurchgänge vor der Sonne. Abwechselnd in Abständen von 8 und 108 Jahren liegen die Bahnen von Venus und Erde derart, daß unser Nachbarplanet als kleine schwarze Scheibe vor der Sonne vorüberzieht. Durch die NEWTONSche Himmelsmechanik bzw. die KEPLERSchen Gesetze kennen wir die relativen Abstände der Körper unseres Sonnensystems mit außerordentlich hoher Genauigkeit (Unsicherheit 1 : 1 Million und weniger). Die absoluten Dimensionen des Sonnensystems dagegen sind bis heute nicht entfernt so sicher bekannt, d. h. insbesondere der Umrechnungs-

faktor (genähert 150 Millionen), mit dem die Einheitsentfernung Erde—Sonne zu multiplizieren ist, um die Distanzen im Sonnensystem in Kilometern zu erhalten. Die Beobachtung der Sonne selbst ist aus naheliegenden Gründen zu starken Fehlerquellen ausgesetzt, als daß dieser Umrechnungsfaktor bzw. der Winkel, unter dem der Erdradius von der Sonne gesehen erscheint — eben die Sonnenparallaxe —, mit Sicherheit ermittelt werden könnte. Dagegen steht zur Zeit eines Durchgangs die Venus der Erde recht nahe. Je nach dem Beobachtungsort wird die von ihr über die Sonnenscheibe gezogene Sehne verschieden groß ausfallen, werden die Zeiten ihres Ein- und Austritts verschieden sein. Werden diese also an passenden Punkten auf der Erde beobachtet, so ist es möglich, die Distanz der Venus von uns und damit den gewünschten Umrechnungsfaktor zu ermitteln. Der Vorschlag, derartige Beobachtungen anzustellen, geht schon auf HALLEY zurück und wurde bei den Finsternissen von 1761 und 1769 zur Ausführung gebracht. Immerhin zeigten sich hierbei eine Reihe unerwarteter Fehlerquellen, die im wesentlichen der mangelnden Optik der damaligen Fernrohre zur Last zu legen sind. Der zuletzt durch ENCKE aus diesen Beobachtungen ermittelte Wert der Sonnenparallaxe galt bis fast 1880 als einer der zuverlässigsten. Daher erwartete die gesamte astronomische Welt die Venusdurchgänge von 1874 und 1882 mit größter Spannung. Bei dem ersten Ereignis hatten zahlreiche Expeditionen nicht nur den Ein- und Austritt des Planeten, sondern auch seine Bahn über die Sonnenscheibe weg teils photographisch, teils mit Heliometern verfolgt. Insgesamt aber konnten die Ergebnisse dieses Jahres als Vorstudien für den zweiten Durchgang gelten. Erwähnt sei besonders der starke Mißerfolg der photographischen Untersuchungen.

So zogen dann neben zahlreichen ausländischen auch vier deutsche Expeditionen unter der Oberleitung von AUWERS im Sommer 1882 aus, um den am 6. Dezember stattfindenden Venusdurchgang messend zu beobachten. Zwei Stationen kamen nach Nordamerika, die dritte nach Bahia Blanca in Süd-Argentinien, die vierte unter AUWERS selbst nach Punta-Arenas in der Magellanstraße. Die Beobachter wurden in Berlin, Potsdam und Straßburg vorher in der Heliometerbeobachtung eingeübt, wobei die Schule WINNECKES zu besonderer Bedeutung kam. Nebenaufgaben wichtigster Art jeder Expedition war ferner die genaue Ermittlung der geographischen Positionen der Beobachtungsorte. Die Bestimmung der geographischen Breite machte damals wie heute keine besonderen Schwierigkeiten. Anders ist es mit der Längenbestimmung. Erforderlich dazu ist der Vergleich der jeweiligen Ortszeit mit der Greenwicher Zeit, was heute durch die rund um den Erdball verteilten großen Funkstationen und die von ihnen gegebenen wissenschaftlichen Zeitsignale keine große Schwierigkeit mehr bedeutet. Damals aber, wo nach Punta-

Arenas nicht einmal ein Kabel ging, war die Aufgabe nicht leicht. Den Mond als Weltuhr heranzuziehen, wie es damals oft üblich war, ließ sich besonders in Punta-Arenas durch das anhaltend schlechte Wetter — das berühmte Kap Horn liegt nicht allzu fern — kaum ausführen. So blieb nur der Chronometervergleich übrig. Eine Reihe Präzisionschronometer mußten zur Zeitübertragung mehrere Male zwischen Punta-Arenas und Montevideo hin und her geschafft werden, um in dieser Stadt, bis zu welcher Kabelverbindung ging, den Zeitvergleich mit Greenwich durchzuführen. Bei der äußerst stürmischen See war der Chronometertransport besonders beim Ein- und Ausbooten mehrfach mit direkter Lebensgefahr für die Expeditionsmitglieder verbunden. Wider Erwarten war das Wetter am 6. Dezember für AUWERS, KÜSTNER und KEMPF in Punta-Arenas recht günstig, so daß die Beobachtung des Venusdurchgangs zur vollen Zufriedenheit gelang. Die Bearbeitung der Beobachtungen aller 4 Stationen führte später AUWERS allein aus, der sie in 6 stattlichen Bänden veröffentlichte. Ihr Ergebnis konnte leider trotz aller Mühe nicht recht befriedigen, da auch diesmal eine Reihe sehr störender Fehlerquellen sich bemerkbar machte.

Nach Rückkehr von der Expedition hat in der kurzen Zeit seines Hamburger Aufenthaltes KÜSTNER den für den Schiffsverkehr so wichtigen Zeitdienst der Sternwarte versehen, daneben Doppelsterne beobachtet. Als FÖRSTER ihn dann 1884 nach Berlin gezogen hatte, sollte er vor allem am großen Meridiankreise eine Reihe Beobachtungen durchführen. Das Instrument war seit manchem Jahr im Dienst gewesen, so daß vor Beginn neuer Arbeiten ein gründliches Überholen desselben nötig war. Dadurch fand KÜSTNER Zeit, zum Universaltransit zurückzukehren, mit welchem er sich schon in seiner ersten Berliner Zeit vorübergehend beschäftigt hatte. Das Instrument, von BAMBERG nach den Ideen FÖRSTERS gebaut, sollte besonders der fundamentalen astronomischen Ortsbestimmung dienen, und zwar durch Beobachtung von Sterndurchgängen in verschiedenen Azimuten, wodurch sich bei passender Anlage des Beobachtungsprogramms insonderheit die Polhöhe der Sternwarte, die Aberrationskonstante, die Deklinationen von Fixsternen usw., weitgehend frei von Einflüssen der Temperatur, von Fehlern der Kreisteilungen usw., ermitteln lassen. In seiner ursprünglichen Idee ist allerdings das Instrument kaum verwandt worden. Die wenigen späteren Arbeiten von KAPTEYN, COURVOISIER und anderen an verwandten Instrumenten konnten wegen des umständlichen Reduktionsverfahrens und der Gefahr verschiedener subjektiver Fehlerquellen nicht recht zur Nachahmung ermuntern. KÜSTNER stellte das Instrument fest in den Meridian. Sein Ziel war die Bestimmung der Aberrationskonstante. 1842 war diese in einer sorgfältigen Beobachtungsreihe von STRUVE ermittelt worden, doch hatten die Arbeiten NYRENS und anderer um 1880 es

wahrscheinlich gemacht, daß der STRUVESCHE Wert etwas zu vergrößern sei. KÜSTNER beobachtete nach der sogenannten HORREBOW-TALKOTT-Methode: Er suchte sich 7 Sternpaare aus; die beiden Sterne eines Paares kulminierten in nahe gleicher Distanz südlich und nördlich des Zenits, sowie zeitlich in einigen Minuten Abstand voneinander. Das Instrument wird vor der Beobachtung auf die mittlere Zenitdistanz gebracht, dann der erste Stern mit einem in Richtung der Deklination beweglichen Mikrometerfaden mehrfach eingestellt. Nun wird das Instrument umgelegt, so daß es jetzt in gleicher Zenitdistanz entgegengesetzt gerichtet ist, und der zweite Stern in gleicher Weise mikrometrisch gemessen wird. Durch empfindliche Niveaus wird die Stellung des Fernrohrs unter Kontrolle gehalten. Die Differenz der Mikrometereinstellungen ergibt die auf solchem Wege sehr genau meßbare Differenz der Zenitdistanzen beider Sterne. Es gilt nun, ihre Änderung im Laufe des Jahres, hervorgerufen durch den wechselnden Einfluß der Aberration, zu bestimmen und so letztere Größe selbst zu erhalten. Die Beobachtungen erstreckten sich von April 1884 bis zum Mai 1885. Die vorbildlich gründliche Instrumentaluntersuchung KÜSTNERS muß ich natürlich übergehen. Das Ergebnis war vollständig überraschend. Zunächst erhielt der Beobachter eine Verkleinerung der STRUVESCHEN Konstanten statt des erwarteten Gegenteils. Dies wurde durch nähere Betrachtung der Beobachtungen im einzelnen erklärt und war nur möglich, wenn im Frühjahr 1884 die Polhöhe um 0,2'' größer war als im Frühjahr 1885. Oder anders gesprochen, es mußte sich die Lage der Erdoberfläche in dieser Zeit um 6 m etwa geändert haben. Wenn gleich man schon früher an der Konstanz der Polhöhe immer wieder gezweifelt hatte, so war KÜSTNERS Ergebnis damals doch etwas ganz Unerhörtes. Sein Vorgesetzter FÖRSTER ging sofort auf seine Ideen ein, während weite Kreise sich jahrelang zweifelnd oder ablehnend verhielten. KÜSTNER selbst suchte sein Ergebnis durch Diskussion der NYRENSCHEN Beobachtungen zu stützen. Von unserer heutigen Kenntnis aus betrachtet, waren damals allerdings die Umstände für KÜSTNER besonders günstig. Die Schwankung des Pols war wirklich in jener Zeit in Richtung Berlin recht beträchtlich gewesen. Er hat aber das große Verdienst, mit dem ersten Schlag sein Ergebnis durch gründlichste Diskussion und hohe Beobachtungsgenauigkeit gut gesichert zu haben. — Über die geschichtliche Weiterentwicklung des Problems der Polhöhenchwankung berichtet uns am besten das Schriftchen PRZYBYLLOKS¹⁾, wie insbesondere das Zusammenarbeiten der Sternwarten Berlin, Potsdam, Prag und Straßburg 1889 erneut KÜSTNER bestätigte, bis schließlich 1892 die Kombination der Ergebnisse von Berlin und einer Expedition unter MARKUSE nach Honolulu endgültig durchschlagend wirkte. Von 1896 bis

¹⁾ Sammlung VIEWEG, H. 11.

1914 hatten wir dann bekanntlich in internationaler Zusammenarbeit eine systematische Überwachung der Polbewegung, die für astronomische wie geodätische Zwecke sehr wichtig war. Die Ereignisse seit 1914 haben das Unternehmen allerdings ganz wesentlich reduziert. KÜSTNER selbst hat nur noch einmal, in einer theoretischen Arbeit, sich zu der Frage geäußert. Die Aufgaben am Meridiankreis nahmen ihn zu sehr in Anspruch, als daß er durch Beobachtungen sich noch mehr mit dem Thema abgeben konnte.

Auf völlig anderem Wege hat unser Jubilar 1904/05 in Bonn nochmals versucht, die Aberrationskonstante bzw. Sonnenparallaxe zu ermitteln. Die Aberrationskonstante ist im wesentlichen das Verhältnis der mittleren Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn zur Lichtgeschwindigkeit. Schon 1891 kamen GILL und VOGEL auf folgende Idee. Man bestimme die scheinbare Radialgeschwindigkeit eines Sternes einmal, wenn er gegen 6 Uhr abends kulminiert, und ein halbes Jahr vorher oder nachher, wenn er gegen 6 Uhr morgens an gleicher Stelle steht. Steht der Stern in der Ekliptik, so bewegt sich die Erde mit voller Geschwindigkeit auf ihn zu bzw. von ihm fort; aus der Differenz beider Messungen muß sich also die Erdgeschwindigkeit selbst und mit der bekannten Lichtgeschwindigkeit dann Aberrationskonstante und Sonnenparallaxe ergeben. Den ersten praktischen Versuch derart unternahm KÜSTNER mit dem Bonner Spektrographen. Aus nur 18 Aufnahmen des Arktur, die aufs sorgfältigste vermessen und diskutiert wurden, ergab sich als mittlere Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn $29,617 \pm 0,057$ km/sec. bzw. $\pi = 8'',844 \pm 0'',017$ (mit Ausschluß einer schlechten Platte $8'',829 \pm 0'',013$). KÜSTNER wollte mit dieser Arbeit nicht mit anderen großen in Wettbewerb treten, sondern nur die Brauchbarkeit der Methode nachweisen. Seinem Beispiele folgte 1908 HALM an der Kapsternwarte. Von ihm wurden 7 Sterne mit 302 Spektrogrammen vermessen, wodurch natürlich sich ein wesentlich genauerer Wert ergab $\pi = 8'',800 \pm 0'',006$, in bester Übereinstimmung mit den trigonometrischen Beobachtungen.

Wenden wir uns von den Themen KÜSTNERscher Arbeiten zur direkten Ermittlung fundamentaler astronomischer Konstanten ab und seinen Meridiankreisbeobachtungen zu. Im Frühjahr 1885 war der PRISTOR-MARTINSche Kreis der Berliner Sternwarte wieder hergestellt, und KÜSTNER hatte nun als Observator mit ihm verschiedene Programme durchzuführen. Es ist hier wohl der Platz, auf die Bedeutung solcher Arbeiten damals wie heute eingehender hinzuweisen. Folgendes ist das Prinzip des Instrumentes.

Ein fest aufgestelltes Fernrohr mit mehr oder weniger kompliziertem Mikrometernetz im Brennpunkt ist nur um eine horizontale Achse drehbar. Diese liegt von West nach Ost, so daß die Sterne nur im Augenblick ihrer Kulmination beobachtet werden können. Mit dem Fernrohr verbunden ist

ein großer Teilkreis, dessen Stellung durch Mikrometernikroskope abgelesen werden kann. Zur gesamten Anlage gehört ferner eine Präzisionsuhr. Die Zeitabstände der Meridiandurchgänge geben dann die Rektaszensionsdifferenzen der Sterne. Werden sie ferner während des Durchganges auf einen horizontalen Meßfaden gebracht, so geben die Differenzen der Kreisablesungen die Deklinationsunterschiede. Eine wichtige Sonderaufgabe — ihre Besprechung würde hier zu weit führen — ist dann die Festlegung fundamentaler Sternörter durch Mitbeobachten der Sonne und der Linie zur Vertikalen mit Hilfe eines unter dem Instrument stehenden Quecksilberspiegels. Technisch sind die Instrumente heute aufs Höchste vervollkommenet, der wahrscheinliche Fehler einer Beobachtung beträgt eine Drittel Bogensekunde und weniger; relativ zum vollen Kreisumfang, der ihnen ja erreichbar ist, haben sie also eine Genauigkeit von etwa $1 : 10^6$ und mehr; es gibt also nur wenige Gebiete der Physik gleicher Genauigkeit. Die Arbeit am Instrument liefert erst die Rohwerte, von denen die Einflüsse der Instrumentalfehler sowie der Präzession usw. abzuziehen sind. Die Reduktion der Meridiankreisbeobachtungen wird dadurch sehr langwierig. Für deutsche Verhältnisse kann man etwa ansetzen, daß auf 1 Jahr Beobachten (an jedem der etwa 50 klaren Abende 3 Stunden) die beiden erforderlichen Beobachter und ein Hilfsrechner etwa 2 Jahre mit der Reduktionsarbeit zu tun haben. — Die Meridiankreisarbeiten sind von grundlegender Wichtigkeit für die *gesamte* Astronomie und Astrophysik, ganz abgesehen von der Geodäsie, Geophysik, Geographie, Nautik, Zeitrechnung usw., in welchen Wissenschaften die Meridiankreisergebnisse herangezogen werden müssen. Die Sterne werden heute eingeteilt in Fundamentalsterne erster Ordnung, deren es um 1885 etwa 340 gab, heute knapp 1000, und die übrigen an diese anschließenden. Für beide genügt nun nicht die Ortsbestimmung allein, es muß vor allem auch die zeitliche Ortsveränderung ermittelt werden, was aber nur durch den Vergleich alter und neuer Beobachtungen möglich ist (siehe Einleitung dieses Aufsatzes). Die Verhältnisse liegen hier anders als in der Physik, wo z. B. die Wellenlängen der Eisennormalen zweiter und dritter Ordnung ein für allemal festgelegt werden können, während die heute zum Teil noch ungenügend bekannten Sternbewegungen eine ständige Überwachung, vor allem der Fundamentalsterne, nötig machen. Dem Meridiankreis erreichbar sind, wie sich die Verhältnisse entwickelt haben, dann ca. 100 bis 200 000 Sterne bis zur 9,5 Größe herab. Ihre Örter sind nötig als Referenzpunkte für Planeten- und Kometenbeobachtungen, sowie für Spezialarbeiten einzelner Sternfelder. Ferner aber würde die wiederholte Beobachtung auch von all diesen Objekten die Eigenbewegung und so die Grundlagen für das Studium von Bau- und Bewegungsverhältnissen des Universums liefern.

Selbstverständlich haben sich im Laufe der Zeit bei der hohen Meßgenauigkeit eine Menge systematischer Fehlerquellen am Meridiankreise herausgestellt, und es ist das Verdienst KÜSTNERS, diese besonders studiert und das ganze Meßverfahren wesentlich verbessert zu haben. Alles in allem sind seine Arbeiten heute als klassisch zu bezeichnen, als Muster in der Diskussion; an Genauigkeit sind sie selten erreicht oder übertroffen worden. Andererseits geht aber KÜSTNER auch nur so weit — d. h. bis zur möglichst sicheren Ermittlung der gegenwärtigen Positionen; er hat zumeist die vollen Früchte, wie Ableitung von Eigenbewegungen, Bewegung des Sonnensystems, der Sternströme usw., andere pflücken lassen.

KÜSTNERS erste Publikation auf diesem Gebiete gibt für 670 Sterne die Positionen aus Beobachtungen von 1885 und 1886. Das Programm umfaßte Anschlußsterne für Messungen von Kometen und Planeten, Sternbedeckungen usw. Ähnlich eine Reihe anderer kleiner Arbeiten. Ein zweites Thema aus diesem Jahr hängt wieder mit der Bestimmung der Sonnenparallaxe zusammen. Als genauestes Verfahren, sie zu ermitteln, hatte GILL auf der Kapsternwarte nach dem Beispiele von GALLE in Breslau die Beobachtung besonderer kleiner Planeten vorgeschlagen, die mit neuzeitlichen Heliometern an benachbarte Fixsterne angeschlossen werden sollten. Insonderheit waren es Viktoria, Iris und Sappho, die am Kap und 5 Heliometern auf der Nordhalbkugel vermessen wurden. Die zugehörigen Anschlußsterne wurden von GILL ausgewählt und an 23 verschiedenen Sternwarten am Meridiankreisen festgelegt. Die mustergültige Bearbeitung des gesamten Materials hat AUWERS durchgeführt, der unter anderem zu dem Schluß kommt: das Gewicht von 5 Beobachtungen KÜSTNERS eines Sternes in Rektaszension ist 7,2, in Deklination 2,9, während die übrigen 22 Beobachter im Durchschnitt nur 1,5 bzw. 0,9 erhalten, so daß also zahlenmäßig die hohe Meßkunst des Berliner Beobachters aufs klarste hervortritt. GILLS Sonnenparallaxe ist noch heute eine der besten, kaum durch die günstige Opposition von EROS im Jahre 1901 übertroffen (die noch bessere von 1921 wird natürlich von der ganzen astronomischen Welt zum gleichen Zweck herangezogen werden).

Eine andere große Beobachtungsreihe am PISTOR-MARTINSCHEN Meridiankreise (1886—1891) wurde erst während KÜSTNERS Bonner Zeit fertig reduziert. Es ergab sich ein Katalog mit den genauen Positionen von 2083 Sternen. Aus verschiedenen Gründen konnte er erst 1916 gedruckt werden; allerdings war er handschriftlich schon anderen Astronomen auszugsweise mitgeteilt worden. Wir haben hier ein besonders hübsches Beispiel für den Dauerwert solcher Arbeiten ganz im Sinne des eingangs dieses Aufsatzes Gesagten. Zu diesen Sternen gehörten auch besonders solche, die ARGELANDER im Åbo und Bonn in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts beobachtet und auf

Eigenbewegungen untersucht hatte. Die neuen und sehr guten Berliner Örter mußten diese Bewegung natürlich viel genauer ergeben, schon wegen der größeren Epochendifferenz seit den alten Messungen. Diese Arbeit hat dann KÜSTNER auch selbst getan, d. h. die Eigenbewegung von 335 Sternen abgeleitet; der weitere Schritt aber, Verarbeitung dieser Eigenbewegungen um den Apex der Sonnenbewegung und anderes abzuleiten, ist von ihm nicht gemacht worden. Es werden ihn wohl die ihm am Herzen liegenden Beobachtungsarbeiten davon abgehalten haben, wengleich nicht verhehlt sei, daß — bei aller Aufmerksamkeit, mit der er die Entwicklung dieser Probleme verfolgt hat — er den stets „vorläufigen“ und damals mehr als heute hypothetischen stellarstatistischen Arbeiten keinen rechten Geschmack abgewinnen konnte. Wichtiger war ihm ein anderes Ergebnis dieser fünfjährigen Beobachtungsarbeit. Mit Rücksicht auf die Verhältnisse der im Stadttinneren liegenden Berliner Sternwarte mußten die Messungen notgedrungen relative sein, die neu zu bestimmenden Sterne an die fundamentalen angeschlossen werden. Die Örter und Eigenbewegungen letzterer definieren nun, wie oben gesagt, ein bestimmtes System. Es ist aber doch möglich, daß innerhalb dieses dieser und jener Fundamentalstern mehr oder weniger fehlerhaft ist, und so können bei geeigneter Anlage des Arbeitsprogramms die für die neu zu bestimmenden Objekte nötigen Fundamentalsternbeobachtungen dazu dienen, deren Positionen innerhalb ihres Systems individuell zu verbessern. Diese Untersuchung hat KÜSTNER ausgeführt, auch — um späteres vorwegzunehmen — in gleicher Weise als Ergebnis seiner großen Bonner Meridiankreisarbeit ein Jahrzehnt später. KÜSTNERS „individuelle Korrekturen der Fundamentalsterne“, wie die anderer Astronomen, wurden dann um 1904 von AUWERS zu einem „neuen Katalog der Fundamentalsterne“ zusammengefaßt. Hierbei haben die Berliner und Bonner Beobachtungen ihrer hohen Genauigkeit wegen mit das höchste Gewicht erhalten.

Als KÜSTNER 1892 nach Bonn kam, galt es innerlich und äußerlich an der Sternwarte mancherlei zu verbessern. Die immerhin sehr wichtigen unter SCHOENFELD ausgeführten Beobachtungen waren an Instrumenten erfolgt, die, so vorzüglich sie seinerzeit waren, doch um 1890 nicht mehr dem Stande der Instrumententechnik entsprachen. Als Erstes stellte KÜSTNER den großen 6zölligen Meridiankreis auf, der zwar schon in den siebziger Jahren von REPSOLD nach Bonn geliefert, doch aus verschiedenen Gründen noch unbenutzt war und auch jetzt erst in verschiedener Hinsicht noch modernisiert wurde. Ein Arbeitsprogramm für dieses Instrument brachte sich der nur 36jährige neue Direktor von Berlin mit. Es galt, die Positionen von etwa 10 000 Sternen mit höchster Genauigkeit festzulegen. Zweck war einmal, die Örter der Sterne selbst als Material zum Studium

der Eigenbewegungen zu erhalten, dann diese als Brücke für die verschiedenen, nur wenig zusammenhängenden Zonen des Katalogs der Astronomischen Gesellschaft zu benutzen (s. u.) und schließlich die Lücken am Himmel, die dieses große Unternehmen gelassen hatte, nach Möglichkeit auszufüllen. Die Durchführung dieser Arbeit hat sicher KÜSTNER der Zeit nach am längsten von all seinen verschiedenen Aufgaben beschäftigt. Unter vollem Einsatz seiner großen Energie und der seines Hauptmitarbeiters MÖNNICHMEYER konnten die Beobachtungen in der Hauptsache von 1893 bis 1901 durchgeführt werden, während die Bearbeitung sich noch bis 1909 hinzog. Im einzelnen gilt von dieser Arbeit vieles, was oben über die ähnliche Berliner gesagt wurde. Es sei aber noch besonders darauf hingewiesen, daß der Beobachter die schädlichen subjektiven Fehler völlig beseitigt hat, die bei der gemischten Beobachtung der mitunter sehr hellen Fundamentalsterne und der schwachen neu zu bestimmenden entstehen. Es geschah dies vor allem durch den Gebrauch verschiedener Drahtgitter, durch welche die hellen Sterne auf die mittlere Intensität der schwachen abgeblendet wurden. Abweichend von der bisherigen Praxis der Meridiankreisbeobachter wurden ferner die Helligkeiten der Sterne noch möglichst genau geschätzt, und eine gründliche Bearbeitung führte dann zu Sterngrößen von bald der Genauigkeit, die sonst bei visuellen photometrischen Beobachtungen erreicht wird. Nach Umfang, Inhalt und Genauigkeit zusammen ist bis heute der große KÜSTNERSche Katalog als das Werk eines einzigen Beobachterpaares kaum je wieder erreicht oder übertroffen worden. Er vor allem — neben der Entdeckung der Polhöenschwankungen und der Bestimmung der Sonnenparallaxe auf spektrographischem Wege — hat ihm auch die Goldene Medaille der Royal Astronomical Society 1910 eingebracht, eine Auszeichnung, die er, man muß sagen vernünftigerweise, auch 1914 nicht in der Kriegspsychose wieder fortgegeben hat. Als 1916 AUWERS die goldene BRADLEY-Medaille als Anerkennung für Arbeiten auf dem Gebiete der Positionsastonomie stiftete, war sicher KÜSTNER der einzige in Frage kommende Anwärter und ist auch bis heute alleiniger Inhaber geblieben. Eine Anerkennung war weiter für ihn die Ernennung zum korrespondierenden Mitglied der Berliner Akademie und kürzlich der Academia dei Lyncei in Rom. Sicher aber haben umgekehrt diese Institute sich selbst hierdurch geehrt.

Schon 1896 erhielt KÜSTNER einen Ruf als Direktor der staatlichen Sternwarte nach Hamburg. Die laufenden Bonner Arbeiten neben der Aussicht, bald hier ein größeres neues Instrument zu bekommen, mögen ihn von der Annahme abgehalten haben. 1899 wurde der REPSOLD-STEINHEILSche photographische Doppelrefaktor aufgestellt (5,5 m Brennweite, 30 cm Öffnung), der in allen wesentlichen Stücken dem bekannten großen Refraktor des Potsdamer Instituts gleicht, nur

daß in Bonn alle Abmessungen rund die Hälfte betragen. Die noch nicht völlig abgeschlossenen Meridiankreisarbeiten gestatteten zunächst nicht, größere Untersuchungen auch hier zu beginnen. Nach gründlicher Prüfung des Instruments wurden bis 1904 eine Reihe gutgelungener Aufnahmen von Sternhaufen und dem Monde gemacht; ferner für eine Reihe Sterne Platten zur Ermittlung ihrer jährlichen Parallaxe aufgenommen. Die Bearbeitung dieses Materials hat KÜSTNER zumeist anderen überlassen, so z. B. teilweise dem astronomischen Laboratorium in Groningen unter KAPTEYN Platten zur Ermittlung der Parallaxe der Hyaden, bei denen die Sorgfalt seiner Aufnahmetechnik unter anderem daraus hervorging, daß die Bonner Platten zehnmal höheres Gewicht haben als die anderweitig — allerdings mit einem Refraktor von nur 3,4 m Brennweite — erhaltenen. Gemeinsam mit seinem Schüler W. ZURHELLEN hat KÜSTNER die Parallaxplatten der Nova-Persei 1901 bearbeitet; das Ergebnis ist gleich genau wie das VAN MAANENS, der den riesigen 150 cm Reflektor auf dem Mount Wilson zur Verfügung hatte. Die Mondaufnahmen wurden durch den bekannten Spezialisten FRANZ in Breslau untersucht; vor allem aber wurden die Sternhaufenplatten durch KÜSTNERS Schüler ZURHELLEN PINGSDORF, GIEBELER usw. bearbeitet, wobei in deren Dissertationen nach und nach das zugehörige Reduktionsverfahren nach seinen Ideen verbessert und vereinfacht wurde.

Erst nach Abschluß der spektrographischen Arbeiten (s. u.) kehrte er 1914 zu den Sternhaufen zurück. Da alle seine Mitarbeiter während des Krieges eingezogen waren und auch nach seinem Ende nicht gleich zur Verfügung standen, mußte er in diesen schweren Jahren, nicht mehr der jüngste, die mühsamen Aufnahmen der oft recht schwierigen Objekte im wesentlichen allein durchführen. Wie der Leser dieser Zeitschrift weiß, gehören die Sternhaufen heute zu den besonders interessanten Himmelsobjekten. Ziel der Bonner Arbeit war, möglichst genaue Positionen der Sterne, absolut wie relativ, festzulegen, um so gutes Material für eine spätere vielleicht erst nach 100 oder mehr Jahren mögliche Bestimmung von Eigenbewegungen zu liefern. Daneben sollte die Helligkeit der Sterne bestimmt werden. Es fuhr zu weit, hier die Eleganz des KÜSTNERSchen Meß- und Rechenschemas darzulegen. Sie könnte noch mehr, als dies bisher geschehen, anderen Arbeiten als Muster dienen. — Zur einwandfreien Ortsbestimmung der Sternhaufensterne ist die Kenntnis der Position von etwa 8—10 gleichmäßig über die photographische Platte verteilten Sterne nötig, welche nur der Meridiankreis liefern kann. Seit 1903 hatte KÜSTNER nicht mehr mit ihm beobachtet. Kriegs- und Besatzungsverhältnisse machten es 1919 nötig, daß er zu seinem früheren Lieblingsinstrument zurückkehrte, um (zusammen mit dem Verfasser) die Anhaltsterne zur Vermessung der Sternhaufenplatten festzulegen. Die

interessantesten Objekte sind dann von ihm und seinen Mitarbeitern heute vermessen und gutteils veröffentlicht.

In den Jahren 1904 bis 1914 hat KÜSTNER (vielleicht auf Anregung von VOGEL) mit dem Bonner Refraktor ausgedehnte spektrographische Arbeiten durchgeführt. Ihr Ziel war, die Ermittlung der Radialgeschwindigkeiten möglichst aller Sterne der Spektraltypen F, G, K und M, die dem Bonner Instrument erreichbar waren. Um 1900 herum hatte die Kunst des Astrospektrographenbaues durch VOGEL und TÖPFER sowie die Amerikaner große Fortschritte gemacht. Bis 1914 war die Bonner Beobachtungsreihe neben der der Licksternwarte die ausgedehnteste systematische Arbeit, die sich über den ganzen Nordhimmel erstreckte. Die Sterne sechster Größe erforderten bei der geringen Öffnung von 30 cm des Refraktors 1—2 Stunden Belichtungszeit, so daß mit Recht KÜSTNER 1914 diese Arbeiten nicht mehr fortgesetzt hat, da mit den amerikanischen großen Reflektoren das gleiche in wenigen Minuten erreichbar ist. An Genauigkeit sind aber die Bonner Messungen mit den amerikanischen durchaus vergleichbar, da diese in der Hauptsache ja nur von der angewandten Dispersion abhängt, nicht von der Objektöffnung. Insgesamt wurden so über 2200 Platten von mehr als 350 Sternen erhalten, die von ihm, ZURHELLEN und GIEBELER bearbeitet wurden. An Einzeluntersuchungen seien besonders erwähnt die kritischen Studien über die erreichte Genauigkeit, wobei z. B. KÜSTNER zu verbürgten Korrekturen der damaligen Wellenlängen der Eisenlinien des Vergleichsspektrums kam; der kleine Bonner Spektrograph trat so gewissermaßen in Konkurrenz mit den großen Gitterapparaten der Physiker. Über KÜSTNERS spektrographische Bestimmung der Sonnenparallaxe ist schon oben gesprochen. Nebenbei sei bemerkt, daß das wertvolle Bonner Plattenmaterial heute noch nicht ganz ausgenutzt ist. Mangelnde Hilfskräfte erlaubten noch nicht, unseren Spektrokomparator zu benutzen, der gegenüber dem älteren Meßverfahren vielfach zu wesentlich genaueren Ergebnissen führt. Auch dürften ferner die Bonner Platten gut geeignet sein, um nach KOHLSCHÜTTERS Verfahren die absoluten Helligkeiten der Sterne zu bestimmen.

Das Bild KÜSTNERS wäre unvollständig, wenn nicht auch seine Tätigkeit im Dienste der Organisation astronomischer Arbeiten besprochen würde. Drei Aufgaben sind es vor allem gewesen: Die Neuaufgabe der Bonner Durchmusterung, die Auswahl der „intermediären Sterne“ und die Vorbereitungen zum neuen Zonenunternehmen der Astronomischen Gesellschaft. Hinsichtlich des ersten Punktes sei daran erinnert, daß um 1860 der erste Leiter der Bonner Sternwarte, ARGELANDER, und seine Mitarbeiter einen damals wie heute dringend nötigen Katalog aller helleren teleskopischen Sterne des Nordhimmels hergestellt haben. In drei dicken Bänden sind die rund

320 000 Sterne der „Bonner Durchmusterung“ zusammengefaßt, zu denen ein großer Atlas gehört. Noch heute werden in sehr vielen Arbeiten die Sterne nach ihrer BD.-Katalognummer bezeichnet; den Atlas hat man ständig am Refraktor nötig. Um 1900 war die erste schon recht starke Auflage vergriffen und eine zweite erforderlich. In diese kamen natürlich alle Verbesserungen von Fehlern hinein, die sich im Laufe der Jahrzehnte unvermeidlich bei einem so großen Werke herausgestellt hatten. Die Vorbereitung der zweiten Auflage hat KÜSTNER zusammen mit dem damaligen Observator der Sternwarte, DEICHMÜLLER, durchgeführt. Bis zum heutigen Tage hat er das Archiv der B.D. peinlich exakt verwaltet. Immer wieder mußten Anfragen von Fachgenossen beantwortet werden. Auch die zweite Auflage ist heute wieder fast völlig vergriffen. KÜSTNERS gewissenhafte Buchführung wird dem Herausgeber einer wohl bald nötigen dritten Auflage sicher sehr die Arbeit erleichtern.

Ganz anders war seine Tätigkeit für die intermediären Sterne. Um 1890 begann bekanntlich auf französische Anregung hin das Riesenunternehmen der „Internationalen photographischen Himmelskarte“. Hier ist nicht der Ort, Kritik an seiner Organisation zu üben. Jedenfalls ist heute die Arbeit noch nicht vollendet, wenngleich sie besonders in dem letzten Jahrfünft starke Fortschritte gemacht hat. Die ca. 20 000 erforderlichen Platten sollten mit gleichartigen Instrumenten auf einer großen Zahl Sternwarten aufgenommen und vermessen werden. Ähnlich wie oben bei den Sternhaufen waren 6 bis 10 Anhaltssterne je Platte nötig, d. h. die Örter dieser an 100 000 Sterne mußten an Meridiankreisen bestimmt werden, um die in Millimeter auf der Platte gemessenen Örter aller Sterne in die üblichen sphärischen Koordinaten umrechnen zu können. Der ganze Himmel war in Gürtel geteilt, denen entsprechend die photographischen und die Meridiankreisbeobachtungen angelegt wurden. Die einzelnen Zonen hatten aber keinen Zusammenhang miteinander. Um diesen zu erreichen, haben — wenigstens für den Nordhimmel — KÜSTNER und seine Mitarbeiter aus den vielen Tausenden von Anhaltssternen (étoiles de repère) 6200 ganz gleichmäßig über die Sphäre verteilt zu einem Arbeitskatalog ausgesucht. Diese „intermediären Sterne“ sollten die Brücke zwischen den Fundamentalsternen erster Klasse und den étoiles de repère bilden und dafür im Ganzen bzw. in sehr breiten Gürteln beobachtet werden. Daß Bonn die richtige Stelle für sachliche Auswahl war, war nach Lage der Dinge selbstverständlich. Die Beobachtungen sind heute durchgeführt, und zwar der ganze Nordhimmel in der Marinesternwarte in Washington, die Teile von 50 bis 90° in Bonn (MÖNNICHMEYER und der Verfasser), eine kleine Zone auch in Königsberg. Der oben besprochene große KÜSTNERSche Katalog von 10 000 Sternen konnte als Ersatz für die Teile von 0 bis 50° dienen, da sehr viele seiner Sterne

in die Liste der intermediären gekommen sind. Ob die intermediären Sterne ihren Zweck dereinst erfüllen werden, ist bei der mangelhaften Organisation und Ausführung des Himmelskartenunternehmens etwas zweifelhaft. Die Beobachtungen selbst werden stets ihren Wert behalten und die Sterne auch künftighin zu den wichtigsten für das Studium der Eigenbewegungen usw. gehören.

Kurz vor 1870 faßte die Astronomische Gesellschaft den Plan, alle Sterne der Bonner Durchmusterung bis einschließlich 9^m,0 — deren Örter zum Teil nur durch die B.D. genähert bekannt waren — an Meridiankreisen beobachten zu lassen. Die Einzelheiten des Programms gingen gutteils auf ARGELANDER zurück, für seine Durchführung — es handelt sich um über 100 000 Sterne, die Beobachtungen dauerten von 1870 bis etwa 1900 — war AUWERS die treibende Kraft. Heute ist seit der Beobachtung bald ein halbes Jahrhundert verflossen, eine Wiederholung des Unternehmens am Platz. Einmal und vor allem würde der Vergleich der alten und neuen Örter die Eigenbewegungen all dieser Sterne liefern, gegenüber den etwa 20 000 bisher bekannten, also wesentlich mehr, was gerade für das Studium der kosmischen Bewegungen von größter Bedeutung ist. Durch die Eigenbewegungen haben sich ferner die Örter oft stark verändert, so daß die alten Sternpositionen als Anschluß bei Kometen- und Planetenbeobachtungen nicht mehr brauchbar sind. 1921 hat auf Anregung von BAUSCHINGER die Astronomische Gesellschaft auch einen entsprechenden Entschluß gefaßt; die Wiederholung wird natürlich unter Heranziehung der Photographie durchgeführt werden müssen, wobei die Geschichte des Himmelskartenunternehmens in vieler Hinsicht zur Lehre dient. Bis heute sind die Vorbereitungen zur Durchführung des Ganzen noch nicht abgeschlossen. Es handelt sich zunächst wieder um eine planmäßige Auswahl von Anhaltsternen für die Platten, wobei, wie eigentlich selbstverständlich, KÜSTNER den Auftrag erhielt, den entsprechenden Arbeitskatalog aufzustellen. Zusammen mit seinem Schüler KÖNIG hat er heute auch diese Arbeit beendet und einen Katalog von ca. 13 500 Sternen zwischen -5° und $+90^\circ$ Deklination aufgestellt. Diese sollen, wenn das Unternehmen in einigen Jahren in Gang kommt, an ca. 6 Meridiankreisen beobachtet werden, methodisch in enger Anlehnung an die Erfahrungen KÜSTNERS und anderer bei modernen derartigen Arbeiten. Weiter galt es, für das A.-G.-Unternehmen eine eigene Astrokamera zu konstruieren, die optisch in mancher Hinsicht ein Novum darstellt. Seit bald 2 Jahren sind Studien mit derartigen Instrumenten, geliefert von ZEISS, in Hamburg und Bonn im Gange. SCHORR wie KÜSTNER und ihre Mitarbeiter stehen vor der Aufgabe: photographische Präzisionsortsbestimmung auf sehr großen Arealen.

Hierbei ergeben sich vielerlei Schwierigkeiten, die heute, nach bald 1¹/₂ Jahren, noch nicht ganz überwunden sind.

Ein Wort noch über KÜSTNER als akademischen Lehrer. Wie in seiner Forschertätigkeit, so hat er auch hier äußerst gewissenhaft seine Verpflichtungen erfüllt. Seine vorbildliche Amtsführung als Dekan 1899 und Rektor 1912 steht noch heute bei seinen Kollegen in bester Erinnerung. Infolgedessen wurde er auch 1912 als Vertreter der Universität in das Preußische Herrenhaus gesandt. Seine Vorlesungen sind von vorbildlicher Anschaulichkeit, am schönsten aber sind wohl immer die belehrenden Einzelunterredungen mit ihm gewesen. Den jungen Studierenden trat er stets abwartend gegenüber; zeigte sich aber nach zwei bis drei Semestern nicht leichter Schule — man denke an seine Straßburger Zeit — Geeignetheit zum Fachastronomen, so erhielt man durch ihn volle Förderung in der Ausbildung. Die Zahl seiner Schüler ist nicht so groß wie bei manch anderem Gelehrten; die Bonner Sternwarte war unter ihm kein Magnet, der von fern die Zuhörer heranzog. Sind doch ihre Arbeiten bei aller fundamentalen wissenschaftlichen Bedeutung kaum geeignet, das Interesse der Liebhaberwelt und des Anfängers zu erregen. Gründliche Genauigkeit im Messen und in der Diskussion der Beobachtungen haben seine Schüler aber alle bei ihm gelernt. Die meisten sind dann auch forschend weiter tätig geblieben und manch einer hat es — nicht zuletzt dank der Bonner Schulung — zu geachteter wissenschaftlicher Stellung gebracht.

Das Dienstaltersgesetz zwang ihn, den noch heute so rüstigen und vorbildlich arbeitsamen, den liebgewordenen Posten zu verlassen. In Mehlem, dicht bei Bonn, gegenüber dem schönen Siebengebirge, will er seinen Alterssitz aufschlagen. Bei seiner körperlichen und geistigen Frische werden die hoffentlich noch vielen ihm beschiedenen Jahre nur beschränkt ein *Otium cum dignitate* werden, denn zu sehr ist er mit seiner Wissenschaft verwachsen, als daß er nicht mit Rat und Tat immer gerne helfend eingreifen wird — so besonders in der Durchführung des großen Zonenunternehmens, an dessen Vorbereitung er so stark beteiligt ist.

Die vielen kleineren und größeren wissenschaftlichen Vorstöße der zwei letzten Jahrzehnte haben revolutionierend viel Neues gebracht. Für weitere Aufgaben muß aber heute die Erfahrungsbasis erst stark verbreitet werden. Großzügige jahrelange Arbeiten, wie die geplanten, sind nötig. Hoffen wir es, daß sich — besonders in Deutschland — dafür Männer finden, die selbstlos diesen sich unterziehen, die, wie KÜSTNERS Lebenswerk zeigt, denken, nur „per aspera ad astra“.

Besprechungen.

CRANZ, C., *Lehrbuch der Ballistik. Bd. I. Äußere Ballistik.* 5. Aufl. Unter Mitwirkung von O. VON EBERHARD und K. BECKER. Berlin: Julius Springer 1925. 712 S. und 132 Textabbildungen. 16 × 24 cm. Preis geb. RM 57.—.

In neuer Form und mit neuem Inhalt erscheint zum fünften Male das große Werk des Meisters der gesamten experimentellen und theoretischen Ballistik CARL CRANZ. Hervorgegangen aus dem 1896 bei B. G. Teubner verlegten „Kompendium der theoretischen äußeren Ballistik“, wurde es als Lehrbuch der Ballistik in kurzer Folge wiederholt neu aufgelegt und war regelmäßig bald vergriffen. Vor uns liegt heute in Band I zunächst die „Äußere Ballistik“, und es folgen hoffentlich bald in Bd. II und III die „Innere“ und die „Experimentelle Ballistik“. Der bisherige Band IV, in dem die Tabellen, Diagramme und photographischen Aufnahmen vereinigt waren, ist weggefallen; der Verfasser hat diese Teile in die Anhänge der Bände I bis III aufgenommen.

Die Aufgabe der äußeren Ballistik lautet: Es ist die Bewegung eines abgeschossenen starren Körpers von regelmäßiger Form und gegebenen Abmessungen bei bekannten Anfangsbedingungen unter dem Einfluß der Schwerkraft und des Luftwiderstandes im voraus anzugeben, also die ballistische Kurve räumlich und zeitlich festzulegen. So gekennzeichnet sieht das Problem harmlos aus. Wer aber das CRANZSCHE Buch studiert, erkennt sofort die gewaltigen Schwierigkeiten, die sich dem Forscher bei der Lösung der Aufgabe entgegenstellen. Die Mannigfaltigkeit der störenden Nebenerscheinungen zwingt den Ballistiker, wenn er eine exakte Lösung anstrebt, sich mit Physik und Chemie, mit Mechanik samt Aero- und Hydrodynamik, mit Meteorologie und Waffenkunde und vor allem mit den Hilfsmitteln der praktischen Mathematik gründlich und kritisch auseinanderzusetzen. Das ist das große Verdienst von CRANZ, daß er wie kein anderer die erfahrungsmäßigen und die theoretischen Grundlagen aller dieser Gebiete beherrscht. Von hoher Warte aus gibt er in anschaulicher Form einen weiten und klaren Überblick über die Ballistik sowohl hinsichtlich ihrer verzweigten Einzelprobleme wie auch in ihrer Gesamtheit als einheitliche der Praxis dienende Wissenschaft.

Wer wie der Unterzeichnete den Vorzug hat, mit dem Verfasser gemeinsam im Seminar für Mechanik arbeiten zu können, empfindet lebhaft, wie sich die Persönlichkeit CRANZ in seinem Werk offenbart. Alle Abschnitte atmen den Geist des großen Ballistikers. In seinem der Technischen Hochschule Berlin angegliederten Institut hat er die Grundlagen seiner Wissenschaft durch den Versuch nachgeprüft oder neu erschlossen. So ist sein Buch in experimenteller und theoretischer Hinsicht die reife Frucht langjähriger rastlosen Schaffens.

In der Neuauflage hat der Verfasser die Erfahrungen des Weltkrieges, die zum Teil schon in den Auflagen 1916 und 1918 verwertet waren, zur Vertiefung unserer Erkenntnisse in der Geschosßbewegung weiter herangezogen. Hierher gehören das Schießen im Gebirgskrieg und im Luftkampf, die neuen Erfahrungsstatsachen zur Gewinnung eines auf den heutigen aerodynamischen Anschauungen aufgebauten theoretischen Ansatzes für den Luftwiderstand, die Abweichungen der Geschosse infolge der Geschosßrotation, ferner die mathematische Verfeinerung des Problems zugleich unter Bevorzugung graphischer Methoden und die Umarbeitung der Schußtafelberechnungen durch Major Dr.-Ing. K. BECKER.

Neu hinzugekommen sind jetzt: Die Methoden zur stückweisen Berechnung oder Konstruktion von Steilbahnen, die Geschosßpendelungen, die Tageseinflüsse der veränderlichen Luftdichte und des Windes und eine erneute Bearbeitung der Schußtafeln BECKERS, der auch die Ergänzungen betreffend die ideellen Größen, ballistischer Wind und ballistisches Luftgewicht, geliefert hat. Natürlich ist das von jedermann im Kriege mit Spannung verfolgte Fernschießen mit seinen selbst den Fachmann überraschenden Wirkungen behandelt worden. Der § 40, bearbeitet von Professor O. von EBERHARD, gibt Aufschluß über die Erscheinung dem Wesen und der Zahl nach. Das Rechnungsverfahren, entweder graphisch nach C. CRANZ oder R. ROTHE oder nach den Tabellen von FASELLA durchzuführen, wird an einem Beispiel erläutert: bei einem Abgangswinkel von 50° und einer Anfangsgeschwindigkeit von 1150 m/sek erreicht ein 35,5 cm-Geschosß von 340 kg Gewicht eine Höhe von etwa 20 km, wo die Luftdichte auf rund $\frac{1}{15}$ gesunken ist, und eine Schußweite von 60 km. Aus dem Kriege sind uns Schußweiten von über 100 km in Erinnerung, und die Tatsache, daß der Schußweite — bei Steigerung der Anfangsgeschwindigkeit und des Kalibers — nur durch die Lebensdauer des Rohres Grenzen gesetzt sind, beleuchtet den großen Erfolg, der darin begründet ist, daß ein Geschosß in jenen großen Höhen eine der Flugbahn des leeren Raumes sehr angenäherte Kurve beschreibt. — Wie der Verfasser die neuesten Erkenntnisse in der Technik der Ballistik dienstbar zu machen versteht, beweisen die neuen Abschnitte über die Erklärung für die Geschosßabweichungen bei Flachbahnen und bei Steilbahnen nicht nur unter der Kreiselwirkung, sondern zugleich infolge des Magnuseffektes, der kürzlich auch außerhalb der Fachkreise durch den FLETTNERSCHEN Rotor zum Antrieb der Schiffe bekannt wurde: CRANZ kommt auf Grund eigener mit W. SCHMUNDT durchgeführter Versuche mit Holzzylindern zu der Erkenntnis, daß im allgemeinen die Kreiselwirkung den Magnus-effekt und auch die problematische POISSONSCHEN Luftpolsterwirkung überwiegt, daß aber in besonders gartarten Fällen ein mit Rechtsdrall abgefeuertes Geschosß ausnahmsweise dennoch Linksabweichung zeigen kann, wenn der Magnuseffekt den Kreiseffekt überwiegt.

Diesen anregenden Untersuchungen über die vielen „sekundären Einflüsse“, zu denen auch die Abweichungen des Geschosses infolge der Erdrotation, ferner infolge von Seitenwind beim Schießen am Erdboden sowie beim Abwerfen aus Luftfahrzeugen gehören, schließt sich der gleich wichtige Abschnitt über „zufällige Geschosßabweichungen“ an, unter vielfacher Anwendung der Wahrscheinlichkeitslehre.

Der erste Abschnitt des CRANZSCHEN Buches, der die Wurfbewegung im luftleeren Raum, also das allgemeine astronomische Problem der Zentralbewegung der Himmelskörper, anschaulich und fesselnd beschreibt, gewinnt neuerdings für den Ballistiker ganz unerwartet erhöhte Bedeutung, nämlich bei der Frage nach der Bahn der „Rakete zu den Planetenräumen“. Der Flug dieses jüngsten Kindes der Phantasie des Erdmenschens in die Himmelssphären ist allerdings erst nach dem Erscheinen der CRANZSCHEN Ballistik Gegenstand allgemeinerer Erörterungen geworden. Trotzdem sei hier eine kurze Bemerkung gestattet: Die Flugbahn der Weltraumrakete könnte entweder die eines Himmelskörpers sein oder mehr oder weniger davon abweichen, wenn die Rakete Reaktionsantrieb und damit auch Steuerfähigkeit erhielt. Diese rein akademischen

Durchforschungen des Problems sind aber für den praktischen Ballistiker, für den Luftfahrer und für den Meteorologen gegenwärtig von Bedeutung. Alle drei kennen ja kaum noch Grenzen in der Durchdringung der hohen Luftschichten unseres Planeten und haben heute schon Höhen durchmessen, in denen die Luft so dünn ist, daß sie vielfach mit völliger Luftleere verglichen worden ist. Die nächste Auflage des Buches wird gewiß auch zu diesen Projekten Stellung nehmen.

Worin liegt nun die Hauptschwierigkeit des außerballistischen Grundproblems, „Voraussage der Bewegung des Geschosses in der irdischen Lufthülle“? — Sie liegt in dem Fehlen eines Luftwiderstandsgesetzes, das zugleich dem Anschwellen des Widerstandes in der Nähe der Schallgeschwindigkeit durch die Erzeugung der Kopf- und der Schwanzwellen einwandfrei Rechnung tragen müßte. Doch scheint von allen bisherigen Ansätzen die H. LORENZSCHE Luftwiderstandstheorie die größte Aussicht zu haben, als Grundlage für die Weiterentwicklung der äußeren Ballistik zu dienen. Es ist dabei erfreulich, daß die experimentelle Ballistik mit der neueren Aerodynamik in deren stürmischer Entwicklung Schritt hält, und der Verfasser selbst bringt den Göttinger Versuchen PRANDTLs in ihrer Bedeutung für die Ballistik größeres Vertrauen entgegen als allen bisherigen Versuchen. „Es wird einer Zeit von mehreren Jahrzehnten und des Zusammenwirkens zahlreicher Kräfte bedürfen, bis die Lehre vom Luftwiderstand auf eine feste Unterlage gestellt ist. Ohne Zweifel wird dabei der einwandfreie Versuch das Fundament liefern müssen, auf dem die Theorie weiterbauen kann.“

Während somit von seiten der Theorie bis jetzt kein völlig befriedigendes allgemeines physikalisches Gesetz des Luftwiderstandes der Geschosse erbracht ist, und der Ballistiker sich in jedem neuen Fall an die Erfahrung halten muß, läßt sich im Gegensatz hierzu das außerballistische Hauptproblem bei Angabe eines beliebigen Luftwiderstandsgesetzes mathematisch heute nach CRANZ und ROTHE auf graphischem Wege vollständig lösen und zwar durch aufeinanderfolgende Näherungen mit einer theoretisch unbegrenzten Genauigkeit, nur beschränkt durch das Zeichenverfahren selbst.

An dieser Stelle sei zugleich wärmster Dank dem Manne ausgesprochen, der es verstanden hat, auch nach dem Kriege als akademischer Lehrer seine Wissenschaft weiterzupflegen, und es sei hier erneut — wie bei der 125-Jahrfeier der Technischen Hochschule Berlin — die Forderung erhoben, daß alljährlich an sie einige Offiziere vor allem der technischen Waffen entsandt werden sollten, damit sie dort die höchste technische Ausbildung bis zur Erwerbung des Diplom-Ingenieurs erhalten könnten. So würde uns für die wissenschaftliche Ballistik ein Nachwuchs gesichert sein.

Jeder Artillerist, jeder Physiker oder Mathematiker, jeder Meteorologe oder Ingenieur und auch der Lehrer der höheren Schule wird dieses klassische Werk der Ballistik in seiner vorzüglichen Ausstattung mit reichem inneren Gewinn studieren.

M. WEBER, Berlin.

GEHLHOFF, GEORG, **Lehrbuch der technischen**

Physik für fortgeschrittene Studenten und Ingenieure.

Unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen herausgegeben. 2. Band. Optik. Elektrik. Leipzig: J. A. Barth 1926. XX, 759 S. und 761 Abb. i. T. 17 × 24 cm.

Preis geh. RM 45.—, geb. RM 48.—.

Die bei der Besprechung des I. Bandes skizzierte Entwicklung einer technischen Physik in Deutschland hatte die Herausgabe so eines Lehrbuches veranlaßt.

Ein solches will die Kenntnis der Physik im allgemeinen voraussetzen, somit müßte nur aus didaktisch-systematischen Gründen kurz auf diese vorausgesetzten Dinge eingegangen werden. Während im I. Bande dieses Leitprinzip nicht in allen Abschnitten durchgeführt wurde, erfüllt der vorliegende II. Band diese Anforderungen sehr weitgehend. Dafür ist aber die Unterteilung in einzelne Abschnitte weniger nach rein physikalischen Gesichtspunkten, als nach technischen Arbeitsgebieten durchgeführt. Mag man aus systematischen Gründen so etwas bedauern, so bietet doch so eine Anordnung des Materials den Vorteil einer schnellen Orientierung über ein technisches Arbeitsgebiet und ermöglicht die Gewinnung von Spezialisten als Bearbeiter. Denn bei der Vielgestaltigkeit der Aufgaben und Mannigfaltigkeit der Lösungen der einzelnen technisch-physikalischen Fabrikationszweige kann die Darstellung des gesamten Gebietes kaum mehr durch einen oder zwei Wissenschaftler erfolgen.

Der I. Band brachte auf 169 Seiten die Mechanik nebst Akustik und auf 217 Seiten die Thermodynamik; in diesem II. Bande wird auf 204 Seiten die Optik und auf 508 Seiten die Elektrik dargestellt. Trotz der längst erfolgten Vervollständigung der Elektrotechnik ist so ein Überwiegen des letzten Teiles zu rechtfertigen. Denn über deren allgemeine Grundlagen muß sich auch der technische Physiker unterrichten können; des weiteren bieten diesem noch heute verschiedene elektromagnetische Spezialgebiete Gelegenheit zu technisch erfolgreicher Betätigung, besonders auch optische neben thermodynamischen und akustischen.

Der II. Band ist in folgende Abschnitte gegliedert, welche durchweg — im Gegensatz zum I. Bande — mit Schrifttumnachweisen zusammenfassender Darstellungen zur Weiterbildung versehen sind.

Optik.

1. H. ERFLE †, Geometrische Optik und die optischen Instrumente. 63 S.
2. H. SCHULZ, Interferenz, Beugung, Polarisation, Doppelbrechung. 33 „
3. E. GEHRCKE, Technische Spektralanalyse. . . 11 „
4. H. SCHULZ, Physiologische Optik. 9 „
5. G. GEHLHOFF, Lichttechnik (darunter Photometrie, Lichtquellen, Beleuchtung von Räumen usw., Leuchtgerät). 88 „

Elektrik.

1. W. O. SCHUMANN, Elektrostatik, Hochspannung, Isolation. 54 S.
2. W. O. SCHUMANN, Induktivität. 17 „
3. R. JAEGER, Magnetismus. 22 „
4. R. JAEGER, Elektrische Einheiten. 5 „
5. G. KEINATH, Elektrische Meßgeräte. 33 „
6. U. MEYER, Fernsprech- und Telegraphentechnik. 35 „
7. W. O. SCHUMANN, Elektrische Maschinen. . 78 „
8. W. O. SCHUMANN, Überspannungen, Schaltanlagen. 38 „
9. E. NESPER, Radiotelegraphie und -telephonie. 71 „
10. G. GEHLHOFF und R. SEELIGER, Gasentladungen. 76 „
11. F. BERGTER †, Hochvakuum. 24 „
12. O. BERG und K. W. HAUSSER, Röntgentechnik. 54 „

Die bequeme Benutzbarkeit und Übersichtlichkeit des Lehrbuches wird durch das sehr umfangreiche Sachregister (für beide Bände 38 S.), sowie durch das ausführliche Inhaltsverzeichnis, welches die Titel eines

jeden der 1521 Einzelparagraphen anführt, ganz wesentlich gesteigert.

Für die Zuverlässigkeit des sachlichen Inhaltes bürgen die Namen der zum größeren Teile in der Industrie tätigen Mitarbeiter. Man kann aber über den gewählten Umfang der einzelnen Abschnitte im Rahmen des Ganzen manchmal abweichender Meinung sein; man mag auch diesen Paragraphen verkürzt oder jenen verlängert sehen wollen. So vermißt man bei der technischen Spektralanalyse z. B. ein Eingehen auf die Spektralphotometer und die Mikrophotometer, wie auch auf die „raies ultimes“. Auch das WI. OSTWALDSche System der Farbenmessung dürfte mehr Berücksichtigung erfahren können (bei der physiologischen Optik). Beim Magnetismus werden die neuerdings für Schwachstromzwecke so wichtigen Nickel-eisenlegierungen mit hoher Anfangspermeabilität überhaupt nicht erwähnt; auch auf die modernen permanenten Magnete wird kaum eingegangen. Während die Gasentladungen eine sehr ausführliche Darstellung erfahren, sind die Angaben über Glühelektroden und Elektronenröhren nicht ausreichend. Es fehlen auch eine physiologische Akustik und eine ins Einzelne gehende Elektroakustik. Trotz solcher in Einzelheiten abweichender Meinung läßt sich aus dem gebotenen Reichtum der Eindrücke gewinnen, daß der vorliegende Band eine wesentliche Bereicherung des physikalischen Schrifttums bedeutet. Diese Herausgabe des Lehrbuches der technischen Physik ist eine Tat, welche ausgeführt werden mußte, da sie eine Forderung des Tages war. Dieses Buch wird seinen Weg gehen und erfolgreich wirken können, besonders, wenn gewisse Ungleichmäßigkeiten der Darstellung speziell im I. Bande bei einer neuen Auflage durch den Herausgeber ausgeglichen sein werden.

Den angehenden Physikern, besonders den technischen, ist der II. Band warm zu empfehlen, aber auch den bereits in der Praxis arbeitenden zur allgemeinen Kenntnisnahme eines Spezialgebietes. Hoffentlich wird auch mancher „reine“, den Fragen der Technik fernstehende oder sogar abgeneigte Fachgenosse durch dieses Lehrbuch bewogen, sich von der „Wissenschaftlichkeit“ jener Fragen zu überzeugen.

R. SWINNE, Berlin.

MÜLLER, KURT EMIL, **Der Quecksilberdampfgleichrichter**. Erster Band: Theoretische Grundlagen.

Berlin: Julius Springer 1925. 226 S., 49 Textabbildungen und 4 Zahlentafeln. Preis geb. RM 15.—.

Im letzten Jahre sind zwei Bücher über den Quecksilberdampfgleichrichter erschienen. Von zwei verschiedenen MÜLLERN, die beide bei der AEG. tätig sind. Das eine von GUSTAV W. MÜLLER aus der Praxis für die Praxis geschrieben. Das andere, mir jetzt zur Besprechung vorliegende, von KURT EMIL MÜLLER. Theorie und nur Theorie. Ein zweiter Band, der die Konstruktion und den Betrieb der Gleichrichter enthält, sollte alsbald auf den ersten folgen. Ist aber bisher leider nicht erschienen.

Also der erste Band bringt die Theorie, aber nicht graue, sondern lebenswarme, wie sie der Konstrukteur von Gleichrichteranlagen braucht, wenn er sich nicht mit Faustregeln begnügen, sondern in das innere Wesen der Gleichrichter eindringen will. Infolgedessen ist Vertrautheit mit der Mathematik für den Leser unerlässlich. Der Verf. sagt im Vorwort selbst, er habe von allen mathematischen Hilfsmitteln Gebrauch gemacht, die zur Erreichung einer gewissen Strenge unentbehrlich sind. Und das sind nicht wenige. Erreichen doch die wichtigeren Gleichungen die Nummer 222. Besonders hervorzuheben und anzuerkennen ist

dabei, daß der Verf. geometrische, „anschauliche“ Darstellungsmethoden grundsätzlich vermieden hat, „weil die geometrischen Methoden, welche von der gewöhnlichen Theorie der Wechselströme herkommen, bei den quasistationären Vorgängen im Gleichrichter nichts mehr zu suchen haben“.

Zur Einführung des Lesers in die verschiedenen Gleichrichterprobleme beginnt der Verf. mit der Darstellung allgemeiner Sätze über die Lichtbogenvorgänge im Gleichrichter, die Magnetisierungskurve, die Induktivität eisengeschlossener Spulen, den Leistungsfaktor, den Einfluß der Zündspannungsspitze, die Meßkunde des Gleichrichters und den Mehrphasentransformator mit inhomogener Belastung.

Der zweite Abschnitt ist durchaus originell. In die außerordentliche Mannigfaltigkeit der Gleichrichterschaltungen wird kurzer Hand dadurch Ordnung gebracht, daß von einer gewissen Normalschaltung ausgegangen und gezeigt wird, daß die speziellen Formen der vorkommenden Gleichrichterschaltungen in dieser Normalform enthalten sind. Die Durchführung einer gegebenen Gleichrichteranordnung auf die Normalform wird das Reduktionsproblem genannt.

Im dritten Abschnitt wird der Normalgleichrichter erschöpfend behandelt und im vierten das Reduktionsproblem für die wichtigsten Gleichrichterschaltungen gelöst.

Da der Verf. das dargestellte Gebiet ebenso beherrscht wie die Form der Darstellung, ist ein wertvolles, wenn auch durch die viele (nötige) Mathematik etwas sprödes Buch entstanden. Die Frage nach der buchttechnischen Ausstattung erledigt sich durch den Hinweis darauf, das es bei SPRINGER erschienen ist.

A. GÜNTHERSCHULZE, Berlin.

LEIS, CARL, **Die modernen optischen Meßinstrumente des Krystallographen und Petrographen**. Ihre Beschreibung und Justierung. Jena: Gustav Fischer 1925. 91 S. und 28 Abb. 15 × 23 cm. Preis RM 3.60.

Neue und noch gebräuchliche Goniometer, Achsenwinkelapparate, Refraktometer, Mikroskope und Monochromatoren werden, unterstützt von zahlreichen Abbildungen, beschrieben und die Justiermethoden angegeben. Besonders letztere waren bisher in der Literatur verstreut und wurden hier übersichtlich und vom Gesichtspunkte 35jähriger Erfahrung gesammelt. Das Buch wird Krystallographen, Mineralogen und Petrographen bei der Justierung der Apparate, aber auch bei evtl. Neuanschaffungen gute Dienste leisten.

K. WEISSENBERG, Berlin-Dahlem.

Handbuch der Physik. Herausgegeben von H. GEIGER und KARL SCHEEL. Band XXII. Elektronen, Atome, Moleküle, redigiert von H. GEIGER. Berlin: Julius Springer 1926. VII, 568 S. und 148 Abbildungen. Preis geh. RM 42.—, geb. RM 44.70.

Die 24 Bände des neuen Handbuches sind auf 7 Gruppen verteilt. Die ersten 6 Gruppen halten sich an die übliche Einteilung: erst kommt Allgemeines und Grundlagen der Physik (Gruppe I und II), dann Mechanik, Wärme, Elektrizität und Optik (Gruppe III—VI). Als etwas Neues erscheint die VII., letzte Gruppe mit dem Titel: Aufbau der Materie und Wesen der Strahlung. Sie umfaßt die Bände 22, 23 und 24 und enthält, wie aus der jedem Bande beigegebenen Inhaltsübersicht des ganzen Werkes hervorgeht (eine sehr nützliche Einrichtung), die neueste Physik von etwa 1900 ab. Band 22 bringt: Elektronen, Atome, Moleküle; Band 23 die Quanten, Band 24 negative, positive Strahlen und zusammenhängende Materie.

Diese Abtrennung der neueren Atom- und Quantenphysik gereicht der Geschlossenheit der Darstellung

zum großen Vorteile und ist sachlich durchaus begründet. Theorie und Experiment haben ja in der letzten Zeit so Hand in Hand gearbeitet, daß ein neues großes Gebiet entstanden ist, dessen Zusammenfassung auch deswegen begrüßt werden wird, weil eine solche bisher in dem in Aussicht genommenen Umfange noch nicht existiert. Spezielles ist natürlich auch in die anderen Gebiete der Physik hereingekommen, so sind u. B. die quantentheoretischen Betrachtungen der Wärmeprozesse auch in Gruppe IV angekündigt.

In dem vorliegenden Band 22 (Elektronen, Atome, Moleküle) findet man das behandelte Gebiet jedenfalls in angenehm natürlicher Disposition. Die Hauptkapitel sind: Elektronen, Atomkerne, Radioaktivität, die Ionen in Gasen, Größe und Bau der Moleküle, das natürliche System der chemischen Elemente. Im einzelnen findet noch eine Unterteilung statt, so daß 12 erfahrene Spezialisten sich in die Bearbeitung des ganzen Bandes teilen.

In dem Kapitel: Elektronen behandelt W. GERLACH die Ladung und die spezifische Ladung des Elektrons. Zunächst werden immer die theoretischen Grundlagen der einzelnen Methoden geschickt auseinandergesetzt, dann die Meßvorrichtungen selbst erläutert, wobei in wichtigen Fällen klare Figuren die Darstellung unterstützen; schließlich werden die Resultate so diskutiert, daß herauskommt, welcher Wert zur Zeit als der sicherste gilt. Die im Streite um das sog. Subelektron entstandenen Arbeiten werden nur in Auswahl (unter Ablehnung des EHRENFELDSCHEN Standpunktes) gebracht.

In das Kapitel 2: Atomkerne, teilen sich 5 Bearbeiter. KURT PHILIPP behandelt zunächst die Kernladung auf der Grundlage der α -Strahlen-Ablenkung und des MOSELEYSCHEN Gesetzes, dann Kernmasse nach ASTON und DEMPSTER. OTTO HAHN bringt dann eine Zusammenstellung aller Versuche, welche das α -Teilchen als Heliumkern nachweisen, während LISE MEITNER auseinandersetzt, was sich bisher auf Grund von α -Strahlen-Reichweiten, β - und γ -Strahlenspektren über die Struktur der Kerne sagen läßt. Das aktuelle Gebiet der Atomzertrümmerung durch α -Strahlenstöße findet durch H. PETERSSON und G. KIRSCH eine anregende Darstellung.

In dem 3. Kapitel: Radioaktivität, behandelt zunächst W. BOHNE den radioaktiven Zerfall und zwar nach der Darstellung der allgemeinen theoretischen Grundlagen die wichtigsten Typen von Umwandlungsfolgen, dann werden die wichtigeren Prüfungen der Theorie (Konstanz der Umwandlungsgeschwindigkeit, Schwankungen) und die Bestimmung radioaktiver Konstanten gebracht. STEPHAN MEYER gibt dann eine gedrängte Übersicht über die Meßmethoden der Aktivität und behandelt dann etwas ausgiebiger die einzelnen radioaktiven Stoffe. In einem kurzen Abschnitt macht dann weiter OTTO HAHN auf die Bedeutung der Radioaktivität für chemische Untersuchungsmethoden aufmerksam, wobei dem Physiker der Gebrauch dieser auch für ihn wichtigen Methoden durch geschickte Zusammenfassung unter allgemeine Gesichtspunkte erleichtert wird. Von OTTO HAHN stammt auch der nächste Abschnitt über die Bedeutung der Radioaktivität für die Geschichte der Erde.

Das 4. Kapitel: Die Ionen in Gasen ist von KARL PRZIBRAM geschrieben. Die Darstellung beschränkt sich im wesentlichen auf die Ionen geringer Geschwindigkeit in kalten Gasen, berücksichtigt also nicht Ionenstoß und Ionenstrahlen. Es wird eingehend die Theorie der Ionenkonstanten behandelt, sowie ihre experimentelle Bestimmung, ferner die unmittelbaren Eigenschaften der Ionen (Ladung, Radius und Masse), sowie

mechanische und thermodynamische Effekte (Ionenwind, Ionen als Kondensationskerne). Die klare, objektive Darstellung der verschiedenen Theorien über Beweglichkeit, Ionenmasse usw. wird manchem Physiker willkommen sein, da auf diesem Gebiete Theorie und Erfahrung noch keineswegs befriedigend übereinstimmen.

Sehr anregend sind auch in dem 5. Kapitel von K. F. HERZFELD die Abschnitte über Größe und Bau der Moleküle. Hier findet man eine Fülle von Material, das sonst in der Literatur ziemlich zerstreut ist, bequem und angenehm lesbar zusammengestellt. Ein kurzer Abschnitt von H. G. GRIMM über die Zusammenhänge von Molekularvolumen und Ionengröße, sowie über Atomvolumen und Atomgröße beschließt dieses Kapitel.

Das letzte Kapitel von F. PANETH bringt das natürliche System der chemischen Elemente, und zwar im wesentlichen vom modernen Standpunkte des Physikers, also insbesondere Isotopen und ihre Trennung, Häufigkeit der Elemente, Atomzerfall und Betrachtung des periodischen Systems auf Grund des BOHRSCHEN Atommodells.

Der ganze Band macht einen durchaus erfreulichen Eindruck. Die Disposition ist klar, der Inhalt durchaus modern; langatmige Ausführungen über altbekannte Sachen sind vermieden; wo ältere Arbeiten von grundlegender Bedeutung sind, ist das Prinzipielle kurz und klar dargestellt. Die einzelnen Autoren haben sehr Hand in Hand gearbeitet, wie aus den häufigen und genauen Hinweisen auf andere Stellen des Bandes hervorgeht. Von besonderer Bedeutung für das ganze umfangreiche Werk ist, daß für die praktische Benutzung des Buches nach Möglichkeit Erleichterungen geschaffen sind. Die Einteilung der Kapitel in Unterabschnitte ist überall die gleich übersichtliche, bei den einzelnen Paragrafen ist der Inhalt durch Fettdruck hervorgehoben. Jede Seite enthält oben eine Überschrift, welche nicht nur das Kapitel, sondern auch den von Seite zu Seite wechselnden tatsächlichen Inhalt angibt. Das Nachschlagen wird hierdurch wesentlich erleichtert. Angenehm berühren auch die vielen Figuren, die in einem einheitlichen Stil durchaus klar gehalten sind.

E. REGENER, Stuttgart.

J. H. JEANS, *Dynamische Theorie der Gase*. Nach der 4. englischen Auflage übersetzt und mit einer Ergänzung versehen von REINHOLD FÜRTH. Braunschweig: Fr. Vieweg & Sohn A.-G. 1926. VI, 613 S. und 28 Abbild. 14 × 22 cm. Preis geh. RM 35.—, geb. RM 38.—.

Das Buch gibt seinem Hauptinhalt nach eine ausführliche und sehr lesbare Darstellung der klassischen kinetischen Gastheorie, wobei mathematische Theorie und physikalische Tatsachen gleichermaßen berücksichtigt werden. Die faßliche und elementare Form der Darstellung einerseits sowie ihre Reichhaltigkeit andererseits lassen das Werk zum Lehrbuch wie zum Nachschlagewerk geeignet erscheinen.

In der mathematischen Theorie wurde die größtmögliche Strenge angestrebt, soweit es ohne Heranziehung der HILBERTSCHEN Methoden möglich ist. Der Verzicht auf eine ausführliche Wiedergabe der HILBERTSCHEN Untersuchungen mag gerechtfertigt erscheinen im Hinblick auf den mehr physikalischen als mathematischen Charakter des Buches; immerhin wäre eine kurze Skizze der HILBERTSCHEN Theorie wohl manchem Leser willkommen gewesen. Die MAXWELLSCHER Geschwindigkeitsverteilung wird einerseits im Zusammenhang mit dem H-Theorem aus der Betrachtung der Zusammenstöße, andererseits aus der Statistik

der Verteilung der Atome im Phasenraume abgeleitet; nach einem Vergleich der beiden Methoden wird in einem besonderen längeren Kapitel die allgemeine statistische Mechanik entwickelt, wobei auch die prinzipiellen Probleme erörtert werden. Der Abschnitt, welcher der mathematischen Theorie der nicht stationären Zustände des Gases gewidmet ist, enthält u. a. auch ein Kapitel über die MAXWELLSche Theorie eines Gases, dessen Moleküle sich umgekehrt proportional der fünften Potenz der Entfernung abstoßen. Über die Verallgemeinerung dieser Theorie durch CHAPMAN konnte freilich nur kurz berichtet werden; die numerischen Ergebnisse CHAPMANS werden jedoch später im Zusammenhang mit den empirischen Tatsachen erörtert. Ein besonderes Kapitel ist den verschiedenen Methoden zur Berechnung oder vielmehr zur Abschätzung der mittleren freien Weglänge gewidmet (MAXWELL, TAIT). Man vermißt eine Angabe des von ENSKOG durch strenge Rechnung gefundenen Wertes.

Die vom Verfasser als *physikalisch* bezeichneten Abschnitte werden zum großen Teil auch denjenigen Lesern verständlich sein, welche die abstrakten Entwicklungen der mathematischen Abschnitte nicht zu verfolgen wünschen. Ein dem stationären Zustände des Gases gewidmeter Abschnitt deutet zunächst die Begriffe der Temperatur und des Druckes mit den molekular-kinetischen Größen und gibt dann die Ableitung der empirischen Elementargesetze der idealen Gase. Nach numerischen Angaben über mittlere Geschwindigkeiten der Moleküle werden die VAN DER WAALSschen Gleichungen, die CLAUDIUSsche Behandlung der nicht-idealischen Gase sowie die verschiedenen anderen theoretischen Behandlungsmethoden und Zustandsgleichungen nicht idealer Gase besprochen, wobei auch numerische Angaben (z. B. über kritische Daten usw.) eingefügt sind. Fernerhin werden die hydrodynamischen Bewegungsgleichungen für die Massenbewegung im Gase, die Thermodynamik des Gases, die Kalorimetrie sowie Assoziationen und Dissoziationen im Gase besprochen. Das Verhältnis der klassischen Theorie zu den empirischen Tatsachen betreffs der spezifischen Wärmen wird erläutert und auf die im Schlußabschnitt gegebene quantentheoretische Lösung der Schwierigkeiten hingewiesen.

Die den physikalischen Eigenschaften der nicht stationären Zustände gewidmeten Kapitel beginnen mit einer theoretischen Untersuchung der inneren Reibung, der Wärmeleitung und der Diffusion unter Zugrundelegung der Auffassung dieser Erscheinungen als *Transportphänomene*. Die so gewonnenen Formeln werden mit den exakten Formeln, die mit strengeren mathematischen Methoden zu erhalten sind, verglichen und am empirischen Material erläutert. Man bedauert, daß auf die schönen Untersuchungen von KUNDSÉN über Diffusion und Wärmeleitung hochverdünnter Gase nicht eingegangen ist, die so einfache und überzeugende Beweise für die kinetische Theorie der Gase geben. Weiterhin werden die Berechnungen der *Molekülgrößen* nach der kinetischen Theorie besprochen (aus innerer Reibung, Wärmeleitung, Abweichungen vom BOYLESchen Gesetz, Dichten im flüssigen und festen Zustand). Anhangsweise ist auch über die Berechnung aus den Dielektrizitätskonstanten und aus der kristallstruktur berichtet. (Die direkte Messung von freien Weglängen und Molekülquerschnitten nach der BORNSchen Methode ist leider nicht erwähnt.) Endlich werden die Ergebnisse der kinetischen Theorie benutzt zu einer theoretischen Erörterung der Planetenatmosphären, wobei außer dem Gleichgewichtszustand der Atmosphäre insbesondere der dauernden Verlust durch fortfliegende Moleküle besprochen wird.

Den Beschluß des Buches bilden einige Kapitel, die in sehr übersichtlicher Weise in die Gedankengänge der *Quantentheorie* einführen; in verhältnismäßig engem Raum ist eine erstaunliche Stoffmenge in trotzdem sehr lesbarer Gestalt geboten.

Der Übersetzer (R. FÜRTH) hat in einem Anhang Zusätze und Anerkennungen beigelegt, welche Hinweise auf die weitere Literatur der im Text behandelten Fragen enthalten. Die Übersetzung ist überall leicht lesbar, obwohl der Übersetzer, wie er erklärt, einen möglichst engen Anschluß an die Sprache des Verfassers durchgeführt hat. P. JORDAN, Göttingen.

LANDÉ, A., *Die neuere Entwicklung der Quantentheorie*. 2. völlig umgearbeitete Auflage. Dresden und Leipzig: Theodor Steinkopff 1926. XI, 180 S. und 13 Abbild. Preis geh. RM 12.—; geb. RM 13.20.

Ein Buch über Quantentheorie zu schreiben, das dem mit den Grundlagen vertrauten Leser, auf relativ engem Raum und ohne sonderliche Mühe, eine klare Einsicht in den augenblicklichen Stand dieses ungeheuren Gebietes verschafft, ist ohne Zweifel heute ein schwieriges Unternehmen. Denn die manchmal fast atemraubende Schnelligkeit der Entwicklung und der häufige Wechsel in der Auffassung bestimmter Probleme stellen an die Kritik des Autors ein ungewöhnliches Maß von Anforderungen, wenn er sein Werk vor der Gefahr eines allzu schnellen Veraltens schützen will.

Das vorliegende Buch von LANDÉ darf in dieser Hinsicht als eine sehr gelungene Lösung gelten. Mit glücklicher Hand hat der Verf. die im Jahre 1922 erschienene erste Auflage einer gründlichen Umarbeitung unterzogen und so das Werk auf moderner Höhe erhalten, ohne das historische Fundierte zu opfern.

Eine kurze Übersicht über den Inhalt wird wohl am besten einen Eindruck von der Reichhaltigkeit des gebotenen Stoffes vermitteln.

Die Darstellung nimmt ihren Ausgang von der Theorie der Lichtquanten, die nicht nur in ihren von EINSTEIN geschaffenen Grundzügen, sondern auch in ihren weiteren erfolgreichen Verzweigungen (Streuung der Strahlung an Atomen und Elektronen, Compton-effekt, Beugung, Dopplereffekt) eingehend behandelt wird. Neben die Dynamik der Lichtquanten tritt ihre Statistik (nach BOSE), die als Basis für EINSTEINS Theorie der Gasartartung dient. Den zweiten Teil des ersten Abschnittes bilden die Grundlagen der BOHRschen Atomtheorie: die bekannten Grundpostulate, die Festlegung der stationären Zustände und ihre experimentelle Auffindung durch Spektroskopie und Elektronenstoß. Das Gleichgewicht zwischen Strahlung und Materie (PLANCKSches Gesetz) wird im Anschluß an EINSTEIN und EHRENFEST betrachtet, und am Schluß dieses Abschnittes wird der Leser in den Gedankenkreis des BOHRschen Korrespondenzprinzips und die Theorie der „virtuellen Strahlung“ von BOHR, KRAMERS und SLATER eingeführt.

Der zweite, relativ kurze Abschnitt behandelt in gedrängter Übersicht die Theorie der wasserstoffähnlichen Atome (mit einem Elektron), ihre Serien, ihre relativistische Feinstruktur und die Beeinflussung ihrer Linien durch elektrische und magnetische Felder (Starkeffekt, normaler Zeemaneffekt).

Ein Hauptgewicht liegt auf dem dritten Abschnitt (Systeme mit mehreren Elektronen), der in knapper und doch tief eindringender Weise das in den letzten Jahren weitgehend geklärte Gebiet der optischen Serienspektren und der Röntgenspektren höherer Atome umfaßt. Hier wird die Theorie der Multiplettstrukturen und die Quantentheorie der anomalen Zeemaneffekte, die wir im wesentlichen LANDÉ ver-

danken, dargestellt, und besonders die merkwürdige Zweideutigkeit (HEISENBERG) bei der modellmäßigen Beschreibung betont, die zu einer scharfen Gegenüberstellung der beiden unvereinbaren Multiplettheorien, der „Neigungstheorie“ und der „relativistischen Theorie“, geführt hat. Sehr instruktiv ist die im § 13 gegebene Darstellung der Theorie der „Multipletts höherer Stufe“ und der „gestrichenen Terme“.

Es folgen im vierten Abschnitt eine kurze Theorie des Magnetons (Versuch von STERN und GERLACH, paramagnetische Ionenmomente, magneto-mechanische Effekte), im fünften die Grundzüge der Theorie der Bandenspektren und der Molekülbildung.

Der sechste Abschnitt, „Quantentheorie der Aggregatzustände“ genannt, bringt im wesentlichen die bekannte Theorie der Molekularwärmen fester und gasförmiger Substanzen, eine Ableitung der chemischen Konstante (nach STERN) und eine ausführliche Darstellung von EINSTEINS Theorie der Gasartartung, die durch ihre enge Beziehung zu DE BROGLIES mechanischen Wellenfeldern und der neuen „Undulationsmechanik“ SCHRÖDINGERS von fundamentaler Bedeutung geworden ist.

Die beiden letzten Abschnitte sind den klassischen Quantenmethoden und ihren Anwendungen auf das Wasserstoffatom gewidmet. Im Anschluß an die HAMILTON-JACOBISCHE Differentialgleichung und die kanonischen Transformationen (Einführung von Winkel- und Wirkungsvariablen) wird die allgemeine Theorie der mehrfach-periodischen Systeme und die geniale BOHRSCHE Methode der säkularen Störungen entwickelt und an Beispielen anschaulich erläutert.

Der letzte Paragraph des Buches gibt einen kurzen Ausblick auf die jüngste, höchst bedeutungsvolle Entwicklung der Quantenlehre, die neue Quantenmechanik von HEISENBERG, BORN und JORDAN.

Wenn der Referent am Schluß einen Wunsch aussprechen darf, so wäre es der, in einer hoffentlich bald nötigen Neuauflage den PASCHEN-BACK-Effekt und die Intensitätsregeln der Multiplett- und Zeemankomponenten ausführlicher behandelt zu sehen. Zugleich könnte dann auch eine Anzahl von störenden Druckfehlern und Ungenauigkeiten des Textes ausgemerzt werden.

Die Lektüre des LANDÉSCHEN Buches ist allen denen, die in der Quantentheorie über die ersten Stadien hinausdringen wollen, warm zu empfehlen.

F. REICHE, Breslau.

WHITTAKER, E. T., *Einführung in die Theorie der optischen Instrumente*. Ins Deutsche übertragen und mit Anmerkungen versehen von A. HAY. Leipzig: J. A. Barth 1926. VI, 104 S. und 43 Abb. 15 × 23 cm. Preis RM 6,—.

Das Buch ist in englischer Sprache zuerst 1907 erschienen, die zweite Auflage, im wesentlichen ein Abdruck der ersten, kam 1915 heraus. Der Zweck des Buches ist in der Hauptsache eine einfache Darstellung der Bildfehler; eine kurze Behandlung der optischen Grundgesetze und der Beziehungen zwischen Ding- und Bildort und -größe erscheint als Einleitung, ein Abriss der Theorie der einzelnen optischen Instrumente als Anhang. Die Behandlung der optischen Fehler be-

schränkt sich im wesentlichen auf achsensymmetrische Folgen und auf die Fehler dritter Ordnung, doch ist auf die Bedeutung der höheren Ordnungen gelegentlich hingewiesen, die Unmöglichkeit eines vollkommenen Instrumentes nach F. KLEIN dargetan und auch die Sinusbedingung besprochen.

Das Buch dürfte seinem Zwecke genügen, den Anfänger verhältnismäßig leicht mit dem Gegenstande bekannt zu machen und ihn zum Verständnis ausführlicherer Behandlungen vorzubereiten. Ein besonderer Wert liegt in eigenartigen Ableitungen, wie der regelmäßigen Benutzung der Wellenfläche und der Zurückführung der Ausdrücke für sphärische Abweichung und Koma auf den für den Astigmatismus.

Einige mathematische Unschärfen (wie beim FERMATSCHEN Gesetz, bei der Darstellung des Astigmatismus) mag der besondere Zweck des Buches und auch das Alter des englischen Textes erklären. Unbefriedigend, nicht nur dem Üblichen widersprechend, ist die Definition der Brennweite. Mit der geschichtlichen Bemerkung, daß man SEIDEL und CLAUDIUS die Sinusbedingung verdanke, ABBE und HELMHOLTZ sie nur wiedergefunden hätten, kann der Berichtende sich nicht einverstanden erklären.

Der Übersetzer hat durch die Anmerkungen den Wert des Buches sehr erhöht. Es kommt durch sie die im Englischen zurücktretende geschichtliche Entwicklung zu ihrem Rechte, der Leser wird überall auf die wichtigsten einschlägigen Arbeiten und die entsprechenden Abschnitte des CZAPSKISCHEN Lehrbuches verwiesen. Ein kurzes Namen- und Sachverzeichnis wäre wünschenswert.

H. BOEGEHOLD, Jena.

MENZEL, HEINRICH, *Die Theorie der Verbrennung*. Die stöchiometrischen und thermochemischen Grundlagen der Verbrennungs- und Vergasungsvorgänge. Dresden und Leipzig: Theodor Steinkopff 1924. VIII, 120 S. und 21 Abb. Preis geh. RM 8.—.

Die vorliegende Schrift will den Ingenieure mit der physikalisch-chemischen Betrachtungsweise der Verbrennungs- und Vergasungsvorgänge vertraut machen, den Chemiker über die wärmetechnische Seite der Verbrennungserscheinungen unterrichten und in die bei den Ingenieuren übliche Darstellung einführen. Man hat den Eindruck, daß dem Verfasser seine Absicht geglückt ist: In sehr logischem Aufbau führt er Schritt für Schritt das Wesentlichste von der Verbrennung und von der Vergasung in so einfacher Weise vor, daß es für Chemiker und Ingenieure gleich verständlich sein wird.

Bei der Berechnung der chemischen Gleichgewichte hätte man eine etwas ausführlichere, einfache Behandlung des NERNSTSCHEM Wärmethorems gewünscht. Auch sind manche Kleinigkeiten zu beanstanden, z. B. die unklaren Angaben über das Molvolumen (S. 11), die Bezeichnungsweise Kal statt kcal für die Kilocalorie, die Behauptung, daß es nur bis 600° brauchbare Quecksilberthermometer gäbe.

Im allgemeinen aber kann man das Büchlein jedem, der sich über das Phänomen der Verbrennung in seinen verschiedenen Variationen unterrichten will, wohl empfehlen.

MAX JAKOB, Berlin.

Zuschriften.

Der Herausgeber hält sich für die Zuschriften nicht für verantwortlich.

Zur Frage der Abstammung der Aktiniumreihe.

Bekanntlich ist es noch unentschieden, ob das Protactinium, die Muttersubstanz des Actiniums, vom Uran I oder Uran II abzweigt. In ihren kürz-

lichen „Bemerkungen zur Isotopie der Elemente“ (diese Zeitschr. S. 719) hat nun Frl. MEITNER darauf hingewiesen, daß auf Grund der von ihr in dieser Zeitschrift aufgestellten Beziehungen zwischen der Lebensdauer und der Art der Strahlung isotoper

Elemente im obigen Falle die Abzweigung von Uran II die wahrscheinlichere sei. Die hier in Frage kommende Beziehung lautet nämlich: Wenn das stabilste Element einer Isotopenreihe, d. h. das Element mit der größten Lebensdauer, ein mittleres Atomgewicht besitzt, so geht der Zerfall der schwereren Elemente der Reihe unter Abspaltung eines β -Teilchens, der der leichteren unter Abspaltung eines α -Teilchens vor sich.

Frl. MEITNER wendet nun diesen Satz auf das Protactinium und seine beiden Isotopen, Uran X₂ und Uran Z, an, die beide das Atomgewicht 234 haben und beide β -Strahler sind, und schließt daraus, da das Protactinium α -Strahler ist, daß das Atomgewicht dieses letzteren Elementes kleiner als das der ersteren sein und daher das Protactinium vom Uran II abstammen müsse.

Der Zweck dieser Zeilen ist nun, darauf hinzuweisen, daß, wenn man die genannte Beziehung nicht auf das Protactinium sondern auf seine Muttersubstanz,

das Uran Y, anwendet, man gerade umgekehrt zu dem Ergebnis kommt, daß dieses und also auch das Protactinium selbst vom Uran I abstammen muß.

Das stabilste Element der Isotopenreihe des Uran Y ist nämlich das Thorium mit dem Atomgewicht 232, und da nun das Thorium α -Strahler und das Uran Y β -Strahler ist, so muß nach der genannten Regel das Atomgewicht des Uran Y größer als 232 sein, und als Muttersubstanz desselben kann also danach, wenn es aus einem der beiden Urane durch α -Strahlung entstehen soll, nur das Uran I in Frage kommen.

Frl. MEITNER sagt allerdings selbst, daß das Uran Y aus ihrer Regel herausfällt; indessen gilt dies doch nur, wenn man von vornherein annimmt, daß dasselbe vom Uran II abzweigt, nicht aber, wenn als Muttersubstanz das Uran I angenommen wird.

Hamburg, Physikal. Institut der Universität,
im Juli 1926. B. WALTER.

Biologische Mitteilungen.

Verdauungsphysiologische Studien an Holothurien.

(H. A. P. C. OOMEN, Publ. Staz. Napoli 7, 215—297.) Die ausführliche Arbeit OOMENS über die Verdauungsphysiologie der beiden Holothurienarten *Holothuria stellati* und *Holothuria tubulosa* zeigt, wie glücklich sich biologische, morphologische und chemische Methoden bei vergleichend physiologischen Untersuchungen an niederen Tieren ergänzen. Der Verf. stellt seine Versuche an, um die Verdauungsphysiologie der Echinodermen zu klären. Die 30—60 cm langen Seewalzen leben auf sandigem Grund in der Nähe von Algen. Ihre gesamte Lebensäußerung besteht im Nahrungssammeln und Atemwassererneuern. Es kommt ihnen aber die Fähigkeit zu, Sand und Nahrungsreste zu unterscheiden. Als Darminhalt fand der Verf. gleicherweise pflanzliche wie tierische Reste. Der Darmtrakt gliedert sich in Schlund, Kropf, Magen, Darm und Kloake. Besondere Bedeutung kommt den Darmgefäßen zu, die zwei Geflechte, ein ventrales und ein dorsales in der Umgebung des Darmes bilden. Der Darm selbst ist frei von Gefäßen, er steht nur durch Lakunen mit der Umgebung in Verbindung. Das dorsale Geflecht, das sog. Wundernetz, zeigt einen hochkomplizierten Bau und besondere physiologische Bedeutung. Es stellt das Zentrum für die bei Echinodermen äußerst zahlreichen Amöbocyten dar, die im übrigen noch einen Belag des Magens bilden und in der Umgebung der Kiemen sehr zahlreich sind. OOMEN kommt zu der bemerkenswerten Überzeugung, daß das Wundernetz Entstehungsort der Fermente ist, die Amöbocyten sich dort mit „Fermentkörnchen“ beladen und diese nach dem Magen transportieren; im Magen lösen sich die Körner auf und es resultiert der braun bis honiggelb gefärbte Verdauungssaft. Diese Annahme, die sich nach des Autors eigenen Worten leider nicht exakt beweisen läßt, stimmt überein mit der früheren Vermutung ENRIQUES, der im Wundernetz ein Analog zur Mitteldarmdrüse der Mollusken sah.

Der Magensaft scheint bactericide Wirkung zu haben. Sein p_H liegt, wenn frisch untersucht, bei 5,1 bis 5,6 (p_H des Seewassers 8,1—8,2), seine Gefrierpunktserniedrigung beträgt 2,13—2,21° (Seewasser 2,26—2,28°). Die relative Oberflächenspannung ist gegenüber der des Seewassers stark erhöht, seine Viscosität ist infolge Beimengung von Schleim etwas größer als die des Seewassers. Eiweiß und Kohlenhydrat fehlen im Saft, pentoseartige Stoffe sind vielleicht anwesend,

Harn- und Milchsäure sollen „in deutlichen Mengen“ fehlen. Cl-Gehalt 88,1% des Seewassers. Wirksames Ferment ist nur in geringer Menge anwesend. Entsprechend der kontinuierlichen Nahrungsaufnahme fehlt der Saft in normal ernährten Tieren nie. Im Hungertier schwindet er endgültig und vollkommen. Er wird durch Seewasser ersetzt. Ständig sind im Mageninhalt Phagocyten anwesend.

Proteasen wurden festgestellt im Extrakt aus Wundernetz und Magenwand sowie in der Verdauungsflüssigkeit. Am stärksten wirkt Extrakt aus der Magenwand. Gelatine wird gegenüber Fibrin, Natriumkaseinat und Wittepepton bei neutraler Reaktion nur sehr unvollkommen gespalten. Das Temperaturoptimum für Wittepeptonspaltung liegt bei 40,5°. Ein p_H -Optimum ließ sich nicht feststellen. Die Spaltung gelang sowohl bei p_H 2,8 wie p_H 9,2, mit steigender Wirksamkeit nach der alkalischen Seite. Bei der Spaltung resultieren Polypeptide und Aminosäuren. Neben der Protease fand der Verf. eine Tyrosinase, deren Wirksamkeit nur im p_H -Bereich 4,4—8,2 lag.

Amylase und Invertase sind enthalten in Magenwand, Darmwand, Wundernetz und im Verdauungssaft. Am wirksamsten erwies sich wieder Extrakt aus der Magenwand. Lösliche Stärke, Glykogen, Saccharose und Maltose wurden verdaut. Raffinose und Lactose wurden nicht angegriffen. Temperaturoptimum 37°, bei 57° ist die Invertase schon zerstört, die Amylase stark gehemmt. p_H -Optimum der Invertase bei 6,6, das der Amylase bei 5,6—6,6. Nach 75 Stunden beträgt die Spaltung von Stärke bei 34° in 2proz. Lösung 45%. Glykogen wird langsamer und weniger komplett gespalten.

Esterasen fand der Verf. in der Magenwand, im Wundernetz und in der Verdauungsflüssigkeit.

Eine Resorption von Seewasser findet im lebensfrischen Darm nicht statt. Bei osmotischem Gefälle treten während 6stündiger Versuchsdauer weder nach innen noch nach außen Chloride über. Wasser permeiert unter diesen Umständen. Glucose, Harnstoff, Methylenblau und Trypanblau treten nicht durch die Darmwand, geschädigtes Epithel wird in beiden Richtungen sowohl von Glucose als von Chloriden passiert.

Diese Erscheinungen sind an sich abnorm, sie scheinen auch im Widerspruch zu der Tatsache zu stehen, daß der Darminhalt des Kropfes ärmer an Glucose ist als der des Enddarmes. Sie finden ihre

Erklärung darin, daß nicht das Darmepithel, sondern die Amöbocyten den Stoffaustausch bewirken. Im überlebenden Darm transportieren sie z. B. Methylenblau aus dem Mageninhalt durch die Magenspalten in die Gefäße. Auch aus dem umgebenden Seewasser sollen die Amöbocyten Farbstoffe und Milch in das Innere der Holothurien schaffen. Größere feste Körper (Plankton) konnten nicht im Innern der Amöbocyten festgestellt werden. Ob die Wanderzellen für einen Nahrungserwerb im PÜTTERSchen Sinn sorgen können, läßt der Verf. unentschieden. R. BEUTLER.

Self-Fertility in *Ciona* in Relation to Cross-Fertility.

(T. H. MORGAN, Journ. of exp. Zoology 40. 1924.) Die Seescheide *Ciona* ist hermaphroditisch, jedes Individuum besitzt Eierstock und Hoden. MORGAN hat früher gezeigt, daß *Ciona* selbststeril ist, d. h. daß die Eier eines Tieres nicht von den Spermien des gleichen Tieres befruchtet werden. Allerdings gilt das nicht uneingeschränkt, da FUCHS für die Neapler Form Selbstbefruchtung als häufige Erscheinung nachweisen konnte. Man muß also in dieser Beziehung differente Rassen unterscheiden. MORGAN hat schon früher gefunden, daß nach Entfernung der Eimembran die Eier von den Spermien des gleichen Individuums so gut befruchtet werden wie von denen anderer; es herrscht also keine Unverträglichkeit zwischen dem Ei selbst und dem Spermium des gleichen Tieres, sondern die Blockwirkung muß von der Membran oder ihren Sekreten verursacht sein. Ferner hat MORGAN in früheren Experimenten gefunden, daß die Follikelzellschicht, die das Ei umgibt, kein Hindernis bildet und daß das Sperma auch durch die Membran hindurch in den perivitellinen Raum zwischen Ei und Membran eindringen kann. In der perivitellinen Flüssigkeit, in der als unregelmäßige Schicht die sog. Testazellen liegen, muß die Blockwirkung sich geltend machen, indem das Sperma aufgehalten oder seine Aktivität so herabgesetzt wird, daß es unfähig ist, sich mit dem Ei zu vereinigen.

In der vorliegenden Arbeit sucht MORGAN nach der Möglichkeit einer vererbungswissenschaftlichen Interpretation der Beziehung von Selbststerilität zu Fremdbefruchtung. Da *Ciona* hermaphroditisch ist, müssen wir voraussetzen, daß alle Keimzellen vor den beiden Reifungsteilungen die gleiche genetische Grundlage haben; das gleiche gilt für die somatischen Zellen einschließlich der Testazellen, für die man somatischen Ursprung annimmt. Sollte die Blockwirkung von den Testazellen ausgehen, so scheint eine genetische Lösung der Frage nach dem eben Gesagten unmöglich.

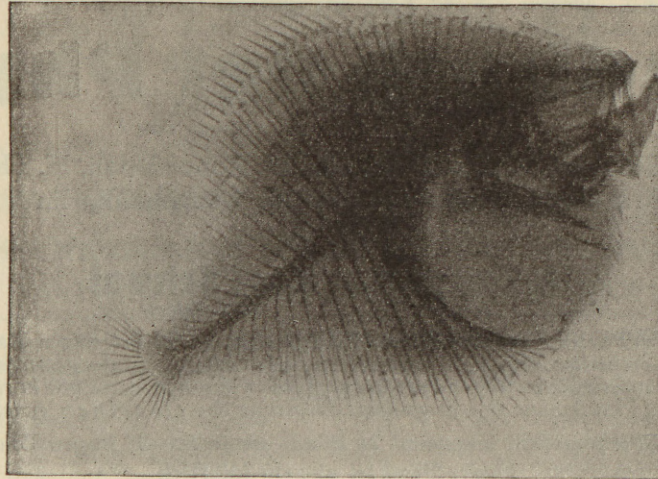
Wenn überhaupt, dann dringt das Sperma in das Ei ein, bevor die beiden Richtungskörper ausgestoßen werden; ein Zusammenhang der Reifungsteilungen des Eies mit der Selbststerilität kann also nicht angenommen werden.

Vom genetischen Gesichtspunkt aus könnte man annehmen, daß eine solche selbststerile Rasse homozygot für einen oder mehrere Faktoren für Selbststerilität ist, aber das würde nur dann mehr sein als eine andere Formulierung der Beobachtungstatsachen, wenn eine andere nicht selbststerile Rasse gefunden würde und bei Kreuzung der beiden in F_2 beide Arten von Individuen auftreten würden. In physiologischem Sinne bedeutet die Feststellung, daß jedes Individuum von *Ciona* selbststeril ist, daß keine Selbstbefruchtung stattfindet, wenn Eier und Sperma sich unter dem glei-

chen genetischen Komplex entwickelt haben. Es folgt daraus, daß alle Individuen mit dem gleichen genetischen Komplex nicht nur selbststeril, sondern auch fremdsteril sein müssen. Wie häufig solche Individuen zu finden sind, hängt davon ab, wie viele verschiedene Faktoren in einer gegebenen Rasse anwesend sind; das ist für *Ciona* bisher nicht bekannt. An Pflanzen ist diese Hypothese geprüft worden und die Ergebnisse stimmen mit ihr überein (CORRENS an der selbststerilen *Cardamine pratense*, EAST an selbststerilem Tabak). MORGAN hält es für möglich, daß bei *Ciona* ein Fall multipler Faktoren vorliegt.

WALTER LANDAUER.

Mitteilung über parasitische Zwergmännchen bei Tiefseefischen. (Dana-Expedition.) Zwergmännchen, die, als Ektoparasiten an den Weibchen hängend, ihr Leben verbringen, sind unter den Wirbeltieren eine so auffallende, ja unwahrscheinliche Erscheinung, daß jede neue Mitteilung darüber allgemeines Interesse erregen dürfte. Sie findet sich bei den Ceratiiden, einer Familie von Tiefseefischen, die auch sonst, namentlich durch den als „Angel“ ausgebildeten und an der Spitze ein Leuchtorgan tragenden ersten Stachel der Rückenflosse merkwürdig sind. Der bekannte Ichthyologe C. TATE REGAN vom Britischen Museum, dem wir überhaupt die Aufklärung über diese eigentümlichen Geschlechtsbeziehungen verdanken, bringt neuerdings nähere Angaben über sie (The Danish „Dana“-Expeditions 1920–1922. Oceanographical Reports No. 2). Die Männchen erreichen nur ein Zehntel bis ein Sechstel der Größe der Weibchen und haben infolge der parasitischen Lebensweise „Angel“ und Zähne verloren. Auch ist ihr Darm sehr stark rückgebildet, so daß die Leibeshöhle des Abdomens fast ganz von den stark entwickelten Hoden ausgefüllt wird. Die Festheftung geschieht durch Auswüchse der Ober- und Unterlippe an der Kopfspitze; diese vereinigen sich zu einem dicken Ringwulst dunkelpigmentierten Gewebes, welcher eine Hautpapille des Weibchens umfaßt und mit dieser verwächst. Die Vereinigung ist so innig, daß die beiderseitigen Blutgefäßsysteme in Verbindung treten, und das Männchen durch das Weibchen ernährt wird, wie ein Säugetierembryo von der Mutter. Doch erhält das Männchen nur die Nährstoffe des weiblichen Blutes. Für seinen Sauerstoffbedarf sorgt es selbst, da Herz und Kiemen wohl entwickelt sind. Den Grund der eigentümlichen Einrichtung sieht REGAN in der Schwierigkeit, für die kleinen und wenig aktiven Männchen Beute zu erlangen und in den dunklen Meerestiefen die Weibchen aufzufinden. Indem sie schon als Jungfische sich an diesen festheften, sich von ihnen ernähren lassen und so wohlversorgt die Reifung der Hoden abwarten können, ist diese Schwierigkeit in der Tat überwunden. Da freischwimmende Männchen der drei Arten, bei denen der Parasitismus festgestellt wurde, bisher nie erbeutet wurden, ist es wahrscheinlich, daß alle männlichen Individuen, denen die Festheftung an einem Weibchen nicht gelingt, zugrunde gehen. Doch erwägt REGAN auch die andere Möglichkeit, daß von den Jungfischen überhaupt alle, die Gelegenheit haben, sich an einem erwachsenen Weibchen festzuheften, zu männlichen, alle anderen zu weiblichen Tieren heranwachsen, was eine interessante Parallele zu den von BALTZER aufgeklärten Geschlechtsbeziehungen bei dem marinen Wurm *Bonellia viridis* wäre. J. GROSS.



RÖNTGENAUFNAHME EINES STEINBUTTS

(in 1/4 natürlicher Größe) mit weicher Röntgenstrahlung auf doppelseitig begossenem

„Agfa“-Röntgenfilm

Hervorragende Deckkraft und gute Kontraste, klares Absetzen der Bildeinheiten in den Halbtönen

BERLIN



SO 36

Leitz

monokulare und binokulare

Mikroskope

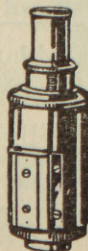
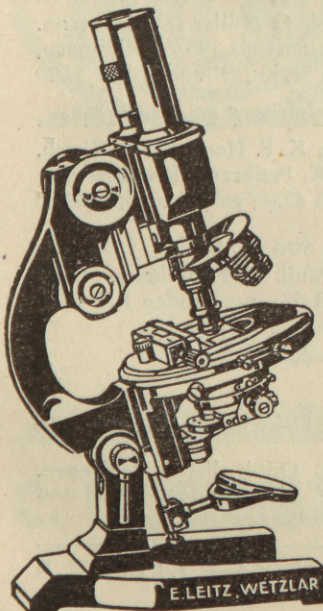
mit Leitz-Optik

Nebenapparate für alle Untersuchungen
Dunkelfeldkondensoren höchster Apertur

Mikrotome

Taschenlupen, binokulare Präparierlupen

Liste: MIKRO 452 kostenfrei



Ernst Leitz / Optische Werke / Wetzlar

Handbuch der Physik

Unter redaktioneller Mitwirkung von

R. Grammel-Stuttgart, F. Henning-Berlin, H. Konen-Bonn, H. Thirring-Wien,
F. Trendelenburg-Berlin, W. Westphal-Berlin

Herausgegeben von

H. Geiger und **Karl Scheel**

Kiel

Berlin-Dahlem

Das Handbuch der Physik bietet eine vollständige Darstellung des derzeitigen Standes der experimentellen und theoretischen Physik. Durch weitgehende Unterteilung des gesamten Stoffes auf die in den einzelnen Sondergebieten tätigen Forscher wird eine wirklich moderne und kritische Darstellung der Physik ohne eine übermäßige Belastung des einzelnen erzielt.

Das Werk umfaßt insgesamt 24 Bände zu je 30—35 Bogen Umfang
Jeder Band ist einzeln käuflich

Soeben erschien:

Neunter Band:

Theorien der Wärme

Redigiert von **F. Henning**

624 Seiten mit 61 Abbildungen. RM 46.50, gebunden RM 49.20

Inhaltsübersicht: **Klassische Thermodynamik.** Von Prof. Dr. K. F. Herzfeld, München. — **Der Nernstsche Wärmesatz.** Von Dr. K. Bennewitz, Charlottenburg. — **Statistische und molekulare Theorie der Wärme.** Von Dr. A. Smekal, Wien. — **Axiomatische Begründung der Thermodynamik durch Carathéodory.** Von Prof. Dr. A. Landé, Tübingen. — **Quantentheorie der molaren thermodynamischen Zustandsgrößen.** Von Prof. Dr. A. Byk, Charlottenburg. — **Die kinetische Theorie der Gase und Flüssigkeiten.** Von Prof. Dr. G. Jäger, Wien. — **Erzeugung von Wärme aus anderen Energieformen.** Von Prof. Dr. W. Jaeger, Charlottenburg. — **Temperaturmessung.** Von Prof. Dr. F. Henning, Berlin.

Früher sind erschienen:

Zehnter Band: **Thermische Eigenschaften der Stoffe.** Bearbeitet von C. Drucker. E. Grüneisen. Ph. Kohnstamm. F. Körber. K. Scheel. E. Schrödinger. F. Simon. J. D. van der Waals jr. Redigiert von F. Henning. 494 Seiten mit 207 Abbildungen. 1926. RM 35.40; gebunden RM 37.50

Elfter Band: **Anwendung der Thermodynamik.** Bearbeitet von E. Freundlich. W. Jaeger. M. Jacob. W. Meißner. O. Meyerhof. C. Müller. K. Neumann. M. Robitzsch. A. Wegener. Redigiert von F. Henning. 462 Seiten mit 198 Abbildungen. 1926. RM 34.50; gebunden RM 37.20

Zweihundzwanzigster Band: **Elektronen / Atome / Moleküle.** Bearbeitet von W. Bothe. W. Gerlach. H. G. Grimm. O. Hahn. K. F. Herzfeld. G. Kirsch. L. Meitner. St. Meyer. F. Paneth. H. Pettersson. K. Philipp. K. Przibram. Redigiert von H. Geiger. 576 Seiten mit 148 Abbildungen. 1926. RM 42.—; gebunden RM 44.70

Dreihundzwanzigster Band: **Quanten.** Bearbeitet von W. Bothe. J. Franck. P. Jordan. H. Kulenkampff. R. Ladenburg. W. Noddack. W. Pauli. P. Pringsheim. Redigiert von H. Geiger. 792 Seiten mit 225 Abbildungen. 1926. RM 57.—; gebunden RM 59.70

Als nächste Bände erscheinen Band I, II und III

Die einzelnen Bände behandeln:

Band I—III. Geschichte, Vorlesungstechnik, Einheiten, mathematische Hilfsmittel.

Band IV. Grundlagen der Physik.

Band V—VIII. Mechanik einschl. Akustik.

Band IX—XI. Wärme.

Band XII—XVII. Elektrizität und Magnetismus.

Band XVIII—XXI. Optik aller Wellenlängen.

Band XXII—XXIV. Aufbau der Materie und Wesen der Strahlung.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9