

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

I
L. inw.

~~369~~

35

IS
Geisteswelt

W. Scheffer
Das Mikroskop

Zweite Auflage

BS

B. G. Teubner. Leipzig. Berlin

Die Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt“

nummehr schon über 600 Bändchen umfassend, sucht seit ihrem Entstehen dem Gedanken zu dienen, der heute in das Wort: „Freie Bahn dem Tüchtigen!“ geprägt ist. Sie will die Errungenschaften von Wissenschaft, Kunst und Technik einem jeden zugänglich machen, ihn dabei zugleich unmittelbar im Beruf fördern, den Gesichtskreis erweiternd, die Einsicht in die Bedingungen der Berufsarbeit vertiefend.

Sie bietet wirkliche „Einführungen“ in die Hauptwissensgebiete für den Unterricht oder Selbstunterricht des Laien, wie sie den heutigen methodischen Anforderungen entsprechen. So erfüllt sie ein Bedürfnis, dem Skizzen, die den Charakter von „Auszügen“ aus großen Lehrbüchern tragen, nie entsprechen können; denn solche sehen vielmehr eine Vertrautheit mit dem Stoffe schon voraus.

Sie bietet aber auch dem Fachmann eine rasche zuverlässige Übersicht über die sich heute von Tag zu Tag weitenden Gebiete des geistigen Lebens in weitestem Umfang und vermag so vor allem auch dem immer stärker werdenden Bedürfnis des Forschers zu dienen, sich auf den Nachbargebieten auf dem laufenden zu erhalten.

In den Dienst dieser Aufgabe haben sich darum auch in dankenswerter Weise von Anfang an die besten Namen gestellt, gern die Gelegenheit benutzend, sich an weiteste Kreise zu wenden, an ihrem Teil bestrebt, der Gefahr der „Spezialisierung“ unserer Kultur entgegenzuarbeiten.

So konnte der Sammlung auch der Erfolg nicht fehlen. Mehr als die Hälfte der Bändchen liegen, bei jeder Auflage durchaus neu bearbeitet, bereits in 2. bis 6. Auflage vor, insgesamt hat die Sammlung bis jetzt eine Verbreitung von weit über 4 Millionen Exemplaren gefunden.

Alles in allem sind die schmucken, gehaltvollen Bände besonders geeignet, die Freude am Buche zu wecken und daran zu gewöhnen, einen kleinen Beitrag, den man für Erfüllung körperlicher Bedürfnisse nicht anzusehen pflegt, auch für die Befriedigung geistiger anzuwenden. Durch den billigen Preis ermöglichen sie es tatsächlich jedem, auch dem wenig Begüterten, sich eine Bücherei zu schaffen, die das für ihn Wertvollste „Aus Natur und Geisteswelt“ vereint.

... weiß reich illustrierten Bändchen
Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000295874

Leipzig

Ausflüß

den M. 1.50

r Buchhandlung

G. Teubner

Die zweimalige Lohnerhöhung für Buchdrucker und Buchbinder allein im letzten Vierteljahre wie die gleichzeitige weitere Preissteigerung aller Materialien zwingt mich zu einer nochmaligen Erhöhung des Grundpreises der Sammlung ab 1. Januar 1919, und zwar für die bisherige Einbandausführung von M. 1.50 auf M. 1.90.

Um die Bändchen auch zu einem billigeren Preise bei geringeren Ansprüchen an die Ausführung des Einbandes zugänglich zu machen, liefere ich ferner zu dem Grundpreis von M. 1.60 einen **Kriegseinband** (mit fester Buchheftung und Kartonumschlag). — Zu diesen Grundpreisen treten zum Ausgleich der ebenfalls beträchtlich gestiegenen und sich noch steigenden allgemeinen Unkosten des Verlages und der **Veränd. Händler Teuerungszuschläge** hinzu.

Leipzig, 1. Januar 1919 **B. G. Teubner**

Bisher sind zur **Physik und Chemie** erschienen:

Physik: Einführung, Grundlagen und Geschichte.

*Wörterbuch der Physik. Von Prof. Dr. G. Berndt. (Bd. 691/92.)

Die Grundbegriffe der modernen Naturlehre. Einführung in die Physik. Von Hofrat Professor Dr. F. Auerbach. 4. Aufl. Mit 71 Figuren. (Bd. 40.)

Experimentalphysik, Gleichgewicht und Bewegung. Von weil. Geh. Reg.-Kat Prof. Dr. R. Börsstein. Mit 90 Abbildungen. (Bd. 371.)

Die Lehre von der Energie. Von weil. Oberlehrer A. Stein. 2. Auflage. Mit 13 Figuren. (Bd. 257.)

*Einführung in die Relativitätstheorie. Von Dr. W. Bloch. Mit 10 Fig. (Bd. 618.)

Moleküle und Atome. Von Prof. Dr. G. Mie. 4. Auflage. Mit Figuren. (Bd. 58.)

Weltätter und Materie. Von Prof. Dr. G. Mie. 4. Aufl. Mit Figuren. (Bd. 59.)

Naturwissenschaften und Mathematik im klassischen Altertum. Von Professor Dr. Joh. L. Heiberg. Mit 2 Figuren. (Bd. 370.)

Große Physiker. Von Prof. Dr. F. A. Schulte. 2. Aufl. Mit 6 Bildnissen. (Bd. 324.)

Werdegang der modernen Physik. Von Oberlehrer Dr. G. Keller. Mit Figuren. 2. Auflage. (Bd. 343.)

Mechanik.

Mechanik. Von Prof. Dr. G. Hamel. 3 Bände. I. Grundbegriffe der Mechanik. II. Mechanik der festen Körper. III. Mechanik der flüssigen u. luftförmigen Körper. (Bd. 684/86.)

Aufgaben aus der technischen Mechanik. Von Prof. U. Schmitt. 2 Bde. (Bd. 558, 559, auch in 1 Bd. gebunden.)

I. Bewegungslehre. Statik. 156 Aufgaben u. Lösungen. Mit zahlreichen Figuren im Text. II. Dynamik. 140 Aufgaben und Lösungen. Mit zahlreichen Figuren im Text.

Statik. Mit Einschluß der Festigkeitslehre. Von Baugewerkschuldirektor Reg.-Baumeister A. Schan. Mit 149 Fig. im Text. (Bd. 497.)

Das Perpetuum mobile. Von Dr. Fr. Schat. Mit 38 Abbildungen. (Bd. 462.)

Optik, angewandte Optik und Strahlungsercheinungen.

Das Licht und die Farben. Einführung in die Optik. Von Professor Dr. L. Grach. 4. Auflage. Mit 100 Abbildungen. (Bd. 17.)

Sichtbare und unsichtbare Strahlen. Von weil. Geh. Reg.-Kat Professor Dr. R. Börsstein u. Professor Dr. W. Marcwald. 3. Aufl. von Professor Dr. E. Regener. Mit zahlreichen Abbildungen. (Bd. 64.)

Das Radium und die Radioaktivität. Von Dr. M. Centnerszwey. Mit 33 Abbildungen. (Bd. 405.)

Die optischen Instrumente. Lupe, Mikroskop, Fernrohr, photographisches Objectiv und ihnen verwandte Instrumente. Von Prof. Dr. M. v. Rohr. 3. vermehrte u. verb. Auflage. Mit 89 Abbildungen im Text. (Bd. 88.)

Das Auge und die Brille. Von Prof. Dr. M. v. Rohr. 2. Aufl. Mit Abb. (Bd. 372.)

Das Mikroskop. Gemeinverständlich dargestellt. Von Professor Dr. W. Scheffer. 2. Aufl. Mit 99 Abbildungen. (Bd. 35.)

Kinematographie. Von weil. Dr. G. Lehmann. 2. Aufl. von Dr. G. Mettè. Mit Abbildungen. (Bd. 358.)

Die Photographie, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und ihre Anwendung. Von Dr. D. Prelinger. Mit Abbildungen. 2. Aufl. (Bd. 414.)

Die künstlerische Photographie. Ihre Entwicklung, ihre Probleme, ihre Bedeutung. Von Dr. W. Warstat. Mit Bilderanhang (12 Tafeln). (Bd. 410.)

*Angewandte Liebhaber-Photographie, ihre Technik und ihr Arbeitsfeld. Von Dr. W. Warstat. (Bd. 535.)

Die Röntgenstrahlen und ihre Anwendung. Von Dr. med. G. Bueß. Mit 85 Abbildungen im Text und auf 4 Tafeln. (Bd. 556.)

Die mit * bezeichneten und weitere Bände befinden sich in Vorbereitung.

Wärmelehre.

Die Lehre von der Wärme. Gemeinverständlich dargestellt von weil. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Börslein. 2., durchgef. Auflage hrsg. von Prof. Dr. A. Wigand. Mit 93 Abbildungen im Text. (Bd. 172.)

Einführung in die technische Wärmelehre (Thermodynamik). Von Geh. Bergrat Prof. A. Vater. Mit 40 Abb. im Text. (Bd. 516.)

Praktische Thermodynamik. Aufgaben und Beispiele zur mechanischen Wärmetheorie. Von Geh. Bergrat Prof. A. Vater. Mit 40 Abb. im Text und 3 Tafeln. (Bd. 596.)

Die Kälte, ihr Wesen, ihre Erzeugung und Verwertung. Von Dr. S. Alt. Mit 45 Abbildungen. (Bd. 311.)

Einführung in die Chemie.

Einführung in die allgemeine Chemie. Von Studentat Dr. V. Davint. Mit 24 Figuren. (Bd. 582.)

Einführung in die organische Chemie. Natürliche und künstliche Pflanzen- und Tierstoffe. Von Studentat Dr. V. Davint. 2. Aufl. Mit 7 Figuren. (Bd. 187.)

*Einführung in die anorganische Chemie. Von Studentat Dr. V. Davint. (Bd. 598.)

*Einführung in die analytische Chemie. Von Dr. J. Küsselberg. 2 Bde. (Bd. 524, 525, auch in 1 Bd. geb.)

Einführung in die Biochemie in elementarer Darstellung. Von weil. Prof. Dr. W. Eöb. 2. Aufl. von Prof. Dr. S. Friedenthal. Mit 12 Figuren. (Bd. 352.)

Elektrochemie. Von Prof. Dr. K. Aendt. 2. Aufl. Mit Abb. (Bd. 234.)

Photochemie. Von Prof. Dr. G. Kummell. 2. Aufl. Mit 23 Abbildungen im Text und auf 1 Tafel. (Bd. 227.)

Luft, Wasser, Licht u. Wärme. Neun Vorträge aus dem Gebiete der Experimentalchemie. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Hochmann. 4. Aufl. Mit 115 Abbildungen. (Bd. 5.)

Das Wasser. Von Geh. Regierungsrat Dr. O. Anselmino. Mit 44 Abbild. (Bd. 291.)

Chemische Technologie.

Die künstliche Herstellung von Naturstoffen. Von Prof. Dr. E. Käft. (Bd. 674.)

Die chemische Technik. Von Dr. A. Müller. Mit 24 Abbildungen. (Bd. 191.)

Die Metalle. Von Prof. Dr. K. Scheid. 3. Auflage. Mit 11 Abbildungen. (Bd. 29.)

Der Luftstickstoff und seine Verwertung. Von Prof. Dr. K. Kaiser. 2. Aufl. Mit Abbildungen. (Bd. 313.)

Agrikulturchemie. Von Dr. P. Krische. Mit 21 Abbildungen. (Bd. 314.)

Die Sprengstoffe, ihre Chemie und Technologie. Von Geh. Reg.-Rat Professor Dr. A. Viedermann. 2. Auflage. Mit 12 Figuren. (Bd. 286.)

Farben und Farbstoffe. Ihre Erzeugung u. Verwendung. Von Dr. A. Zart. Mit 91 Abb. (Bd. 483.)

Bierbrauerei. Von Dr. A. Bau. Mit 47 Abb. (Bd. 333.)

Wörterbuch zur Warenkunde. Von Dr. M. Pietisch. (Bd. 444/45.)

Naturlehre im Hause.

Physik in Küche und Haus. Von Studentat H. Speittamp. Mit 51 Abb. (Bd. 478.)

Chemie in Küche und Haus. Von Dr. J. Klein. 4. Aufl. (Bd. 76.)

Desinfektion, Sterilisation, Konservierung. Von Regierungs- und Medizinalrat Dr. O. Solbrig. Mit 20 Abbildungen. (Bd. 401.)

Ernährung und Nahrungsmittel. Von Geh. Rat Prof. Dr. N. Junge. 3. Aufl. Mit 6 Abbildungen und 2 Tafeln. (Bd. 19.)

Arzneimittel und Genussmittel. Von Prof. Dr. O. Schmiedeberg. (Bd. 363.)

Die Bakterien im Haushalt der Natur und des Menschen. Von Prof. Dr. E. Gutzeit. 2. Aufl. Mit 13 Abbildungen. (Bd. 242.)

Das moderne Beleuchtungswesen. Von Dr. S. Luz. Mit 54 Abb. (Bd. 433.)

Heizung und Lüftung. Von Ingenieur J. E. Maßer. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)

Die mit * bezeichneten und weitere Bände befinden sich in Vorbereitung.

Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen

35. Bändchen

Das Mikroskop

Von

Prof. Dr. W. Scheffer

Berlin

Zweite Auflage

Mit 99 Abbildungen im Text



Druck und Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin 1914

918

Das Nitrotop
Prof. Dr. B. Pöhl

I- 3015-11

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKOW

~~I 369~~

Copyright 1913
by B. G. Teubner in Leipzig.

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechts, vorbehalten.

Akc. Nr. ~~3592/49~~

OPK-097/2017

Vorwort.

In dem vorliegenden Büchlein ist aus naheliegenden Gründen vom Inhalt der ersten Ausgabe fast nichts mehr erhalten geblieben. Es wurde hier der Versuch gemacht, auf eine einfache auch dem Laien verständliche Weise das für den vernünftigen Gebrauch des Mikroskops und seiner einfacheren Hilfsapparate Notwendigste in leicht faßlicher Form vorzutragen.

Von Formeln wurde nur das Allernotwendigste in der einfachsten hier möglichen Gestalt gebracht. Ganz ohne Formeln sind z. B. die Begriffe der Vergrößerung, der numerischen Apertur, des Auflösungsvermögens und der Grenze der förderlichen Vergrößerung überhaupt nicht begreiflich zu machen. Von der mathematischen Entwicklung der Formel z. B. für die Linsenregeln und Ähnliches wurde hier auf Grund didaktischer Erfahrungen abgesehen. Es ist für den Anfänger durchaus nicht notwendig, daß er jede Formel bewiesen bekommt, es ist viel wichtiger, daß er zunächst ihre Existenz und ihre praktische Anwendung kennen lernt. Der mathematisch Begabte wird sich sehr bald weiter zu bilden versuchen und ausführlichere Veröffentlichungen zu Rate ziehen. Der reine Praktiker wird lange mathematische Ausführungen als einen überflüssigen Ballast ansehen, der ihn nur abschreckt. Die Tabelle über die Einteilung der verschiedenen Beleuchtungsmöglichkeiten sowie die mit ihr in Beziehung stehende über die Einteilung der Objekte, ist in der vorliegenden Form wohl zum erstenmal in dieser Vollständigkeit gegeben worden. Beide sind das Ergebnis mannigfacher praktischer Erfahrungen, und sie haben dem Verfasser in schwierigen Fällen oft dazu verholfen, eine Untersuchung, wenigstens was die Beleuchtung angeht, vollständig auszuführen. Wenn man die Art, wie die meisten Objekte heute mikroskopisch untersucht werden, etwas systematisch betrachtet, bemerkt man, daß es nur sehr wenige Objekte gibt, an denen alle zurzeit bekannten mikroskopischen Untersuchungsmethoden erschöpft sind. Die beiden Tabellen und die Tafel der Mikrophotogramme werden vielleicht einige Anregung in diesem Sinne geben. Bei der Zusammenstellung der Mikrophotogramme habe ich besonders Wert darauf gelegt, auch die häufigsten Fehler der Beleuchtung zu zeigen. Das Mikrotom wurde seiner Bedeutung entsprechend so weit be-

handelt, als es nötig war, um allgemeine Gesichtspunkte für die Anwendung dieses wichtigen Hilfsinstrumentes zu geben. Ich bin Herrn Wilhelm Loew, dem Leiter der Firma R. Jung in Heidelberg, meinem Lehrmeister auf dem Gebiet der Mikrotomkunde zu herzlichem Dank für manche Anleitung, Förderung und Belehrung verpflichtet.

Von der Technik konnten natürlich nur einige wenige Schulbeispiele gegeben werden. Das ist bei der ausgedehnten Anwendung des Mikroskopes selbstverständlich. Diese aber wurden so ausführlich besprochen, daß danach auch gearbeitet werden kann. Die wenigen Mazerations-, Fixations-, Härtungs-, Einbettungs-, Färbungs- und Reaktionsvorschriften sind Typen, sehr vielseitig anwendbar, und zu Übungen besonders geeignet.

Das einzige, was aus der ersten Auflage allerdings etwas gekürzt übernommen wurde, ist das am Anfang dieses Büchleins befindliche Kapitel über einige historische Mikroskope. Die Abbildungen hierzu, meist Originalaufnahmen des Verfassers nach den alten Werken, haben bei manchen Lesern der ersten Auflage Interesse erregt. Selbstverständlich sollen diese historischen Bemerkungen keineswegs eine Geschichte des Mikroskops in großen Zügen darstellen. In ihnen ist nur auf einige besonders interessante Erscheinungen der Mikroskopie früherer Zeiten hingewiesen.

Die Objektbeleuchtung mußte in zwei getrennten Abschnitten behandelt werden, deren erster die Optik der Beleuchtung und deren zweiter ihre Wirkung mit den verschiedenen Objektstrukturen bespricht.

Naturgemäß mußten diese beiden Abschnitte durch ein Kapitel über die Objektstrukturen getrennt werden, denn der zweite Teil der Beleuchtung setzt eine gewisse Kenntnis der Objektstrukturen voraus.

Inhaltsübersicht.

	Seite
Borwort	III
I. Geschichtliches	1
II. Allgemeine optische Vorbemerkungen	16
III. Die Optik der Lupe und des Mikroskopes	19
A. Die einfache Lupe	20
B. Das zusammengesetzte Mikroskop	21
1. Lagen- und Größenbeziehungen zwischen Objekt und Bild	21
2. Die Strahlenbegrenzung	22
3. Die Strahlungsvermittlung	24
4. Die Verwirklichung der Abbildung	26
a) Die beugende Wirkung der Objektstrukturen	26
b) Die förderliche Vergrößerung	30
c) Die Strahlenvereinigung durch das Mikroskopobjektiv	31
IV. Die Optik der Beleuchtungseinrichtungen	33
A. Numerische Apertur, Achsenneigung und Gestalt der beleuchtenden Büschel	33
B. Lichtquellen	36
V. Das Stativ	39
A. Der Tubus	39
B. Triebbewegungen bei der Einstellung des Präparates	40
C. Der Objektisch	40
D. Einrichtungen zum Befestigen der Objektive	42
VI. Hilfseinrichtungen	42
A. Für das Zählen	42
B. Meßvorrichtungen	43
a) Längenmessungen	43
b) Winkelmessungen	46
C. Polarisationsrichtungen	46
D. Diffraktionsapparat nach Abbe	46
E. Apertometer	47
F. Testplatte	48

	Seite
VII. Die mikroskopische Untersuchung der Objekte	48
A. Systematische Einteilung der Objektstrukturen	49
B. Die Objektbeleuchtung und ihre Wirkung	50
1. Apertur und Achsenneigung der beleuchtenden Büschel	52
2. Die Farbe der beleuchtenden Büschel	58
VIII. Die Herstellung der Präparate	73
A. Allgemeines	73
B. Spezielle mechanische Präparationsmethoden	74
C. Das Mikrotom, seine Wirkungsweise und seine Anwendung	84
D. Beobachtungen beim Mikrotomschneiden und Metallhobeln	87
E. Das Färben und Fertigmachen der Schnitte	95
IX. Register	99

I. Geschichtliches.

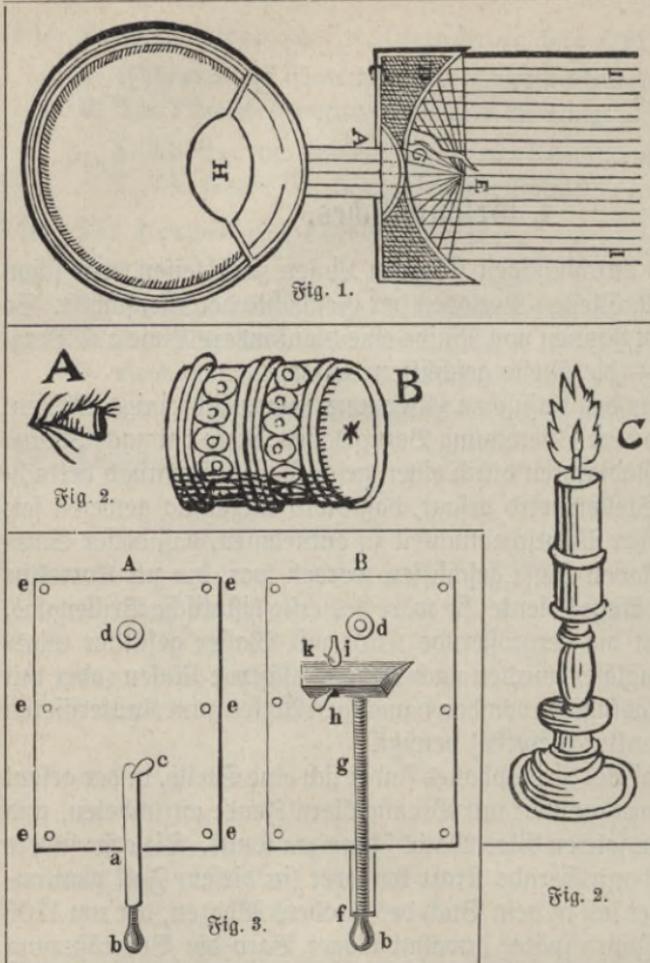
Die Kunst, aus durchsichtigen Körpern Linsen zu schleifen, war schon bekannt in den allerältesten Perioden der Geschichte der Menschheit. So hat Lohard in den Ruinen von Ninive eine plankonvexe Linse aus Bergkristall gefunden — die älteste geschliffene Linse.

In der Literatur des klassischen Altertums finden sich einige Stellen, die auf Linsen und deren Benutzung Bezug haben: Nero hat nach Plinius die Kämpfe der Gladiatoren durch einen geschliffenen Smaragd betrachtet; an anderen Stellen wird gesagt, daß Nero kurzsichtig gewesen sei; daraus ist mit großer Wahrscheinlichkeit zu entnehmen, daß dieser Smaragd zu einer konkaven Linse geschliffen worden war, die zur Korrektur eines kurzsichtigen Auges diente; sie wäre das erste historische Brillenglas.

Seneca erwähnt die vergrößernde Kraft mit Wasser gefüllter Glasfugeln. Als Brenngläser wurden nach Plinius gläserne Linsen (oder mit Wasser gefüllte Glasfugeln) von den damaligen Ärzten zum Kauterisieren (Verbrennen erkrankter Gewebe) benutzt.

In den „*Volken*“ des Aristophanes findet sich eine Stelle, in der gesagt wird, daß die Pharmazeuten mit Brenngläsern Feuer anzündeten, und daß man mit einem solchen Glas Wachs schmelzen könne. Die erste sichere Angabe über die vergrößernde Kraft konvexer (in diesem Fall plankonvexer) Linsen findet sich in dem Buch des Arabers Alhazen, der um 1100 lebte. Etwa 150 Jahre später erwähnt Roger Bacon die Vergrößerung durch Konverglinsen und behandelt die Lichtbrechung durch sphärisch begrenzte Medien. Anfangs des 13. Jahrhunderts kamen Brillen allgemein in Gebrauch.

Im Jahre 1691 veröffentlichte Bonanni ein Verzeichnis von Forschern, die mikroskopische Beobachtungen gemacht haben. Er nennt an erster Stelle den Frankfurter Hufnagel, der im Jahre 1592 ein Werk über Insekten mit 50 Illustrationen (Kupferstichen) herausgab. Bald nachher erschien eine Reihe von Abhandlungen über mikroskopische Untersuchungen und zur Zeit des Dreißigjährigen Krieges waren die einfachen Mikroskope allgemein bekannt.



Descartes beschreibt derartige Mikroskope in „Doptrice et Meteora“; er nennt sie „perspicilla pulicaria ex uno vitro“, Flohgläser mit einer Linse, und gibt die Abbildung eines solchen Instrumentes. Fig. 1 ist die Reproduktion einer Abbildung des Descartes. Die plankonvexe Linse A ist in eine Kapsel CD eingeschlossen, die auf der dem Objekt zugekehrten Seite einen konkaven Spiegel trägt zur Beleuchtung des Objektes; dasselbe wird

auf die Spitze des Stiftes G gesteckt, welche sich im Brennpunkte des Spiegels befindet. Die plane Seite der Linse war dem Auge H des Beobachters zugekehrt. Das Ganze wurde dann gegen das Licht gehalten. Mit solchen Instrumenten wurde eine Reihe interessanter Beobachtungen gemacht und veröffentlicht. Das allgemeine Interesse scheint sich zumeist der mikroskopischen Untersuchung der häufigst vorkommenden Insekten zugewandt zu haben, nannte man doch eine Art optischen Spielzeuges, das damals in allen Händen gewesen sein mag, Flohglas, weil der Linse gegenüber ein Floh befestigt war; auch Flügel von Fliegen oder ähnliche

Objekte mögen in solchen Mikroskopchen gewesen sein. Fig. 2 zeigt ein solches Instrument und seine Anwendung. Wegen eines solchen Flohglases wurde einmal der berühmte Pater Scheiner für einen Zauberer gehalten. Er starb in einem Dorfe auf der Reise, und man hielt den Floh im Glase für den Teufel.

Bei weitem der größte Mikroskopiker dieser Zeit war Anton van Leeuwenhoek, geboren am 24. Oktober 1632 in Delft, gestorben daselbst am 26. August 1723. Er war kein Mikroskopiker von Beruf, sondern er trieb seine Studien aus Liebe zu den Naturwissenschaften. Er

schliff sich seine Linsen selbst und verfertigte auch den mechanischen Apparat seiner Mikroskope. Sowohl aus dem Urteil seiner Zeitgenossen, als auch aus seinen Beobachtungen geht hervor, daß seine Linsen vorzüglich waren und daß er ein Meister in der Kunst des mikroskopischen Präparierens war. Fig. 3 ist die Abbildung eines derartigen Mikroskops. *A* ist die dem Beobachter zugekehrte, *B* die Objektseite desselben; *d* ist die zwischen zwei Metallplatten gefaßte Linse; das Objekt wird aufgesteckt auf den Stachel *i*, derselbe sitzt auf einem kleinen Metallstück gegenüber der Linse. Es kann durch Schraubenbewegung gehoben und gesenkt und der Linse genähert oder von derselben entfernt werden. Weiter ist der Stachel *i* an der kleinen Handhabe *k* um seine Längsachse drehbar. Die Beleuchtung seiner Objekte bewirkte Leeuwenhoek teils genau nach demselben Prinzip wie Descartes durch einen dem Objekt zugekehrten Hohlspiegel, in dessen Mitte die Linse gefaßt ist, teils untersuchte er einfach in durchfallendem Licht. Obenstehende beiden Fig. 4 (nach van Heurck) geben ein sehr klares Bild über die Beschaffenheit der Leeuwenhoek'schen Mikroskope. Von all den vielen Entdeckungen, die er gemacht hat, dürfte wohl weitere Kreise am meisten interessieren, daß er die ersten Abbildungen von Bakterien gegeben hat und dieselben beschrieb. Fig. 5 ist diese Abbildung; sie stellt Bakterien dar, die Leeuwenhoek in der Mundhöhle fand. Er nennt sie

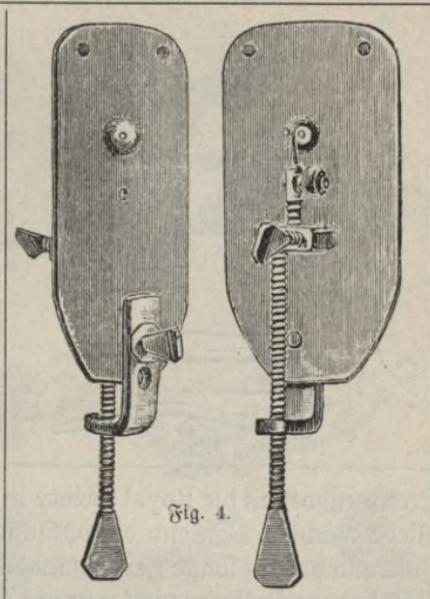


Fig. 4.

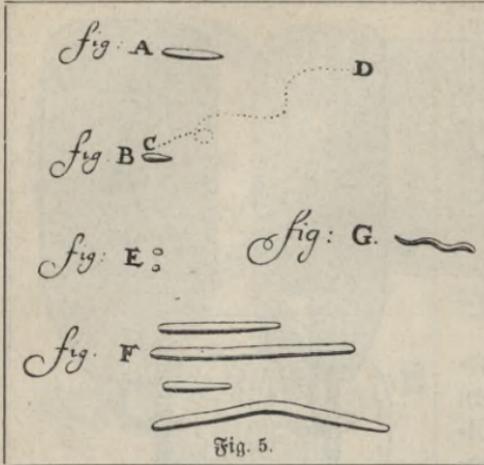


Fig. 5.

„lebende dierkens“, lebendige Tierchen. Ein weiteres Beispiel von der mikroskopischen Gewandtheit und der vorzüglichen Beobachtungsgabe Leeuwenhoeks gibt nachstehende Reproduktion einer Tafel (Fig. 6), auf der er die Entwicklungsgeschichte des Flohes darstellt; die Zeichnung ist nicht von Leeuwenhoek selbst, sondern von seinem Zeichner.

Seine Mitteilungen machte Leeuwenhoek an die Royal society in London, die ihn 1679 zu ihrem Mitglied machte. Während die optische Ausrüstung der Leeuwenhoek'schen Instrumente auf lange Zeit hinaus nicht verbessert, ja von vielen späteren Mikroskopverfertignern nicht entfernt erreicht wurde, fing man bald an, die mechanische Ausrüstung wesentlich zu verbessern.

Leeuwenhoek ist ein glänzendes Beispiel dafür, was Liebe zur Sache zu leisten vermag — er war Liebhaber, kein Berufsmikroskopiker. Es ist eine oft wiederkehrende Tatsache in der Geschichte der großen Entdeckungen, daß sie nicht von zünftigen Arbeitern herrühren, die das Muß des Dienstes zwingt, sondern von denen, die ein inneres Bedürfnis treibt zu forschen. Weiter ist es erfreulich zu sehen, wie der große Forscher objektiv beobachtet und aus dem Gesehenen seine Schlüsse zieht, ein erfreulich Bild in jener Zeit der geheimnisvollen Spekulationen.

J. v. Musschenbroek verbesserte den mechanischen Apparat des Mikroskopes, indem er die Linsen bequem auswechselbar machte (Leeuwenhoek benutzte für jede Vergrößerung ein besonderes Mikroskop) und einen Blendenapparat (K) anbrachte (Fig. 7). Zu diesem Musschenbroek'schen Mikroskop gehörte ein Satz von sechs Linsen verschiedener Vergrößerung. Auch finden sich zuerst an Musschenbroek's Mikroskopen Kugelgelenke, die man Musschenbroek'sche Müsse nannte.

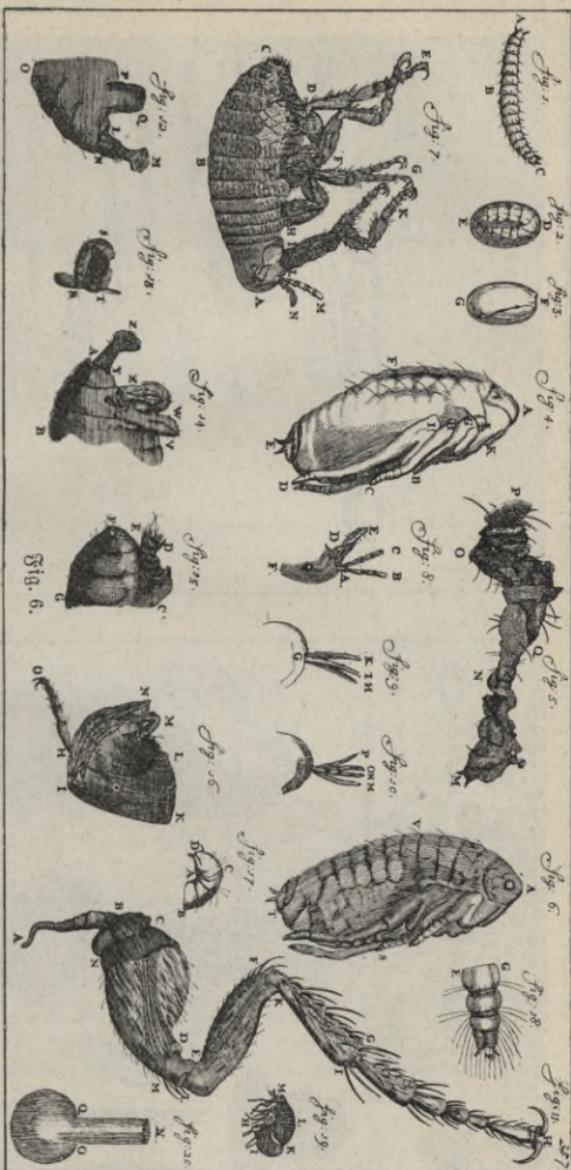
Weiter gab Musschenbroek seinen Mikroskopen einen Fuß, so daß man während der Beobachtung beide Hände frei hatte. (Leeuwenhoek's Mikroskope wurden mit der Hand gegen das Licht gehalten.) Eines solchen Mikroskopes bediente sich der berühmte Swammerdam „zu seinen un-

vergleichlich feinen und kunstvollen Insektenpräparationen" (Petri).

Eine weitere Art damals gebräuchlicher Mikroskope waren die Zirkelmikroskope; auf dem Ende des einen Schenkels war die Linse, auf dem anderen das Präparat befestigt, die Entfernung beider wurde verändert durch eine Schraube. Fig. 8 zeigt ein solches. Es hatte ein Beleuchtungsspiegelchen *r*, in dessen Mitte die Linse befestigt war.

Einen weiteren Fortschritt zeigt die Fig. 9, sie stellt ein röhrenförmiges Handmikroskop dar, Ledermüller nennt es „das Wilsonische Hand- oder Cuffische Saekmikroskop“. Das zwischen zwei Schieber gebrachte Objekt wird durch eine Spiralfeder festgehalten und die Einstellung durch ein Rohr mit Schraubengewinde bewirkt, gegen das der Schieber durch die Feder gepresst wurde.

Weiter hatte dies Instrument eine Linse zur Beleuchtung des Objektes (Kondensor) und Blenden *ikl* (Fig. 9,1), die aus grünem Pergament oder dünnem Blech waren. Fig. 9,2 zeigt das Mi-



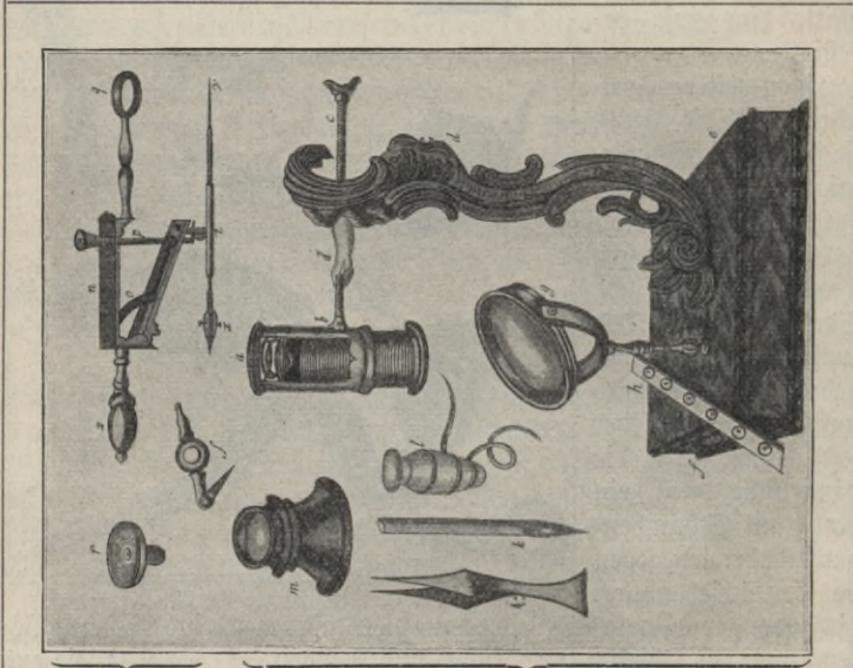
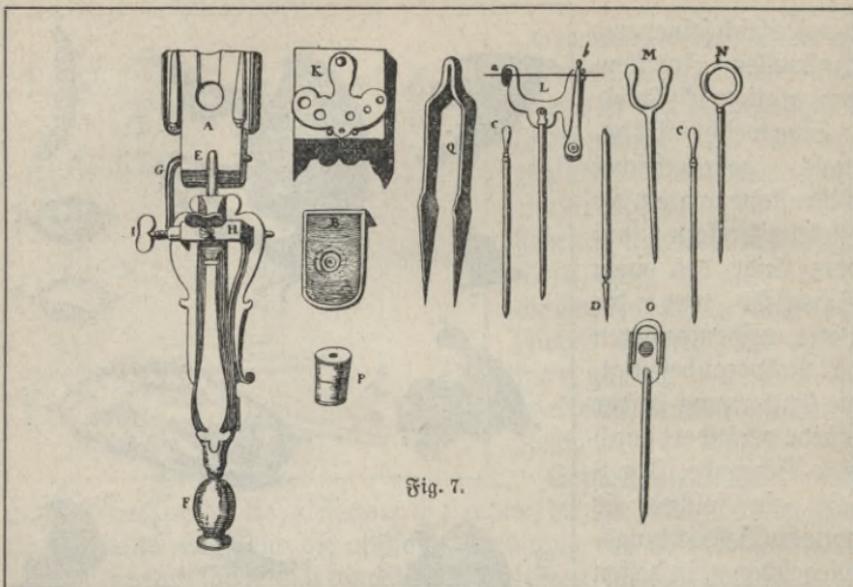


Fig. 8.

Fig. 10.

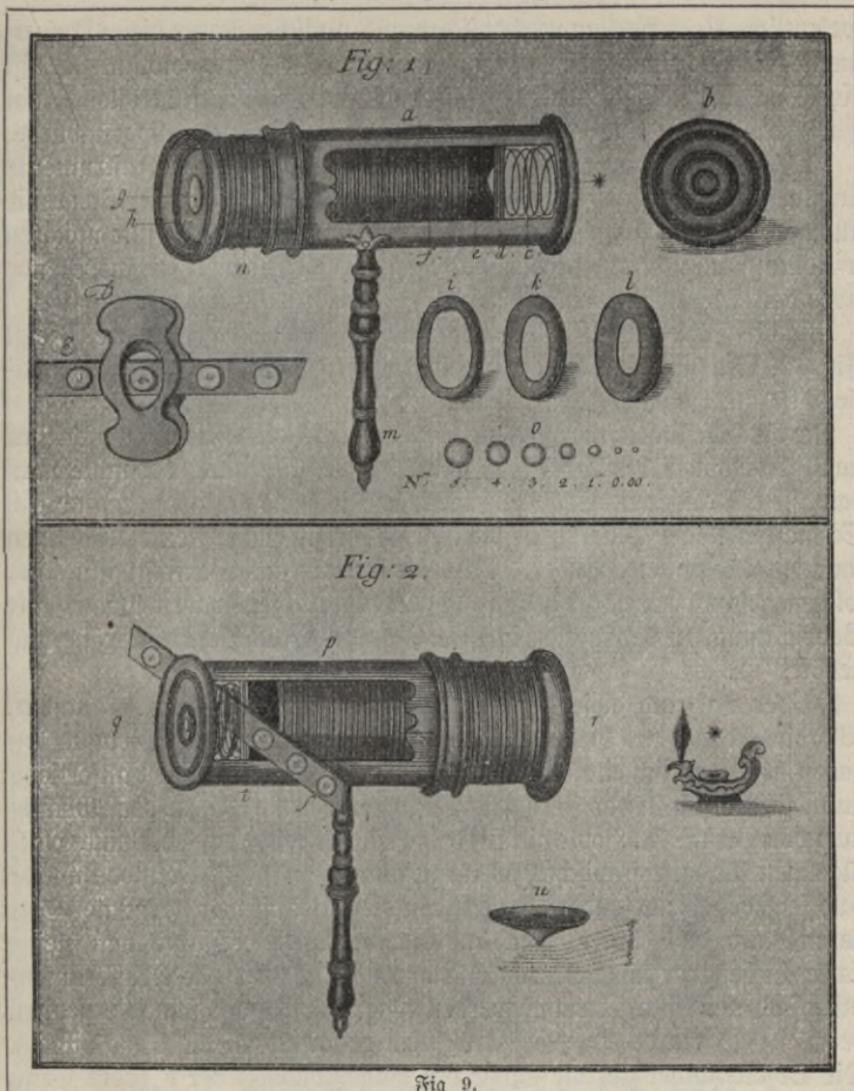


Fig 9.

froskop fertig zur Beobachtung. Interessant ist die Abbildung der Linzen Nr. 5 bis 00 (Fig. 9,1), und deren Objektstände (Fig. 9,2). (Unsere Reproduktion ist $\frac{1}{2}$ natürlicher Größe der Originalabbildung bei Leder- müller.) Bei Fig. 9,1 bedeutet der Stern am rechten Ende des Tubus den Ort, wo das Vergrößerungsglas eingeschraubt wurde. Fig. 10 zeigt eine

wesentliche Verbesserung mechanischer und optischer Natur dieses Instrumentes: Es hat einen Beleuchtungsspiegel und ein Stativ bekommen. *m* ist ein „Suchglas“, eine schwach vergrößernde Lupe für Übersichtsbilder, *l* ein Elfenbeinstäbchen, auf dem der Messingdraht zu Ringlein gebogen wurde.

Als Vorläufer dieser recht eleganten und brauchbaren Instrumente sind wohl die beistehend abgebildeten Handmikroskope (Fig. 11) Bonannis aufzufassen. Die Abbildung bedarf wohl keiner Erklärung, nur möchten wir darauf aufmerksam machen, daß *m* eine Hülse bedeutet, die als Blende über den Objektteil geschoben wird.

Wie die Schleifmaschinen der damaligen Zeit beschaffen waren, zeigt Fig. 12. Sie gibt die Abbildung einer solchen Maschine im „Oculus artificialis“ des Johann Zahn wieder.

Da die Glaslinsen mit kurzem Krümmungsradius (kleine Linsen mit stark gewölbter Oberfläche) sehr schwer zu schleifen sind, versuchte man bald, sie auf anderem Wege herzustellen. Dies gelang, indem man durch Schmelzen kleine Glaskugeln bildete. Es geben solche kleine Kügelchen manchmal recht nette Bilder, Hartsoeker konnte (nach Harting) mit einer solchen geschmolzenen Kugellinse die Spermatozoen wahrnehmen; eine Beobachtung, zu der immerhin eine ziemlich beträchtliche Vergrößerung gehört.

In der Tat sind diese kleinen Kügelchen manchmal ganz brauchbar. Allerdings hängt das Gelingen eines solchen vom Zufall ab. Genaue Angaben, wie man sich ein solches Glaskügelchen-Mikroskop selbst anfertigen kann, finden sich in der Zeitschrift „Prometheus“, 1895, in der Abhandlung von Brunk. R. Hooke gilt für den Erfinder der Methode, kleine Glaskügelchen für mikroskopische Zwecke zu schmelzen. Diese Methode wurde bald sehr beliebt; besonders berühmt in dieser Kunst war der Pater Giovanni Maria de la Torre. Auch auf anderem Wege versuchte man, kleine starke Linsen herzustellen. Als Kuriosum möge hier das Wasserlinsenmikroskop von Gray erwähnt werden (Fig. 13). In das feine Löchelchen des Teiles *A* wurde ein Wassertropfen gebracht, das die Linse bildete. Die Objekte kamen auf die Spitze des Bogelschnabels bei *F*, oder wenn sie sich in Flüssigkeiten befanden, in das Löchelchen bei *C*, welches das Bogelauge bildet. In das Loch *B* kam ein (etwa infusorienhaltiger) Wassertropfen, dessen Inhalt man durch seine eigene konvexe Oberfläche hindurch vergrößert sah, ohne weitere Vergrößerungsapparate.

Dem Typus unserer modernen Mikroskope sehr nahe kommt ein nach den Angaben von Ellis von Cuff angefertigtes Mikroskop (Fig. 14).

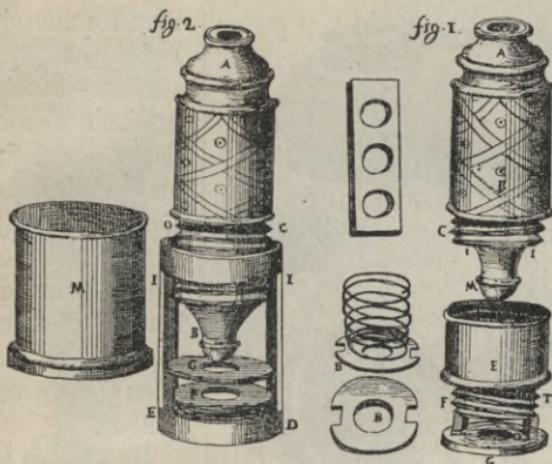


Fig. 11.

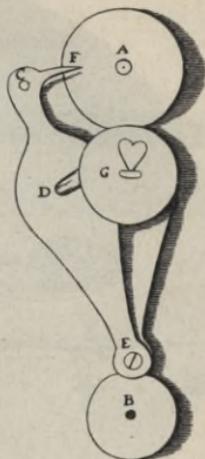


Fig. 13.

MACHINA VII.

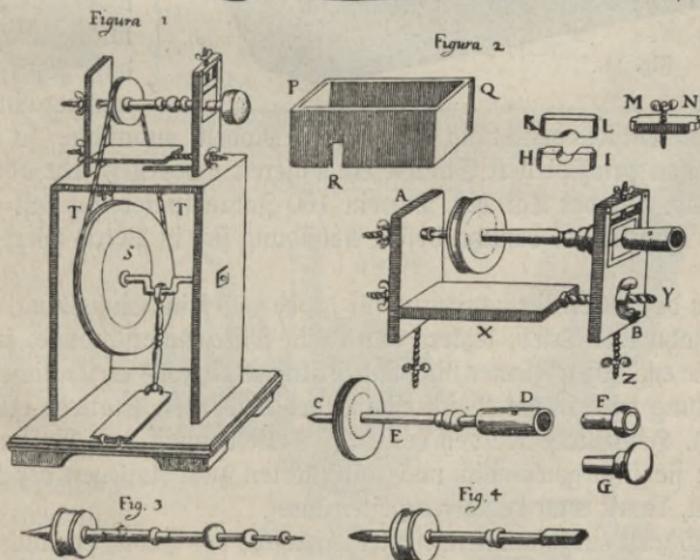


Fig. 12.

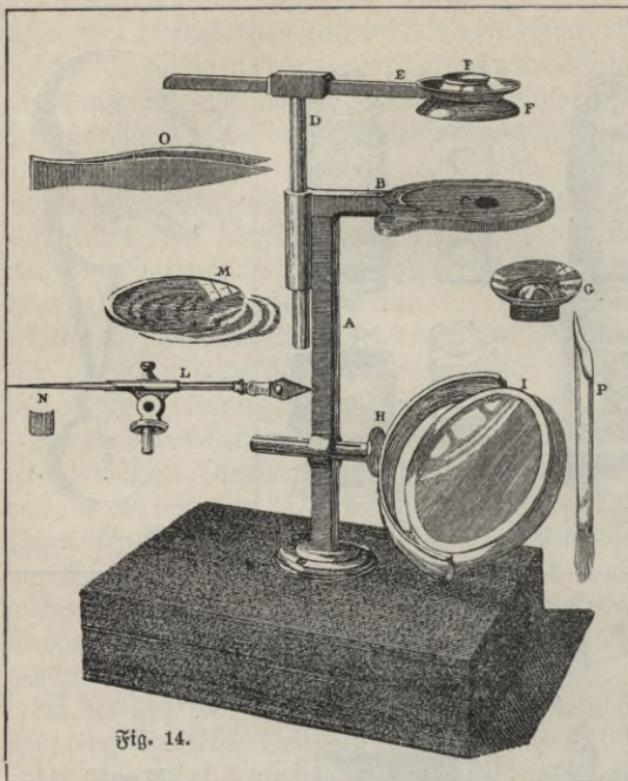


Fig. 14.

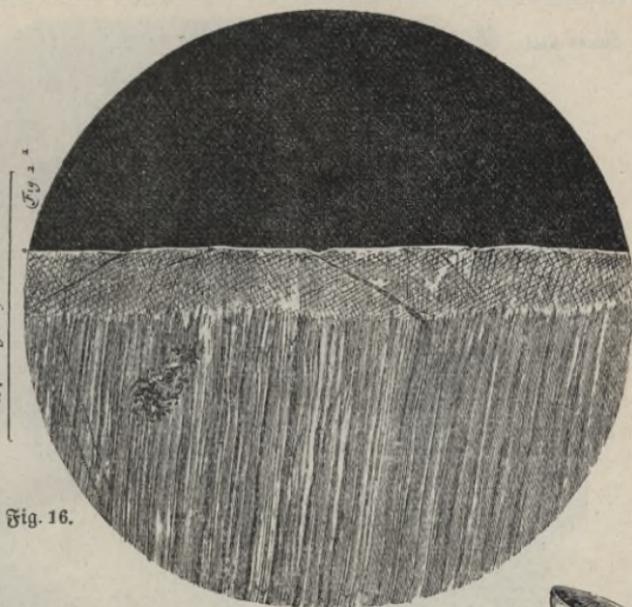
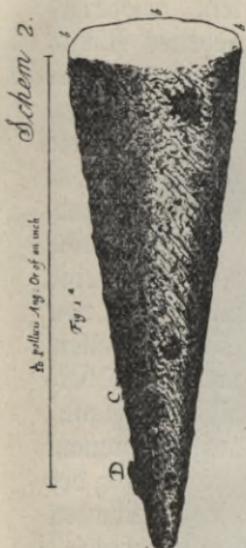
Ellis hat damit über Korallen eine Reihe ganz vorzüglicher Studien gemacht. Wie die Figur zeigt, sind die Linse, der Objektisch und der Spiegel unabhängig voneinander befestigt, der Spiegel ist nach allen Seiten verstellbar.

Wenn man bedenkt, daß die Beleuchtung des Objektes durch eine Sammellinse damals wohl bekannt war, und daß Guff bald nachher eine me-

chanische Einstellvorrichtung an diesem Modell anbrachte, so haben wir in den prinzipiellen Stücken ein unseren modernen sehr ähnliches Mikroskop. In der Tat hat Darwin 100 Jahre später ein fast genau gleiches Instrument benützt, dessen Abbildung sich in Petris Werk S. 78 findet.

Einen doppelten Mechanismus für grobe und feine Einstellung, erstere durch Zahn und Trieb, letztere durch eine Mikrometerschraube, führten zuerst die englischen Firmen Roß und Pritchard ein (das Wesentliche dieser Einrichtung wird in der Beschreibung des modernen Statives erläutert werden). Heutzutage werden derartige Stativbecken meist zum Präparieren benutzt; sie sind gewöhnlich noch mit Platten zum Auslegen der Hände versehen, damit man ruhiger arbeiten kann.

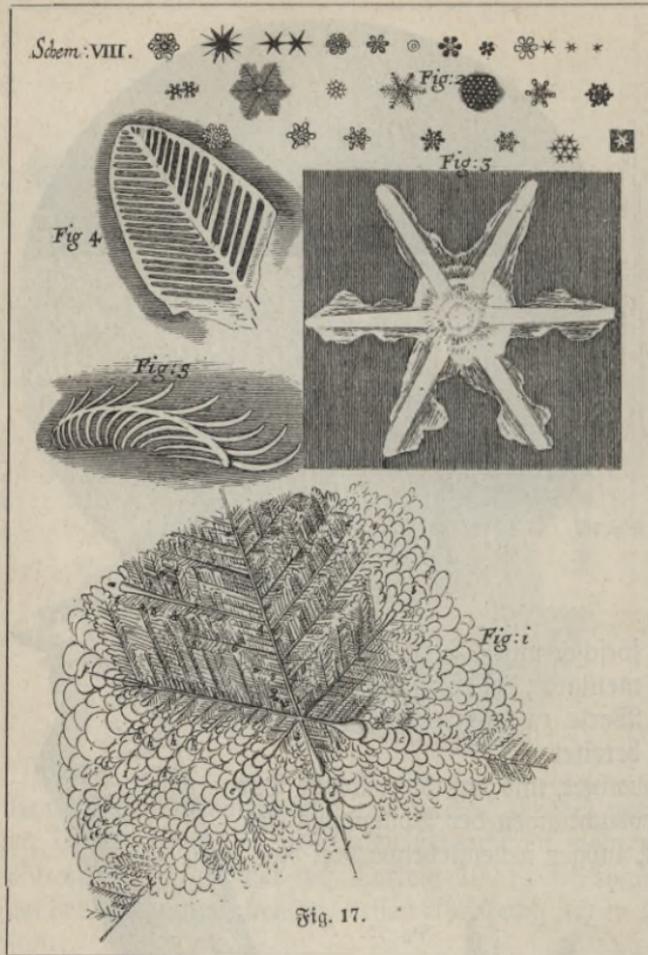
Fig. 15 zeigt ein zusammengesetztes Mikroskop von Hooke, das mit einem sehr zweckmäßigen Beleuchtungsapparat für auffallendes Licht ausgestattet ist. Es wurde verfertigt um 1667. Hooke war ein großer Natur-



forscher und äußerst gewandter Experimentator, dessen vornehm geschriebene Werke zu lesen einen hohen Genuß bereitet.

Wie fein er beobachtet, und daß die bildliche Darstellung seiner Beobachtungen der Vollendung des Textes gleich steht, mögen nebenstehende drei Reproduktionendar-
 tun. Fig. 16 zeigt eine Nadelspitze, einen möglichst feinen Punkt, und die Schneide eines sorgfältig abgezogenen Rasiermessers. Speziell letztere Abbildung, verglichen mit den in diesem Büch-





lein wiedergegebenen Photogrammen der Schneide, geben ein Urteil, wie schön Hooke's Illustrationen sind.

Die folgende Fig. 17 ist eine Abbildung von Schneekristallen und der Oberflächenkristalle auf gefrorenem Urin. Jeder, der die berühmten

Mikrophotogramme von Schneekristallen von Neuhauf kennt, wird erstaunt sein, wie gut Hooke vor etwa 250 Jahren beobachtete!

Eine dritte schöne Beobachtung von Hooke ist die Abbildung

eines Fliegenkopfes (Fig. 18). Dies Objekt ist sehr geeignet, die Wirkung verschieden auffallenden Lichtes zu zeigen, und Hooke's Worte sind bezeichnend für die Gewissenhaftigkeit, mit der er zu untersuchen pflegte: „Then examining it according to my usual manner by varying the degrees of light and altering its position to each kinde of light . . .“

Hooke sah sogar die Spiegelbildchen gegenüberliegender Objekte auf der Cornea des Fliegenauges. Die Abbildungen sind $\frac{1}{3}$ Größe der Hooke'schen Originale.

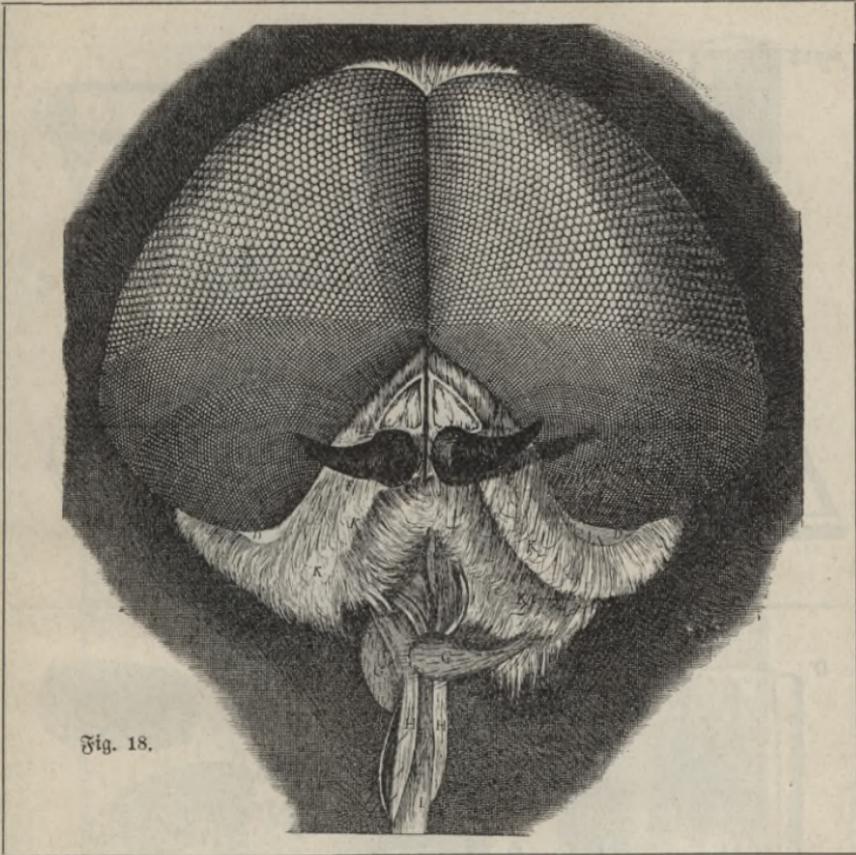


Fig. 18.

Hooke's Mikroskop hatte drei bikonvexe Linsen. Berühmt wegen seiner guten Mikroskope war Griendl von Ach, der plankonvexe Linsen nach dem Vorgang des Italieners Divini zu Paaren vereinigte. Die konvergen Seiten der Linsen waren einander zugekehrt, und das ganze optische System bestand aus drei Paaren. Eine außerordentlich wichtige und interessante Quelle für die Geschichte des Mikroskops ist der „Oculus artificialis“ des Johannes Zahn (1685). Anfänglich waren die zusammengesetzten Mikroskope nur für auffallendes Licht, z. B. das Hooke'sche Instrument. Bald aber konstruierte man solche für durchfallendes. Fig. 19 zeigt ein solches nach Bonanni (1691). Nachstehende Abbildung, Fig. 20, ist die Reproduktion einer vorzüglichen Illustration Bonannis, Schmetterlingsschuppen mit ihren Streifungen darstellend.

pag 28

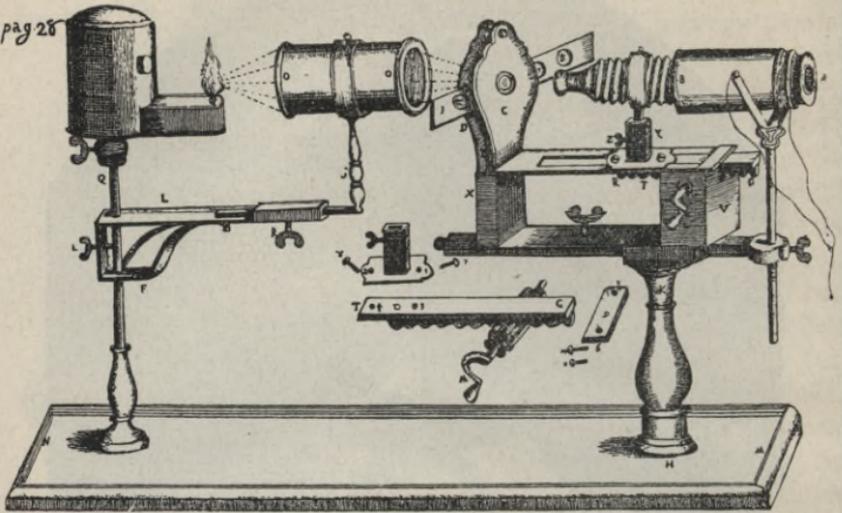


Fig. 19.

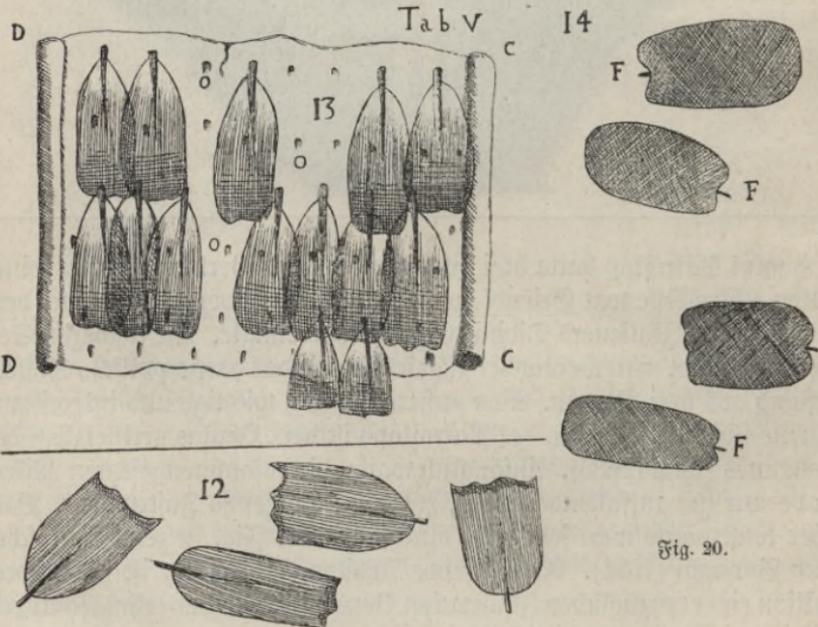


Fig. 20.

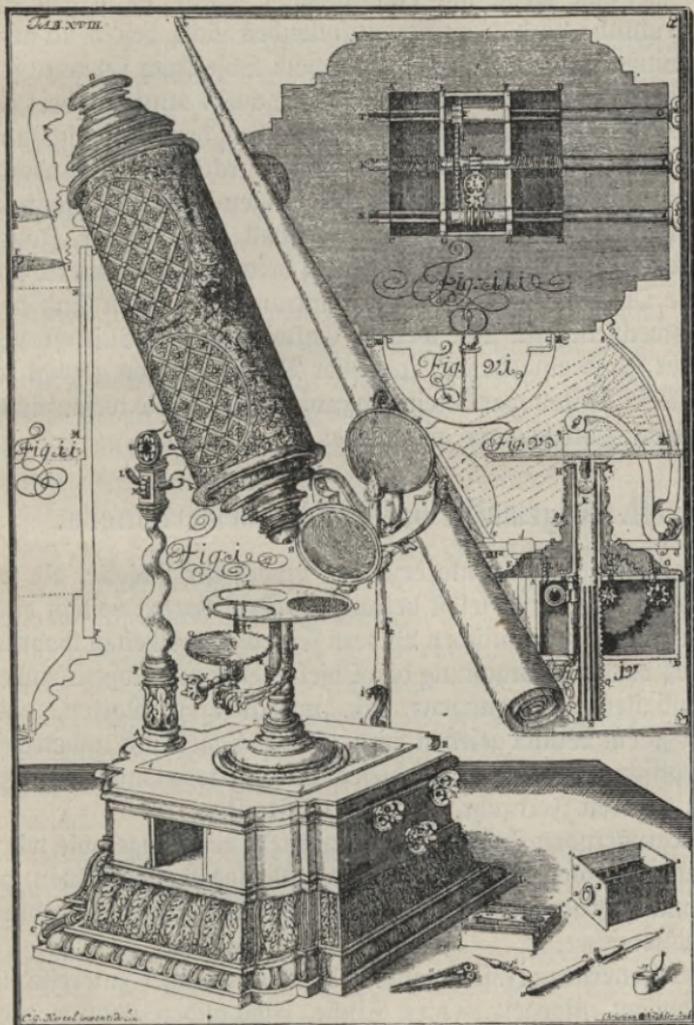


Fig. 21.

Alle wesentlichen bis zum Anfang des 18. Jahrhunderts gemachten Fortschritte vereinigt das Mikroskop des deutschen Professors Hertel. Wie Fig. 21 zeigt, hat es einen umlegbaren Tubus; der Objektisch hat eine durchsichtige, eine weiße und eine schwarze Platte, es ist eine Beleuchtungsrichtung vorhanden für auffallendes Licht, bestehend aus Spiegel und Linse, und ein Spiegel unter dem Objektisch für durchfallendes Licht. Die Bewegung des Objektisches geschieht durch die drei vorn am Kasten des Mikroskops angebrachten Schrauben, der Objektisch kann durch eine derselben gehoben und gesenkt werden, durch die beiden anderen wird er in zwei aufeinander senkrechten Richtungen in der Horizontalen verschoben. In England machten sich Marshall, Cuff, Baker, Jones usw. durch ihre Mikroskope bekannt. Marshall besonders konstruierte stark vergrößernde Objektive und gab seinen Instrumenten einen Satz derselben zum Auswechseln mit. Die weitere Entwicklung des Mikroskopes kann nur an der Hand eingehender spezieller Beschreibungen gezeigt werden. In Hertels Mikroskop war bereits, in großen Zügen, die wesentliche Form des heutigen Instrumentes angedeutet.

II. Allgemeine optische Vorbemerkungen.

Die optischen Instrumente erzeugen Bilder der Objekte, die wir mit Vorteil an Stelle dieser selbst betrachten. Der Vorteil besteht entweder darin, daß wir in den optischen Bildern feinere Einzelheiten wahrnehmen können als bei der Betrachtung der Objekte selbst mit bloßem Auge unter den günstigsten Bedingungen; daß, mit anderen Worten, das Bild unter größerem Winkel gesehen wird, als das Objekt mit unbewaffnetem Auge. Optische Instrumente mit dieser Wirkung nennt man vergrößernde; zu ihnen gehören Fernrohr, Lupe und Mikroskop.

Die vergrößernden Instrumente vermitteln dem Auge, wie wir weiter unten sehen werden, auch eine größere Menge von Strahlen, als das Auge ohne Instrument aufnehmen könnte. Sie machen hierdurch das Bild inhaltsreicher.

Die verkleinernden Instrumente haben hier weniger Interesse für uns. Sie wirken im entgegengesetzten Sinne. Eine andere Gruppe von optischen Instrumenten ändert nur die Richtung der vom Objekt kommenden Büschel. Das einfachste Beispiel hierfür ist der ebene Spiegel, wie er in jedem Hause vorhanden ist. Er ändert nichts an dem Winkel, unter dem wir das Objekt sehen, er vergrößert oder verkleinert also nicht, und er

ändert auch nichts an der Menge der Strahlen, die von den Objektpunkten ins Auge gelangen. Er ändert also auch den Inhaltsreichtum des Bildes nicht. Er knickt nur die Bündel, die vom Objekt in unser Auge gelangen, und bewirkt hierdurch, daß wir statt des Objektes ein optisches Bild desselben sehen, das sich an einem anderen, für den betreffenden Zweck günstigeren Ort befindet. Optische Instrumente mit dieser Wirkung nennt man „wiederholende“.

Natürlich kann man beide Arten der Wirkung in einem Instrument kombinieren.

Die Wirkung der optischen Instrumente, die uns hier interessieren, beruht auf der Ablenkung des Lichtes durch Beugung, Spiegelung oder Brechung. Jeder für unseren Gesichtssinn wahrnehmbare Objektpunkt wird dadurch sichtbar, daß von ihm Licht ausgeht. Er kann entweder selbst leuchten oder für die auf ihn treffenden Lichtwellen ein Störungszentrum sein, von dem eine neue Lichtwelle ausgeht. In der praktischen Mikroskopie haben wir fast immer mit dem letzteren Falle zu tun. Man kann sich die Wirkung eines beleuchteten Punktes als Störungszentrum durch einen einfachen Versuch am Wasser veranschaulichen. Man werfe in der Nähe eines im Wasser freistehenden Pfahles einen Stein in dasselbe. Von dem Ort, wo der Stein einfiel, geht eine Welle aus, und sobald sie den Pfahl erreicht, geht von diesem eine neue Welle aus, deren Zentrum der Pfahl als Störungszentrum ist. Die Aufgabe aller bildzeugenden optischen Instrumente ist, die von einem Punkt, dem Objektpunkt, ausgehenden Wellen im Bildpunkt wieder zu vereinigen. Dies geschieht dadurch, daß die von dem Objektpunkt ausgehenden verschiedenen Richtungen der Welle, die sogenannten Strahlen, im optischen Instrument so abgelenkt werden, daß sie im Bildraum wieder nach einem Punkt zielen.

Das beleuchtete Objekt gibt dem beleuchtenden Lichte durch Beugung, Brechung oder Spiegelung neue Richtungen. Für die Abbildung im strengen Sinne kommt nur das von den Objektpunkten abgebeugte Licht in Frage. Die Wirkung der optischen Instrumente, die uns hier angehen, beruht auf der Ablenkung des Lichtes durch Spiegelung oder Brechung im optischen Instrument.

Fig. 22 zeigt den Vorgang durch Spiegelung. Auf die spiegelnde Fläche RF soll Licht in der Richtung AB einfallen. Es wird in der Richtung BC weitergespiegelt. Die neue Richtung findet man, indem man die Senkrechte DB , das Einfallslot in B , errichtet. Der einfallende und der ge-

Spiegelte Strahl liegt zusammen mit dem Einfallslot in einer Ebene, und der Einfallswinkel α ist gleich dem Reflexionswinkel γ . Von einem Objektpunkt geht aber nicht nur eine Richtung, sondern eine große Anzahl von Strahlen verschiedener Richtung in den Raum hinaus, und die Gesamtheit aller Strahlen, die von einem Punkte ausgehen, stellt auch die Gesamtheit seiner optischen Daseinsäußerungen dar. Je mehr von diesen optischen Daseinsäußerungen dem Bildpunkt vermittelt wird, desto inhaltsreicher, und

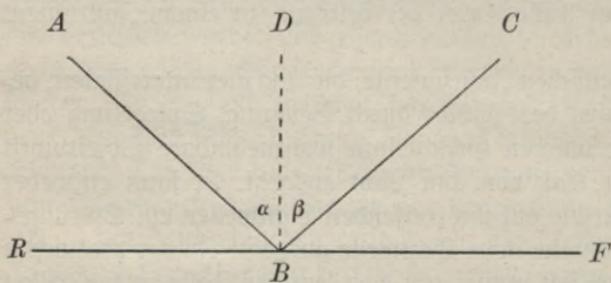


Fig. 22.

unter gewissen Voraussetzungen objekttreuer, wird die Abbildung. Man wird also daran denken, ein Instrument zu bauen, das aus einer genügend großen Anzahl von kleinen Elementar-

spiegelchen besteht, deren jedes die auf ihn einfallende, vom Objektpunkt kommende Lichtrichtung nach dem Bildpunkt spiegelt. Natürlich wird man in Wirklichkeit nicht einzelne Elementarspiegelchen von hinreichender Kleinheit zum Instrument zusammensetzen können, sondern man wird stetig gekrümmte Flächen von geeigneter geometrischer Form wählen. Es gibt verhältnismäßig einfache Spiegelformen, die die oben aufgestellte Bedingung erfüllen. Fig. 23 zeigt den Vorgang. Der Spiegel S bildet den Objektpunkt O im Bildpunkt O' ab. Wenn O' der Objektpunkt wäre, würde er nach dem Gesetz der Umkehrbarkeit der optischen Vorgänge in O als dem Bildpunkte abgebildet. Was für die beiden in der Fig. 23 ausgezeichneten Strahlen gilt, besteht natürlich auch für alle anderen von O ausgehenden Strahlen, die den Spiegel überhaupt treffen.

Ganz ähnlich kann durch die Brechung eine Abbildung zustandekommen. Fig. 24. AB sei wiederum der auf die Grenzfläche RF einfallende Strahl. Diesmal wird er nicht gespiegelt, sondern er dringt aus dem Medium mit dem ersten (kleineren) Brechungsindex in das Medium mit dem größeren Brechungsindex ein. Ähnlich wie oben konstruieren wir wieder das Einfallslot DB und wir nennen den Winkel α , den der Einfallsstrahl mit dem Einfallslot bildet, den Einfallswinkel, den Winkel zwischen gebrochenem Strahl und Einfallslot β den Brechungswinkel. Es gilt dann das

Gesetz $n_a \cdot \sin \alpha = n_b \cdot \sin \beta$. Ganz ähnlich wie oben können wir die Grenzfläche zweier Medien von verschiedenem Brechungsindex so krümmen, daß die vom Objektpunkt kommenden auf sie einfallenden Strahlen hinter ihr nach dem Bildpunkt zielen. Das ist in Fig. 25 dargestellt. Alles andere stimmt in den beiden Figuren überein, nur die Fläche ist diesmal nicht mit S (Spiegelung), sondern mit B (Brechung) bezeichnet. Eine derartige Abbildung nennt man eine punktuelle, und der Fall einer der-

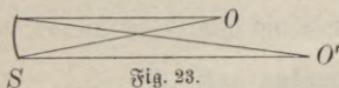


Fig. 23.

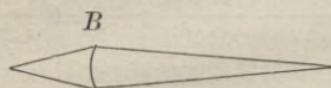


Fig. 25.

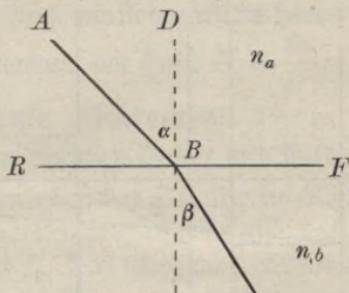


Fig. 24.

artigen Abbildung läßt ganz allgemeine Ableitungen über die optischen Systeme zu, die derartige leisten.

Im folgenden werden, besonders bei der Besprechung der Lagen- und Größenbezeichnungen zwischen Objekt und Bild, diese Gesetze in ihrer einfachsten Form erwähnt.

Als Beugung bezeichnet man die Erscheinung der Ablenkung und spektralen Zerlegung des Lichtes beim Durchgang durch genügend feine Strukturen. Für unsere Zwecke kommt vor allem die Beugung des Lichtes durch die Objektstruktur in Frage.

III. Die Optik der Lupe und des Mikroskopes.

Lupe und Mikroskop erzeugen optische Bilder der Außenwelt, in denen die Objekteinzelheiten vergrößert erscheinen. Diese Bilder werden dem Auge dargeboten und sie ersetzen für dasselbe die Objekte. Die Wirkung optischer Instrumente hat nur dann einen Sinn und sie kann nur verstanden werden, wenn wir das Zusammenwirken von Instrument und Auge betrachten. Bei der Lupe und beim Mikroskop haben wir das oft besonders zu berücksichtigen. Nach dem Vorgang Moritz v. Rohr's teilt man die Besprechung optischer Instrumente zweckmäßig ein in

1. Lagen- und Größenbeziehungen zwischen Objekt und Bild,
2. Strahlenbegrenzung,
3. Strahlungsvermittlung und
4. Verwirklichung der Abbildung.

Dem Zweck und dem Umfang dieses Büchleins entsprechend, können wir hier nicht auf alle diese Punkte gründlich eingehen. Mehr als in diesem Büchlein ist in dem im selben Verlage erschienenen Buch des Verfassers,

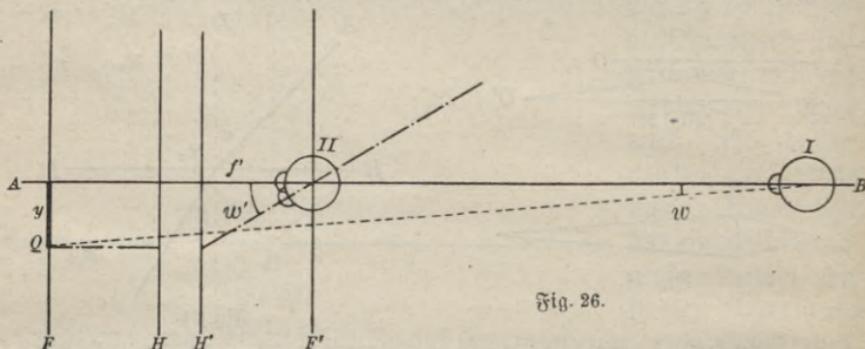


Fig. 26.

„Wirkungsweise und Gebrauch des Mikroskops und seiner Hilfsapparate“, über diese Dinge gesagt.

A. Die einfache Lupe.

Fig. 26 zeigt, wie wir auf sehr einfache Weise aus den Lagen- und Größenbeziehungen die Vergrößerungszahl der Lupe ableiten können. Das Objekt y wird einmal von dem unbewaffneten Auge in I betrachtet, das andere Mal mit Hilfe einer Lupe vom Augenort II aus. Maßgebend für den Ort des Auges ist sein Drehpunkt. Von I aus sehen wir die Objektstrecke y unter dem Winkel w . Der Abstand des Auges vom Objekt soll im ersteren Fall mit l bezeichnet werden (der Buchstabe ist in der Figur nicht angegeben). Dann ist $\operatorname{tg} w = \frac{y}{l}$, und dieser Wert ist ein Maß für die scheinbare Objektgröße, die wir bei der Betrachtung mit bloßem Auge aus dem Abstand l wahrnehmen. Bei der Betrachtung mit der Lupe befindet sich das Objekt in der vorderen Brennebene der Lupe, dieselbe ist durch ihre beiden Hauptebenen in H und H' und ihre beiden Brennebenen in F und F' angedeutet. Ein im Objektraum achsenparalleler Strahl geht im Bildraum durch den Brennpunkt des Systems. Der ausgezogene Strahl, der von O ausgeht, nimmt also hinter der Lupe im Bildraum

eine neue Richtung an und der Bildpunkt O' erscheint dem lupenbewaffneten Auge in einer neuen Richtung. Die Objektstrecke y erscheint nun unter dem größeren Gesichtswinkel w' , und aus Fig. 26 folgt, daß $\tan w' = \frac{y}{f'}$. Wenn wir das, was ohne Lupe zu sehen ist, mit dem vergleichen, was wir durch die Lupe sehen, dann ergibt sich $N = \frac{y}{f'} \cdot \frac{l}{y} = \frac{l}{f'}$. Die Vergrößerungszahl N der Lupe ist also das Verhältnis der kleinsten Entfernung l , aus der wir mit bloßem Auge einen Gegenstand sehen, zu der Brennweite der Lupe. Beim normalen Auge mittleren Alters haben wir $l = 25$ cm. Es ist also die Vergrößerungszahl der Lupe $N = \frac{25}{f'}$.

B. Das zusammengesetzte Mikroskop.

1. Lagen- und Größenbeziehungen zwischen Objekt und Bild.

Beim zusammengesetzten Mikroskop entwirft das Objektiv im Abstand Δ von seiner hinteren Brennebene ein reelles vergrößertes Bild des Objekts. Die Brennweite des Objektivs sei f_1 . Das Größenverhältnis vom Bild y zum Objekt y' ist in diesem Fall $\frac{y}{y'} = \frac{f_1'}{x'}$. Hiermit ist die Vergrößerungszahl des im Tubus liegenden, vom Objektiv allein entworfenen Zwischenbildes gegeben. Dies Bild wird mit dem Okular ähnlich wie mit einer Lupe betrachtet und die Vergrößerungszahl N , die die Gesamtwirkung des Mikroskops angibt, wird gefunden, wenn man die Lupenvergrößerung des Okulars noch zu der Objektivvergrößerung hinzufügt. Die Äquivalentbrennweite des Okulars ist f_2 . Wir bekommen dann $N = \frac{\Delta}{f_1'} \cdot \frac{25}{f_2'}$.

Die Immersionsobjektive haben zwei Brennweiten, eine im Objekt- raum, in Wasser, Öl, Glycerin oder Monobromnaphthalin, und die andere kleinere im Bildraum in Luft. Die größere im Objektraum mit höherem Brechungsindex vorhandene wird dadurch auf Luft reduziert, daß man sie mit dem Brechungsindex des betreffenden Mediums gegen Luft dividiert. Hier ist immer die auf Luft bezogene sogenannte reduzierte Brennweite gemeint. Bei der Mikroprojektion entwirft das Okular ein reelles Schlußbild des Zwischenbildes auf dem Schirm, der im Abstand A von der hinteren Brennebene des Okulars stehen soll. In diesem Fall haben wir die Vergrößerungszahl $N = \frac{\Delta}{f_1'} \cdot \frac{A}{f_2'}$. Im allgemeinen genügt es, die Strecke A vom Okulardeckel bis zum Projektionschirm zu messen. Die

optische Tubuslänge Δ entspricht infolge der Konstruktion der mechanischen Teile einer gewissen sogenannten mechanischen Tubuslänge. Dieselbe wird von der Auflagefläche der Objektivfassung am unteren Tubusende bis zur Auflagefläche des Okulardeckels am oberen Tubusende gemessen. Sie muß besonders beim Arbeiten mit starken Objektiven von

größerer numerischer Apertur genau eingehalten werden, andernfalls wird die Bildgüte beeinträchtigt.

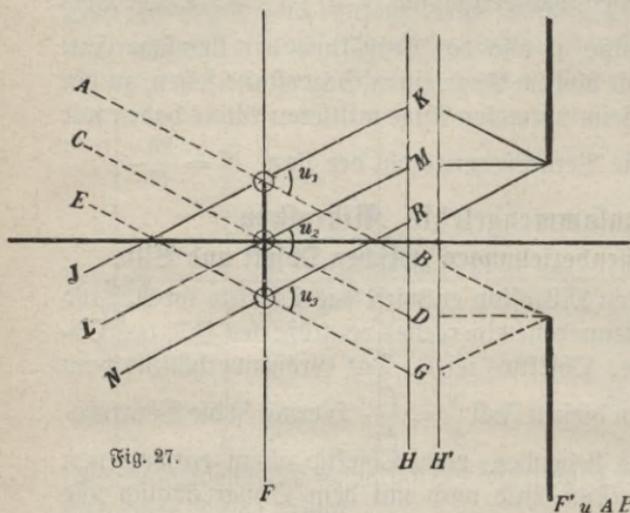


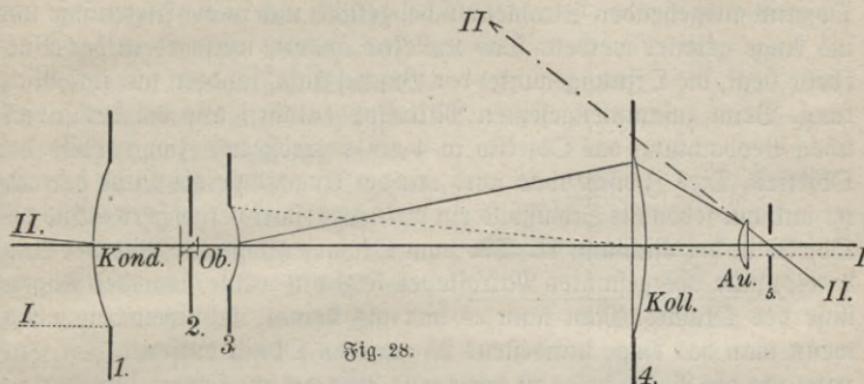
Fig. 27.

2. Die Strahlenbegrenzung.

Die strahlenbegrenzende Öffnung für den Objektraum bewirkt, daß von der Gesamtstrahlung des Objekts nur ein gewisser Teil ins Instrument gelangt.

Beim Mikroskop ist die Eintrittspupille ein in weiter Ferne vor dem Objektiv liegendes Bild der Austrittspupille des Objektivs, die in seiner hinteren Brennebene liegt. Der Grund hierfür ist in Fig. 27 dargestellt. Die Objektpunkte, angedeutet durch die kleinen Kreise in F sollen alle mit gleichem Öffnungswinkel abgebildet werden. Es soll sein $\sphericalangle u_1 = \sphericalangle u_2 = \sphericalangle u_3$. Dann muß aber sein $AB \parallel CD \parallel EG$ und $JK \parallel LM \parallel NR$. Im Objektraum parallele Strahlen schneiden sich in der hinteren Brennebene in einem Punkt. Strahlen, die vom hinteren Brennpunkt oder einem Punkt der hinteren Brennebene ausgehen, verlaufen im Objektraum parallel. Hieraus folgt, daß die Eintrittspupille des Objektivs im Unendlichen liegen muß und die Austrittspupille AP in der hinteren Brennebene F' . Nur in diesem Falle werden alle Objektpunkte mit gleichem Öffnungswinkel abgebildet. Über die Lagen- und Größenbeziehungen zwischen Objekt und Bild und die Strahlenbegrenzung beim zusammengesetzten Mikroskop gibt Fig. 28 Aufschluß. In der Figur ist, zusammen mit dem Mikroskop, auch der gewöhnliche Hellfeld-Kondensator gezeichnet. Es genügt, hier vorderhand zu sagen, daß das Objekt in seiner hinteren

Brennebene liegt. Die Blenden, die die Öffnung der Büschel begrenzen, heißen Aperturblenden oder Pupillen. Die das Bildfeld begrenzenden Blenden heißen Luken. Die für den Objektraum geltenden Öffnungen werden mit dem Wort „Eintritts . . .“ bezeichnet. Wir haben also im Objektraum Eintrittspupille und Eintrittsluke. Die entsprechenden



Öffnungen im Bildraum heißen Austrittspupille und Austrittsluke. Pupillen und Luken sind einander je als Objekt und Bild konjugiert.

Die Konstruktion der Fig. 28 geht aus den oben besprochenen Gesetzen über die Lagen- und Größenbeziehungen zwischen Objekt und Bild hervor. Es ist aber auch gleich auf die Pupillen und Luken Rücksicht genommen worden. Die Lichtbewegung geht von links nach rechts. Das zusammengesetzte Mikroskop besteht aus dem Kondensator, dem Objektiv, dem Kollektiv und der Augenlinse. In 2 befindet sich das Objekt. Seine Ausdehnung wird durch die Öffnung der in 2 befindlichen Blende angedeutet. Für die Konstruktion wählen wir zwei besonders geeignete Strahlen aus. Der punktierte Strahl ist der Randstrahl des axialen Büschels und der ausgezogene Strahl der Hauptstrahl des schiefen Büschels. Die optische Achse ist stark ausgezogen. Der punktierte Strahl gibt die Gestalt des axialen Büschels an, der ausgezogene die Richtung eines schiefen Büschels, dargestellt durch seinen Hauptstrahl. Das Objektiv entwirft in 4 ein Bild des in 2 befindlichen Objektes. Die Lage dieses Bildes wird bestimmt durch den Schnittpunkt des Randstrahles des axialen Büschels (punktiertes Strahl) mit der Achse. Die Größe des Bildes bestimmt der Hauptstrahl des schiefen Büschels. Das in 4 entworfene vergrößerte Bild des Objektes wird mit der Augenlinse (Au) als Lupe betrachtet. Der Einfachheit halber wollen wir in 4 zunächst eine Matt-

scheibe annehmen und die mit „*Koll.*“ bezeichnete Linse wegdenken. Das auf der Mattscheibe in 4 liegende Bild kann ohne weiteres mit der Lupe *Au* betrachtet werden. Wenn man die Mattscheibe wegnimmt, gelangt nur ein Teil der Hauptstrahlen und somit der Büschel in die Augenlinse. Mit Hilfe des in 4 angedeuteten Kollektivs erreicht man, daß alle vom Objektiv ausgehenden Strahlenbüschel geknickt und in die Augenlinse und ins Auge geleitet werden. Das Kollektiv ändert, wenn es in der Bildebene liegt, die Öffnungswinkel der Büschel nicht, sondern nur ihre Richtung. Beim zusammengesetzten Mikroskop entwirft also bei der subjektiven Beobachtung das Objektiv in 4 ein vergrößertes Zwischenbild des Objektes. Dies Zwischenbild wird mit der Augenlinse als Lupe betrachtet und wir sehen als Schlußbild ein virtuelles, stark vergrößertes Bild des Objekts in der Richtung II. Das vom Okular entworfene Bild der Austrittspupille des gesamten Mikroskopes liegt ein wenig über der Augenlinse des Okulars. Man kann es hier als kleines Lichtscheibchen sehen, wenn man das Auge mindestens 25 cm vom Okular entfernt. Die Eintrittsluke des Mikroskopes ist das reelle Bild der im Okular sitzenden sogenannten Gesichtsfeldblende, das in der Objektebene entworfen wird. Meist ist diese Blende kreisförmig, gelegentlich hat sie aber auch andere Gestalt. Ehrlich hat für die Zählung der Blutkörperchen eine quadratische Blende angegeben. Die Lehre von der Strahlenbegrenzung gibt uns eine Vorstellung von der geometrischen Gestalt der Büschel, die vom Objektpunkt ins Objektiv gelangen. Die Lehre von der Strahlungsvermittlung gibt uns ein Maß für die Menge der in diesem Büschel enthaltenen Strahlen.

3. Die Strahlungsvermittlung.

Fig. 29 zeigt, wie wir uns auf Grund einfacher Überlegung ein Maß hierfür verschaffen können. Der Punkt *O* sendet Licht aus. Er befindet sich in dem Medium *I* mit dem Brechungsindex n_a . Das Objektiv befindet sich in dem Medium *II* mit dem Brechungsindex n_b . Beide Medien grenzen in einer senkrecht zur optischen Achse liegenden Ebene *G* aneinander. Wenn wir $a = b$ haben, geht der Randstrahl des Büschels geradlinig vom Objektpunkt *O* in das Objektiv in der Richtung *OPR*. Wenn aber $a > b$, dann wird *OP* im Medium mit niedrigerem Brechungsindex vom Einfallslot weggebrochen und der Strahl geht in der Richtung *PR'* weiter, er kommt also nicht mehr in das Objektiv und geht der Abbildung verloren. Durch die Brechung an der ebenen Fläche *G* ist ein virtueller Bildpunkt *O'* des Objektpunktes *O* entstanden. Derselbe wird durch Rückwärtsverlänge-

zung des gebrochenen Strahles gefunden. Diese Abbildung ist mit sphärischer Aberration behaftet. Hiervon wird späterhin gesprochen werden. Augenscheinlich ist der Inhalt des Bündels mit dem Winkel β derselbe, wie derjenige des Bündels mit dem Winkel α . Nur ist im letzteren Falle das Bündel weiter geöffnet. Der Winkel allein ist also kein Maß für den Inhalt der Bündel.

Das Brechungsgesetz besagt, daß $n_a \cdot \sin \alpha = n_b \cdot \sin \beta$. Das Produkt aus Brechungswinkel und Brechungsindex bleibt also konstant, und dieser Ausdruck ist ein allgemein gültiges Maß für den Inhalt eines Bündels, einerlei in welchem Medium es verläuft. Wir können also Mikroskopobjektive, einerlei ob sie an Luft, Wasser, Öl oder irgend sonst ein Medium grenzen, ohne weiteres miteinander vergleichen mit Hilfe dieses Ausdrucks $n \cdot \sin \alpha$, den wir nach Abbe die numerische Apertur nennen. Aus dem Gesagten geht

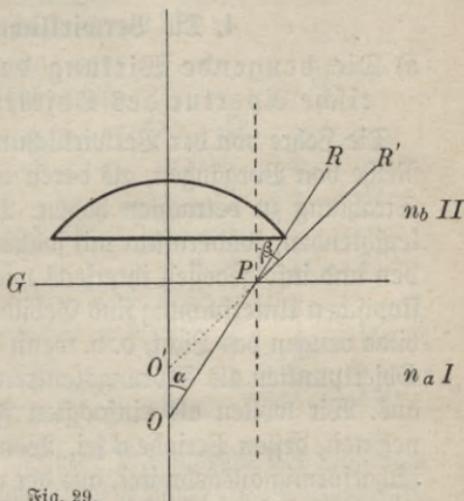


Fig. 29.

hervor, daß es von Vorteil ist, den ganzen Objektraum mit einem Medium von hohem Brechungsindex zu erfüllen. Weiter muß die halbkugelförmige Frontlinse des Objektivs denselben Brechungsindex haben. Um das zu erreichen, hat man Immersionsysteme gebaut, bei denen der ganze Objektraum mit einem Medium von hohem Brechungsindex erfüllt ist. Bei Wasser, das den Brechungsindex $n = 1,33$ hat, ist man bis zu einer numerischen Apertur $A = 1,25$ gekommen, bei Zedernholzöl, dem üblichen Immersionsmedium von $n = 1,51$ bis $A = 1,40$ und bei Monobromnaphthalin von $n = 1,65$ bis $A = 1,60$. Die Helligkeit des mikroskopischen Bildes auf dem Schirm ist proportional der Flächengröße der Austrittspupille, und diese ist proportional dem Quadrat der numerischen Apertur. Bei der subjektiven Beobachtung bleibt die relative Bildhelligkeit so lange konstant, als die Austrittspupille des Mikroskops größer ist als die (hier als unveränderlich angenommene) Eintrittspupille des Auges. Wenn jene kleiner wird als diese, haben wir dieselben Verhältnisse wie bei der Projektion des Bildes auf den Schirm, d. h. unter sonst gleichen Umständen ist der Durchmesser der Austrittspupille umgekehrt proportional der Ver-

größerung, es verhalten sich also auch zwei Bildhelligkeiten zueinander umgekehrt, wie die Quadrate der ihnen eigentümlichen Vergrößerungen.

Die Lehre von der Strahlungsvermittlung sagt etwas aus über die Anzahl der Strahlen oder die Energiemenge, die das Mikroskopobjektiv aufnimmt und dem Bildpunkt vermittelt.

4. Die Verwirklichung der Abbildung.

a) Die beugende Wirkung der Objektstrukturen, die numerische Apertur des Objektivfächers und des Objektivs.

Die Lehre von der Verwirklichung der Abbildung bezieht sich auf eine Reihe von Vorgängen, als deren ersten wir die vom Objekt ausgehende Strahlung zu betrachten haben. Wir wollen uns hier nicht mit selbstleuchtenden, sondern nur mit solchen Körpern befassen, die bestrahlt werden und infolgedessen ihrerseits wieder strahlen. Die Objekte der mikroskopischen Untersuchung sind Gebilde mit feiner Struktur. Derartige Gebilde beugen das Licht, d. h. wenn das Licht auf sie fällt, gehen von den Objektpunkten als Störungszentren neue Richtungen der Lichtbewegung aus. Wir wollen als einfachsten Fall denjenigen eines Parallelgitters nehmen, dessen Periode d sei. Wenn Licht durch ein Gitter geht, wird es fächerförmig ausgebreitet, aus der ursprünglichen Richtung werden mehrere neue, wie das in Fig. 30 angedeutet ist. Die neuen Richtungen, mit $m_0; 1; 2; 3$ bezeichnet, nennt man Maxima. n ist der Brechungsindex des Mediums, in dem der Beugungsvorgang zustande kommt. Der Winkel eines Maximums mit dem nullten, d. h. der Fortsetzung der ursprünglichen Richtung hinter der beugenden Struktur ist dann $\sin u_m = m \cdot \frac{\lambda_0}{n \cdot d}$.

λ_0 ist die absolute Wellenlänge des Lichtes, d die Gitterkonstante und m die Ordnungszahl des betreffenden Maximums. Wenn man Objekte mit feinen regelmäßigen Strukturen einstellt und das Okular herausnimmt, dann sieht man unten im Tubus in der hinteren Öffnung des Objektivs, und zwar in seiner hinteren Brennebene, die Maxima als helle Lichtflecke, deren Größe mit der Öffnung der Kondensor-Fris, d. h. mit dem Durchmesser des beleuchtenden Büschels wächst und kleiner wird. Die gesamte vom Objekt ausgehende Beugungserscheinung ist sozusagen seine optische Daseinsäußerung, und je mehr von dieser vom Objektiv aufgenommen und dem Bildpunkt vermittelt wird, desto vollständiger und objekttrouer ist auch das Bild. Augenscheinlich ist also das Bild, das vom Mikroskopobjektiv entworfen wird, nur dann so objekttrou und vollkommen,

und A_k ist die numerische Apertur des Kondensors. Die hier beschriebenen Erscheinungen können mit dem Diffraktionsapparat nach Abbe auf sehr einfache und bequeme Weise direkt beobachtet werden. Bei der mikroskopischen Abbildung ist Anzahl und Lage zueinander der verschiedenen Maxima bestimmend für die Abbildung. Es wird hier nicht etwa wie beim gewöhnlichen Sehen oder der gewöhnlichen Makrophotographie

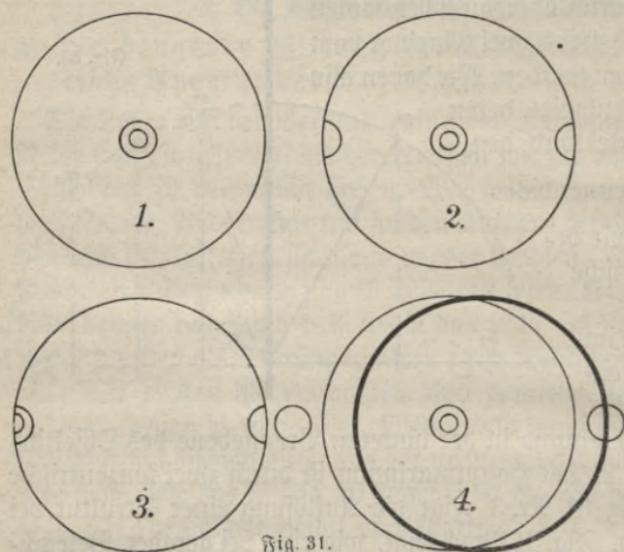


Fig. 31.

ohne weiteres ein genügend objektähnliches Bild erzeugt. Den experimentellen Beweis hierfür ergibt der grundlegende Versuch mit dem Abbeschen Diffraktionsapparat. Wenn das oben Gesagte richtig ist, müssen zwei gleiche Beugungserscheinungen, von dem gleichen Objektiv aufgenommen, dasselbe Bild

erzeugen¹⁾, auch wenn die Objektstrukturen verschieden sind, die sie erzeugt haben. In Fig. 32 II gibt ein Gitter mit der Gitterkonstanten d eine Beugungsercheinung, von der fünf Maxima in das Objektiv eintreten. Ein Gitter von der doppelten Feinheit $d/2$ gibt eine Beugungsercheinung, bei der die Maxima einen wesentlich größeren Winkelabstand haben, so daß hier nur drei Maxima vom Objektiv aufgenommen werden. Wenn wir aus der Beugungsercheinung II die durchstrichenen Maxima herausblenden, müßte also in beiden Fällen dieselbe Struktur als Schlußbild im Mikroskop erscheinen, und zwar das Bild der feineren Struktur $d/2$. Erst Abbe hat mit seinem Diffraktionsapparat bewiesen, daß das tatsächlich der Fall ist. Allerdings sind die beiden Bilder einander nicht in allen Feinheiten absolut gleich, aber der Wert der Intervalle ist derselbe in beiden Bildern. Da bei der Beugung eine spektrale Zerlegung des Lichts stattfindet, zeigen die in der hinteren Brennebene des Objektivs

1) Wenigstens in erster Annäherung.

sichtbaren Maxima farbige Ränder. Sowohl aus der Formel wie aus der einfachen Betrachtung dieser Erscheinung geht hervor, daß unter sonst gleichen Umständen der kurzwellige Teil des Maximums auf einem kleineren Winkelraum ausgebreitet ist als der langwellige. Das Objektiv nimmt also eher den blauen Teil der Maxima auf als den roten, und es wird also mit blauem Licht eher eine Strukturandeutung erhalten als mit rotem, oder, je kürzer die Wellenlänge, desto besser die Auflösung. Besonders bei der Einstellung von Diatomeen, wenn man helles Licht zur Beleuchtung nimmt und die Kondensoriris ziemlich eng zuzieht, sieht man, daß der zentrale, d. h. nach der

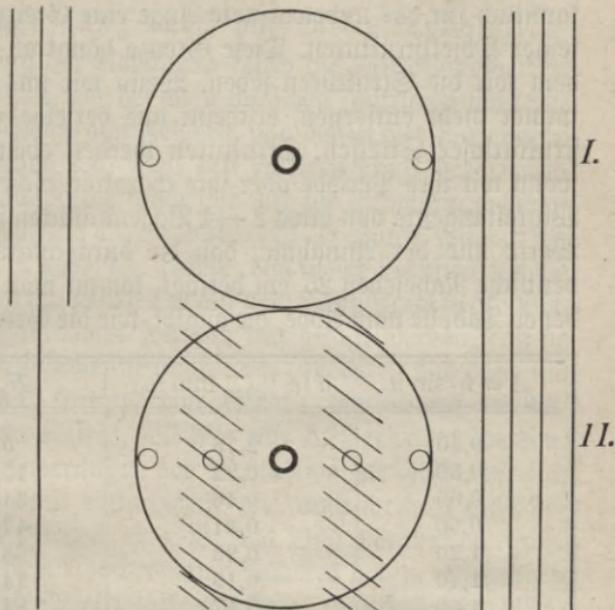


Fig. 32.

optischen Achse zu liegende Teil der Maxima einen blauen Rand hat, während der nach außen liegende rot ist. Natürlich kommt, wie schon oben erwähnt, niemals die gesamte Beugungsercheinung ins Mikroskopobjektiv, und das, was wir im Bilde sehen, ist eine Erscheinung, die von der Objektstruktur hervorgerufen und von der numerischen Apertur des Objektivs modifiziert wird, aber durchaus nicht die Objektstruktur selbst im strengen Sinne des Wortes. Je schwächer die Vergrößerung, je gröber die Objektstruktur, je größer die numerische Apertur des Objektivs, je kürzer die Wellenlänge des Lichtes und je höher der Brechungsindex des Mediums, in dem die Beugungsercheinung zustande kommt (und bis zum Objektiv verläuft), desto vollständiger und objekttrouer ist die Abbildung. Hieraus geht hervor, daß uns eine Reihe von Mitteln zu Gebote steht, unser mikroskopisches Bild inhaltsreicher und objektähnlicher zu machen.

b) Die „förderliche“ Vergrößerung.

Aus dem eben Gesagten und einigen hier kurz zu erwähnenden Eigenschaften des menschlichen Auges können praktisch wichtige Regeln für die Grenzen der förderlichen Vergrößerung abgeleitet werden. Es gibt bekanntlich für das unbewaffnete Auge eine Grenze der Wahrnehmbarkeit feiner Objektstrukturen. Diese Grenze hängt ab von dem Winkel, unter dem wir die Strukturen sehen. Wenn wir uns z. B. von einem Zaun immer mehr entfernen, erscheint uns derselbe zuletzt als gleichmäßiger strukturloser Streifen. Strukturen werden eben noch wahrgenommen, wenn wir ihre Periode oder ihre charakteristischen Elemente unter einer Winkeltangente von etwa 2 — 4 Bogenminuten sehen. Auf Grund dieser Werte und der Annahme, daß die durchschnittliche Sehweite für das deutliche Nahesehen 25 cm beträgt, kommt man zu der hier wiedergegebenen Tabelle nach Abbe, die angibt, wie die Grenze der förderlichen Ver-

$A = n \cdot \sin u$	d in $\frac{1}{1000}$ mm (μ)	N_2	N_4
0,10	2,75	53	106
0,30	0,92	159	317
0,60	0,46	317	635
0,90	0,31	476	952
1,20	0,23	635	1270
1,40	0,19	741	1481
1,60	0,17	847	1693

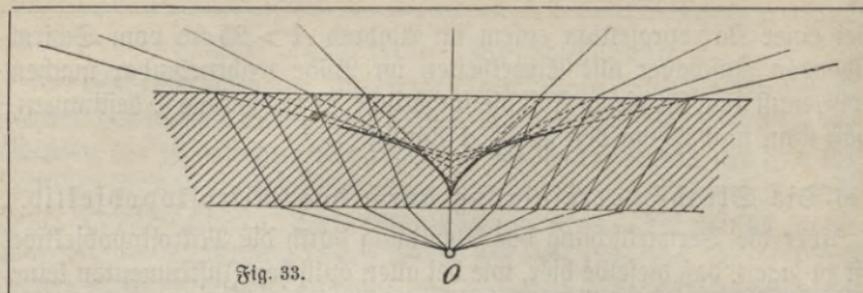
größerung zusammenhängt mit der numerischen Apertur und der Größe der eben noch auflösbaren Objektstruktur. Man merkt sich am besten, daß für 4 Bogenminuten die Grenze der förderlichen Vergrößerung in roher Annäherung das Tausendfache der numerischen Apertur beträgt. Für 2 Bogenminuten ist der Wert natürlich halb so groß. Es ist bemerkenswert, daß aus dieser Tabelle hervorgeht, daß der Wert für die untere Grenze mit $d = 0,17 \mu$ immer noch im Vergleich zu gewissen anderen physikalisch bestimmbareren Werten einen ziemlich hohen Betrag darstellt. Unter förderlicher Vergrößerung sei diejenige Vergrößerung verstanden, die dem Auge alle Einzelheiten zeigt, die überhaupt im Bild vorhanden sein können. Bei einer weiteren Erhöhung der Vergrößerung mit denselben Mitteln würden zwar die Einzelheiten des Bildes unter größerem Winkel erscheinen, es würden aber keine neuen hinzukommen. Eine derartige, nicht mehr fördernde Vergrößerung nennt man eine Leere. Wenn man

bei einer Mikroprojektion einem im Abstand $A > 25$ cm vom Schirm sitzenden Zuschauer alle Einzelheiten im Bilde wahrnehmbar machen will, muß man für diesen Fall die förderliche Vergrößerung so bestimmen, daß man statt 25 cm den Wert A nimmt.

c) Die Strahlenvereinigung durch das Mikroskopobjektiv.

Über die Verwirklichung der Abbildung durch die Mikroskopobjektive ist zu sagen, daß dieselbe hier, wie bei allen optischen Instrumenten keine ideale ist. Sie zeigt eine Reihe von Fehlern, von denen hier nur einiges Wesentliche erwähnt werden soll. Von den Fehlern längs der Hauptstrahlen sind besonders wichtig die sphärische und die chromatische Aberration. Beide bewirken, daß ein Objektpunkt nicht als Punkt, sondern als kleiner Lichtfleck abgebildet wird, die letztere, daß dieser Lichtfleck für die verschiedenen Farben nicht am selben Ort auf dem Hauptstrahl liegt. Von der Koma und dem Astigmatismus soll hier nur gesagt werden, daß sie mit wachsender Hauptstrahl-Achsenneigung rasch zunehmen und das Bild verschlechtern. Eine weitere Gruppe von Fehlern, die sich auf die Ablenkung der Hauptstrahlen bezieht, soll hier nur kurz erwähnt werden. Sie hat im allgemeinen Änderungen der Perspektive zur Folge, die sich sowohl auf die Abbildung mit einfarbigem wie auch weißem Licht beziehen. Für verschiedene Farben ist z. B. das Bild verschieden groß. Hiervon werden wir bei dem Achromaten Näheres hören. Diese eben erwähnte Erscheinung, daß Objektpunkte als kleine Lichtflecke abgebildet werden, stört augenscheinlich die Bildschärfe, und es ist ohne weiteres einzusehen, daß die Größe der besagten Lichtflecke wesentlich geringer sein muß, als die Größe im Bilde der Struktur, die abgebildet wird. Je kleiner der Ausführungsmaßstab eines Objektivs ist, desto kleiner werden auch die Zerstreuungskreise, wenn man gleiche Vergrößerungszahlen im Bilde beibehält. Infolgedessen muß man den Ausführungsmaßstab der Objektive passend wählen. Das ist der Grund, warum man besonders die starken Mikroskopobjektive in so kleinem Maßstab ausführt. Die Bildgüte kann man nach der Okularvergrößerung beurteilen, die ein Objektiv aushält.

Die meisten mikroskopischen Objekte sind mit Deckgläsern bedeckt. Das Deckglas entwirft ein virtuelles Bild des unter ihm liegenden Objektpunktes, und dies Bild ist bereits mit sphärischer Aberration behaftet. Bei der Konstruktion der Mikroskopobjektive wird diese Erscheinung natürlich berücksichtigt. Ein bestimmtes Objektiv gibt also nur mit einer bestimmten Deckglasdicke die beste Wirkung. Fig. 33 zeigt, wie von



einem Deckglas ein mit sphärischer Aberration behaftetes virtuelles Bild des Objektpunktes O entworfen wird. Je größer die numerische Apertur eines Objektivs, desto empfindlicher ist es gegen Abweichungen von der richtigen Deckglasdicke. Besonders bei den starken Trockensystemen machen sich selbst geringe Abweichungen bemerkbar. Da eine bestimmte Deckglasdicke nicht allgemein eingeführt ist und auch, schon der hohen Kosten wegen, nicht eingeführt werden kann, muß man die Objektive so einrichten, daß sie den verschiedenen vorkommenden Deckglasdicken angepaßt werden können. Dies geschieht entweder durch Veränderung des Tubusauszuges oder durch Betätigung der Korrektionsfassung. Beide Maßnahmen ändern den Gang der sphärischen Korrektur bei der Abbildung und sie gestatten in gewissen Grenzen die Anpassung der Objektive mit hoher numerischer Apertur an verschiedene Deckglasdicken. Bei den Immersionen herrscht im gesamten Objektraum, d. h. im Kanadabalsam, Deckglas, Zedernholzöl und der Frontlinse ungefähr derselbe Brechungsindex. Infolgedessen sind sie für Veränderung der Deckglasdicke unempfindlich. Wasserimmersionen und starke Trockensysteme dagegen müssen für die Deckglasdicke korrigiert werden. Wie späterhin bei den Präparaten erwähnt wird, ist außer der Deckglasdicke gelegentlich noch eine mehr oder minder starke Schicht von Kanadabalsam zu berücksichtigen, die zwischen Deckglas und Objekt liegt und zu der Deckglasdicke hinzuzurechnen ist.

IV. Die Objektbeleuchtung.

A. Numerische Apertur, Achsenneigung und Gestalt der beleuchtenden Büschel.

Die Beleuchtungseinrichtungen haben den Zweck, Büschel von geeigneter numerischer Apertur, Achsenneigung und Gestalt ins Präparat zu leiten. Die Spitzen der Büschel liegen in der Objektebene, und, da die Lichtquelle meist in genügender Entfernung vom Kondensator liegt, zugleich in der hinteren Brennebene desselben. In diesem Falle erreicht man auch die größte numerische Apertur der beleuchtenden Büschel. Wir wollen hier zwei Gruppen von Beleuchtungseinrichtungen unterscheiden, solche für Hellfeld- und für Dunkelfeldbeleuchtung. Bei der ersteren kommt das vom Objekt ausgehende primäre Maximum ins Objektiv und das Objekt erscheint dunkel auf hellem Grund. Es wird dadurch sichtbar, daß es einen Teil der primären Maxima an seinem Orte verhindert, ins Objektiv zu gelangen. Das Objekt wird also dadurch sichtbar, daß es Dunkelheit verursacht. Bei der zweiten Art der Beleuchtung kommt das primäre Maximum nicht ins Objektiv, sondern nur die Maxima höherer Ordnung, angefangen mit den beiden ersten Seitenmaximis. Das Objekt wird dadurch sichtbar, daß es im Gegensatz zur Hellfeldbeleuchtung Licht ins Objektiv leitet. Es erscheint also in diesem Falle hell auf dunklem Grunde. Das Schema Fig. 34 zeigt den Unterschied zwischen Hell- und Dunkelfeldbeleuchtung ganz allgemein. *O* ist die Öffnung des Objektivs, dessen Öffnungswinkel durch den doppelten fein ausgezogenen Kreisbogen angedeutet ist. *K* ist die Öffnung des Kondensators, der die Objektivöffnung ganz mit Licht erfüllt. Alle das Objekt beleuchtenden Strahlen, die in dem durch den stark ausgezogenen Kreis angedeuteten Winkelraum verlaufen, gelangen nicht mehr direkt in das Objektiv. Wenn sie auf ein beugendes Teilchen treffen, entsteht Dunkelfeldbeleuchtung, d. h. das Objekt erscheint hell auf dunklem Grunde. Die Fig. 35 Nr. 1—6 zeigt schematisch verschiedene Beleuchtungsmethoden, die zurzeit tatsächlich in Gebrauch sind. Das beleuchtende Licht ist durch senkrechte, das abbildende durch wagrechte Striche angedeutet.

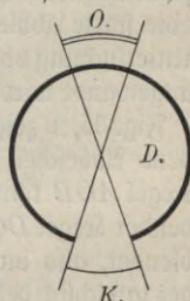


Fig. 34.

Fig. 35, 1 zeigt die Beleuchtung mit durchfallendem Licht. Beide, das beleuchtende und das abbildende Büschel haben in der Abbildung dieselbe Öffnung. Es wird also die ganze Öffnung des Objektivs mit Licht erfüllt. Man mag das beleuchtende Büschel teilweise abblenden, wie man will, es wird immer eine Hellfeldbeleuchtung bestehen bleiben.

Die Fig. 35, 1a, b, c, d zeigt verschiedene Arten der Abblendung, die unter das Schema der Hellfeldbeleuchtung fallen. In 1d ist die für die Beobachtung und Mikrophotographie gefärbter Objekte in durchfallendem Licht meist gebräuchliche Abblendung angedeutet. In c haben wir eine starke Abblendung bei zentraler Beleuchtung, die gelegentlich für die Untersuchung von Diatomeen und ähnlichen feinen beugenden Strukturen angewandt wird. Die entsprechende schiefste Beleuchtung zeigen a und b.

Fig. 35, 2 zeigt die einfachste Form der Dunkelfeldbeleuchtung mit dem Abbeschen Kondensor und schiefer einseitiger Beleuchtung. Der Regel *AOB* könnte bei geradliniger Fortpflanzung des Lichts als abbildender Regel *DOE* ins Objektiv gelangen. Dieser Regel ist aber abgeblendet, also im beleuchtenden Licht nicht vorhanden. Die Fortsetzung des tatsächlich beleuchtenden Regels *BOC* als abbildender Regel *DOF* kann aber nicht direkt in die Öffnung des Objektivs *DE* eintreten. Wenn man die Frisblende des Kondensors zuzieht und, in den Tubus hinabsiehend, sie so weit seitlich verstellt, daß ihr Bild hinter dem Rand der Austrittspupille des Objektivs verschwindet, bekommt man diese Beleuchtung. Diatomeen geben manchmal hübsche und instruktive Bilder mit derselben. Auch die in Fig. 35, 3 dargestellte Dunkelfeldbeleuchtung können wir mit dem Abbeschen Kondensor herstellen. In den Frisblendenträger legt man eine Sternblende (Fig. 36), deren mittlere Scheibe so groß ist, daß ihr Bild die ganze Austrittspupille des Objektivs bedeckt. Derartige Sternblenden sind käuflich. Bei der Bestellung muß man angeben, mit welcher Optik sie benutzt werden sollen. Diese Art der Dunkelfeldbeleuchtung ist eine achsensymmetrische im Gegensatz zu der einseitigen achsenasymmetrischen Nr. 2. Der Paraboloidkondensor und der Kardiodkondensor sowie der Dunkelfeldkondensor von Zeiß geben diesen Strahlengang (3a). Schema 3 auf den Kopf gestellt, zeigt die Anordnung des Wechseltkondensors von Zeiß (3b) und außer den beiden besprochenen Beleuchtungsarten auch noch die Wirkung des Spiegels nach Lieberkühn (3c).¹⁾ Man muß zu diesem Zweck die beleuchtenden Büschel in den Objektraum verlegen. Dieser

1) Eine derartige Beleuchtungseinrichtung findet sich bereits bei dem S. 2 beschriebenen und abgebildeten Mikroskop Fig. 1.

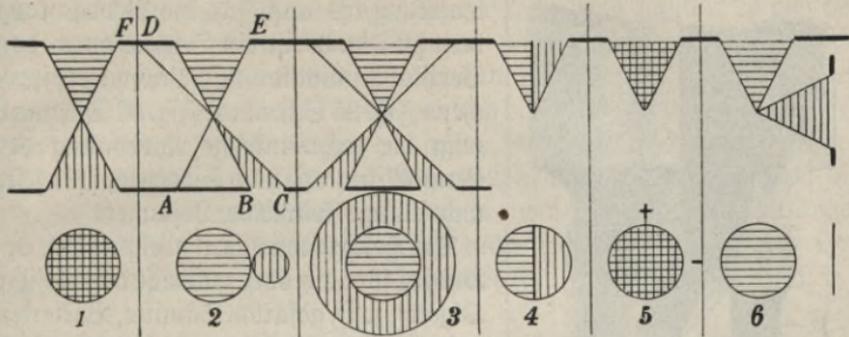


Fig. 35.

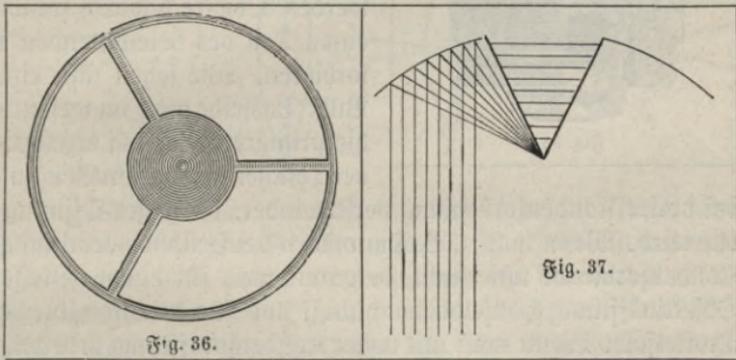


Fig. 36.

Fig. 37.

Spiegel ist konzentrisch zum Objektiv an dessen Fassung so angebracht, daß er in der Objektebene ein Bild einer fernen Lichtquelle entwirft. Fig. 37 zeigt die Anordnung desselben. Diese Beleuchtungseinrichtung wird zurzeit nur selten und nur für schwache Vergrößerungen gebraucht. Natürlich muß der mittlere Teil des beleuchtenden Büschels abgeblendet sein. Das erreicht man am einfachsten dadurch, daß man das Objekt auf einen undurchsichtigen schwarzen Untergrund von geeigneter Größe, etwa ein kleines rundes Stückchen Samt oder schwarzes Blech legt.

Fig. 35 Schema 4 und 5 zeigen eine besondere Form der Dunkelfeldbeleuchtung. Sie ist für undurchsichtige Körper bestimmt. Derartige Beleuchtungseinrichtungen nennt man Vertikalilluminatoren. Wir haben zwei grundsätzlich verschiedene Formen zu unterscheiden. Bei der einen, Fig. 35 Schema 4, wird die Pupille des Objektivs geometrisch geteilt. Der eine Teil dient zur Beleuchtung, der andere zur Abbildung. Bei der anderen Form (Vertikalilluminator mit durchsichtiger spiegelnder Planparallelplatte) wird die ganze Öffnung des Objektivs sowohl für die Be-

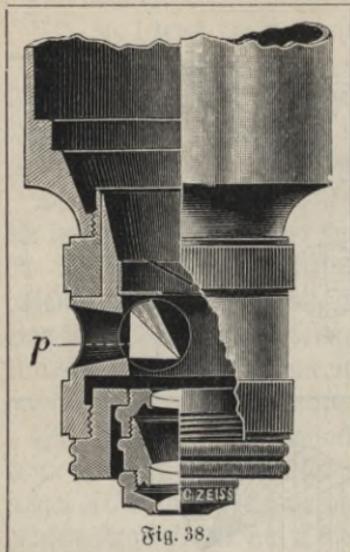


Fig. 38.

leuchtung als auch für die Beobachtung benutzt. Fig. 38 ist ein Schnitt durch den Vertikalilluminator mit Prisma entsprechend Fig. 35 Schema 4. Fig. 36 Schema 6 zeigt die rechtwinkelige Anordnung des Ultra-Mikroskops nach Siedentopf für feste und flüssige kolloidale Lösungen.

Die Hellfeldbeleuchtung eignet sich besonders für ganz oder teilweise durchlässige Objekte, z. B. gefärbte Schnitte, Bakterien und ähnliche Gebilde. In diesem Fall werden Objekte dadurch sichtbar, daß sie einen Teil des beleuchtenden Lichtes absorbieren. Wir sehen also ein negatives Bild. Dasselbe wird im wesentlichen durch die primären Maxima erzeugt. Der Rand der Teilchen erzeugt ein Beugungsbild, das

bei voller Kondensoröffnung verschwindet, bei enger Öffnung aber sichtbar wird. Wenn man z. B. Diatomeen bei Hellfeldbeleuchtung mit enger Kondensorblende untersucht, bekommt man für einen gewissen Teil der Objektivöffnung Hellfeldbeleuchtung, und für den übrigbleibenden Teil Dunkelfeld. Wenn man mit voller Kondensoröffnung arbeitet, verschwindet das hier natürlich auch vorhandene Dunkelfeldbild, weil es hinter dem helleren Hellfeldbild zurücktritt, und Einzelheiten der verschiedenen Beugungserscheinungen sich so überlagern, das eine diffuse praktisch strukturlose Helligkeit entsteht.

B. Lichtquellen.

Die Kondensoren entwerfen, wie gesagt, in ihrer hinteren Brennebene, die zugleich die Objektebene des Mikroskops ist, ein Bild der Lichtquelle. Im einfachsten Fall ist diese Lichtquelle eine genügend große gleichmäßige weiße Wolke. Wenn die Lichtquelle Struktur hat, wird dieselbe im Kondensorbild natürlich sichtbar, und sie stört dann das mikroskopische Bild. Man kommt immer mehr dazu, künstliche Lichtquellen zu benutzen und zwar solche, die ein recht helles Licht geben. Man kann die zu große Helligkeit leicht durch Einschaltung von Milchgläsern oder Mattscheiben dämpfen, und für gewisse Untersuchungen, die etwa mit engen Blenden und schiefere Beleuchtung, mit Farbfiltern, mit polarisiertem Licht oder

im Dunkelfeld ausgeführt werden, ist eine recht helle Lichtquelle von besonderem Nutzen. Weiter lehren Theorie und Erfahrung, daß es zweckmäßig ist, monochromatisches Licht zu benutzen. Hierbei fallen die chromatischen Aberrationen von selbst fort und das Bild gewinnt an Schärfe. Für die meisten Zwecke hat sich das grüne Licht der Quecksilberlampe besonders bewährt. Es ist für das Auge noch genügend hell und es hat die kürzeste für subjektive Beobachtung noch bequem brauchbare Wellenlänge.

Unsere künstlichen Lichtquellen sind nicht geeignet, direkt in der Objektebene abgebildet zu werden. Entweder sind sie zu klein wie z. B. der

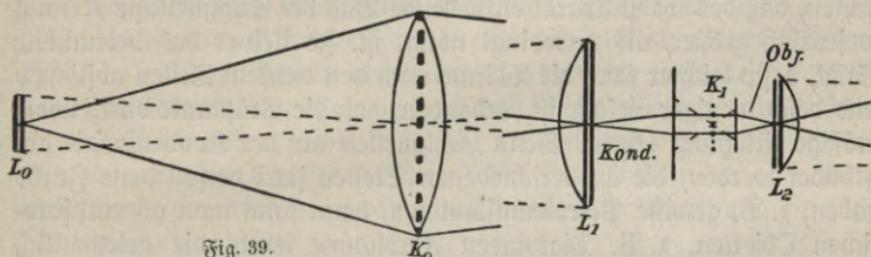


Fig. 39.

Krater des Bogenlichts, oder die glühende Stelle der Kallichtplatte, oder sie haben eine störende Struktur, wie z. B. die Glühstrümpfe. Statt der Lichtquelle selbst bildet man eine von ihr beleuchtete Matt- oder Milchglascheibe oder die Öffnung einer von jener erleuchteten Sammellinse („Kollektor“) im Präparat ab. Die Mattscheibe streut das auf sie einfallende Licht und wird selbst zur Lichtquelle, die genügend strukturlos, von ausreichender Größe, aber nicht immer genügend hell ist. Die Wirkung der Sammellinse zeigt schematisch Fig. 39. In L_0 liegt die Lichtquelle. Der „Kollektor“ K_0 entwirft ein Bild der Lichtquelle in L_1 , der Öffnung des Mikroskopkondensors. Dieser entwirft ein Bild der Sammellinse in K_1 der Objektebene des Mikroskops. Die beiden Strahlengänge sind dadurch unterschieden, daß der eine gestrichelt und der andere ausgezogen ist. Der ausgezogene gilt für den auf der Achse liegenden Punkt der Lichtquelle, der punktierte stellt die beiden Hauptstrahlen der schiefsten Büschel dar. Es ist klar, daß die Lichtquelle in L_0 , ihr Bild im Kondensor in L_1 und ihr Bild im Objektiv in L_2 einander konjugiert sind. Ebenso sind K_0 und K_1 einander konjugiert. Es ist aus der Figur leicht einzusehen, daß eine Verkleinerung der Öffnung K_0 die Größe des beleuchteten Objektstückes in K_1 verringert. Ebenso ist klar, daß eine Verkleinerung der Lichtquelle ebenso wirkt wie eine Ablendung des Kondensors und, wenn man von der Beugung ab-

sieht und einen rein geometrischen Strahlengang annimmt, auch wie eine Abblendung des Objektivs. Sowohl für die subjektive Beobachtung, als auch für die Mikrophotographie gelten dieselben Grundsätze für die Beleuchtung. Praktisch besteht nur der Unterschied, daß das Auge viel toleranter gegen Fehler in der Beleuchtung ist, als die photographische Platte. Es soll aber hier besonders darauf hingewiesen werden, daß man nur bei ganz korrekter Beleuchtung wirklich gute Bilder im Mikroskop sieht. Bei der Beleuchtung mit starken Lichtquellen, besonders Bogenlicht, wie sie für die Mikrophotographie benutzt werden, muß man darauf achten, daß das im Präparat entstehende Bild der Sammellinse *K* nicht wesentlich größer, als unbedingt nötig, ist. Je kleiner das beleuchtete Stück, desto leichter kann die Wärme nach den dunkeln Teilen abfließen und desto weniger Gefahr ist vorhanden, daß die Präparate durch übermäßige Erhitzung leiden. Wenn Lichtquellen auf der Kondensoriris abgebildet werden, die an verschiedenen Stellen stark verschiedene Farbe haben, z. B. gewisse Petroleumflammen, dann kann man an empfindlichen Objekten, z. B. Diatomeen Farbsäume sehen, die gelegentlich Objektivfehler vortäuschen. Um das zu vermeiden, nähert man die Sammellinse der Flamme, so daß ein größeres Flammenbild auf der Kondensoriris entsteht. Den hellsten gleichmäßigen Teil derselben läßt man auf die Blendenöffnung fallen. Das bestrahlte Objekt absorbiert Licht. Ein großer Teil dieses Lichts wird in Wärme verwandelt und diese kann, wenn man nicht vorsichtig ist, dem Präparat gefährlich werden. Die Sammellinse wird im Präparat abgebildet. Man verkleinert also, um ein genügend kleines Bild von ihr zu bekommen, ihre Öffnung durch eine Irisblende. Diese ändert die Größe, aber nicht die Helligkeit des beleuchteten Stückes im Präparat. Man kann auch durch Änderung des Abstandes der Sammellinse vom Kondensor, oder durch Anwendung von Kondensoren verschiedener Brennweite bei konstanter Sammellinse die Größe des beleuchteten Objektstückes ändern.

Die hier beschriebene Art der Objektbeleuchtung wird angewandt bei der Abbildung mit Mikroskopobjektiven von mittlerer oder hoher Apertur. Wenn man mit ganz schwachen Vergrößerungen, wie sie z. B. mit den Mikroplanaren erhalten werden, photographiert, muß man eine etwas andere Art der Beleuchtung anwenden. Es handelt sich hier nicht darum, eine hohe Apertur des beleuchtenden Kegels zu bekommen. Man braucht vor allem ein genügend großes gleichmäßig beleuchtetes Feld in der Objektebene. Zu diesem Zweck richtet man die Beleuchtung nach dem

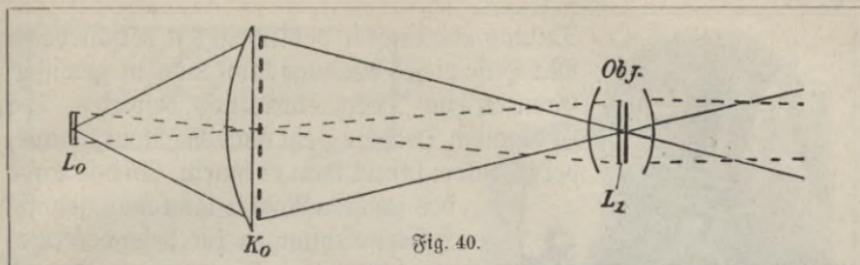


Fig. 40.

Schema (Fig. 40) ein. Die Lichtquelle, die in diesem Falle dem Kondensator näher steht, wird im Objektiv abgebildet. Das Präparat liegt möglichst dicht hinter dem Kondensator. Es wird also zugleich mit der Öffnung desselben auf dem Schirm abgebildet. Da man die Lichtquelle praktisch dem Mikroskop meist nicht genügend nähern kann, bildet man dieselbe in der Nähe des Kondensators in L_0 ab. Die Lichtquelle ist hier wiederum Pupille ganz ebenso wie im ersten Falle. Der Abstand der Lichtquelle vom Kondensator wird so gewählt, daß in der Objektivöffnung ein Bild der Lichtquelle entsteht.

V. Das Stativ.

Für die Beschreibung des Stativs haben wir hier ein besonders vielseitiges Instrument ausgewählt. (Fig. 41.) Es zeigt außer gewissen für die Mineralogie gebrauchten Hilfseinrichtungen so ziemlich alles, was man in einem Universalstativ vereinigen kann. Wir sehen an ihm folgende Hauptteile:

1. den Tubus, der Objektiv und Okular sowie gewisse Hilfseinrichtungen zu tragen hat,
2. die Säule oder den Träger mit der Grob- und Feinbewegung zum Heben und Senken des Tubus,
3. den Objektisch,
4. die Beleuchtungseinrichtung mit ihren verschiedenen mechanischen Teilen,
5. die Triebbewegung zum Heben und Senken des ganzen Unterteils, bestehend aus Objektisch und Beleuchtungsapparat,
6. den Fuß mit der Rippvorrichtung,
7. Einrichtungen zum Befestigen und Zentrieren der Objektive am Tubus.

Der Tubus. Er hat den Zweck, Objektiv und Okular in richtigem Abstand voneinander und zentriert zu erhalten. Das engere Rohr hat eine

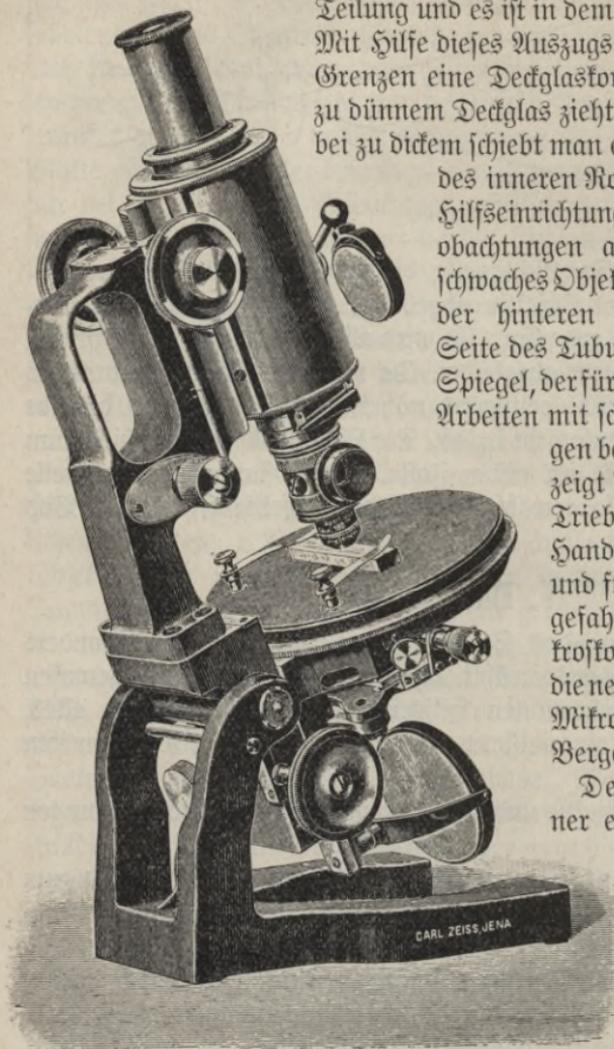
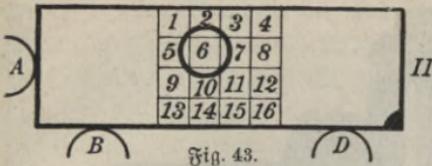


Fig. 41.

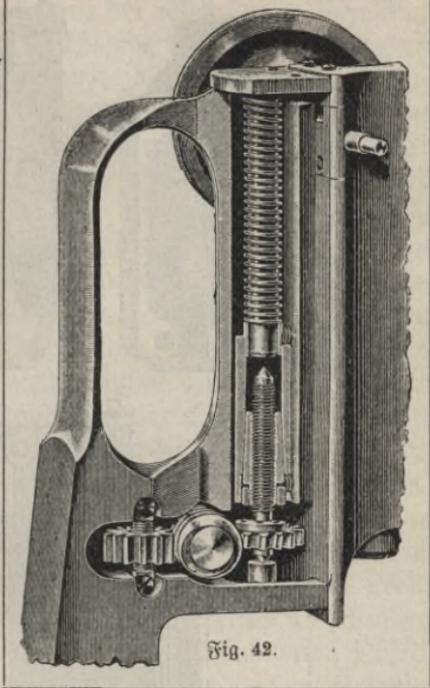
Teilung und es ist in dem weiteren verschiebbar. Mit Hilfe dieses Auszugs kann man in gewissen Grenzen eine Deckglas-korrektion bewirken. Bei zu dünnem Deckglas zieht man das Rohr heraus, bei zu dickem schiebt man es hinein. An das Ende des inneren Rohres kann man gewisse Hilfseinrichtungen für besondere Beobachtungen anschrauben, z. B. ein schwaches Objektiv für die Beobachtung der hinteren Brennebene. An der Seite des Tubus sieht man noch einen Spiegel, der für auffallendes Licht beim Arbeiten mit schwachen Vergrößerungen benutzt wird. Der Träger zeigt die grobe und die feine Triebbewegung und einen Handgriff zum bequemen und für das Mikrometerwerk gefahrlosen Aufheben des Mikroskops. Unser Mikroskop hat die neue verbesserte Form des Mikroskopoberbaues nach Berger. (Fig. 42.)

Der Objektisch. In seiner einfachsten Form ist er eine Platte mit einem Loch für den Durchtritt des vom Beleuchtungsapparat kommenden Lichtes. Als Bewegungen kommen in Frage

- a) die Drehung um die optische Achse. Mit dieser Bewegung ausgerüstete Tische haben meist eine Zentriervorrichtung und oft auch eine Kreisteilung;
- b) die Bewegung in zwei senkrecht aufeinander stehenden Richtungen in der Tischenebene, mit Hilfe derer das Objekt am Objektiv vorbeige-

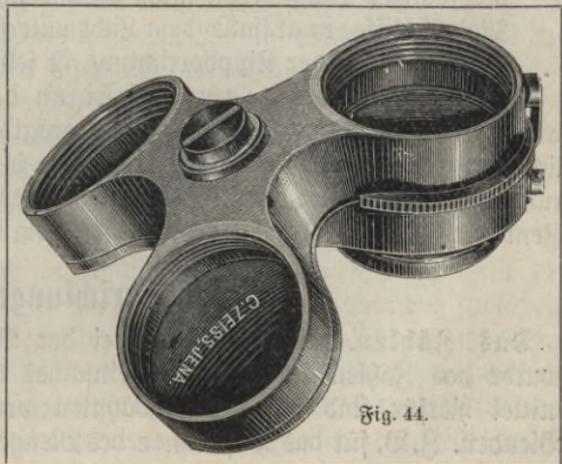


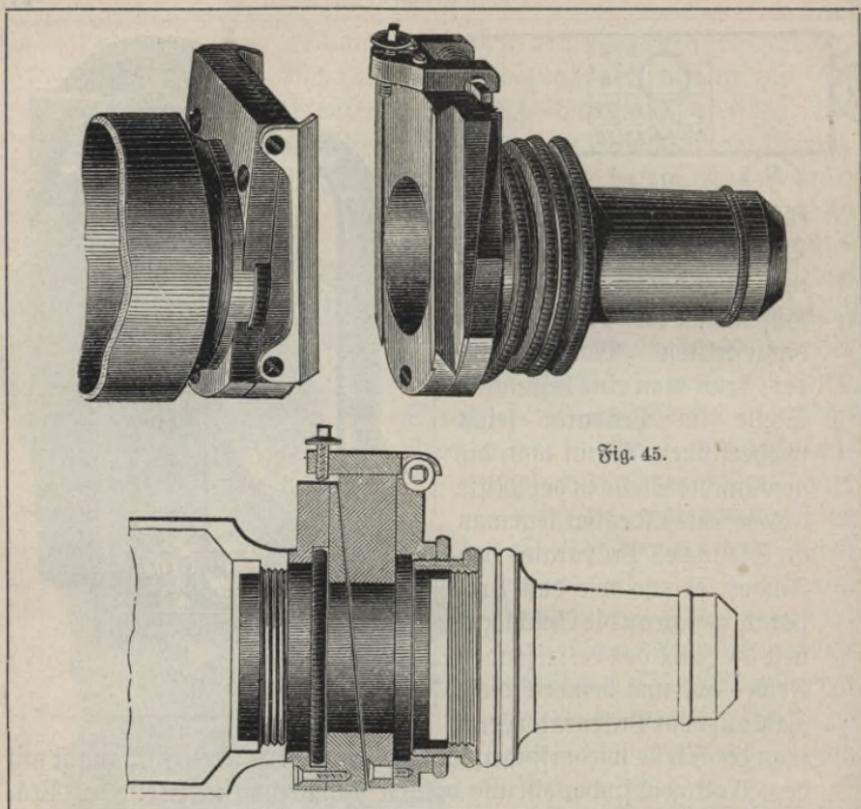
führt werden kann. Derartige Objektische nennt man mechanische oder Kreuztische. Mit Hilfe dieser und des in Fig. 43 dargestellten Maltwoodfinders kann man eine bestimmte Stelle im Präparat leicht wiederfinden. Wenn man die gewünschte Stelle in der Mitte des Gesichtsfeldes hat, legt man an Stelle des Präparates den Finder, ebenso wie das Präparat, genau an die Anschläge, liest die Zahl des betreffenden Feldes ab, und bemerkt diese Zahl auf dem Präparat. Wenn



man die Stelle wiederfinden will, stellt man den Kreuztisch zuerst mit dem Maltwoodfinder ein und dann legt man an seine Stelle das Präparat. Auf diese Weise kann man z. B. in anderen Städten wohnenden Mikroskopikern oder Mikrophotographischen Instituten bequem und sicher eine bestimmte Stelle kennzeichnen. Die

Triebbewegung zum Heben und Senken des Untertheils wird entweder gebraucht, wenn man an das untere Ende des Tubus





von einiger Länge setzen muß, oder wenn man dicke Stücke, etwa Metallschliffe, in auffallendem Licht untersuchen will. Die Funktion des Fußes mit der Kippvorrichtung ist selbstverständlich.

Die Einrichtungen zum Befestigen der Objektive am Tubus zeigen Fig. 44 und 45. Der Revolver trägt 2—4 Objektive, er ermöglicht ein sehr schnelles Wechseln, aber keine besonders genaue Zentrierung. Fig. 45 zeigt den Schlittenobjektivwechsler, der zugleich ein genaues Zentrieren und ein rasches Wechseln beliebig vieler Objektive gestattet.

VI. Hilfseinrichtungen.

Das Zählen. Schon früher bei der Besprechung der Okulare wurde das Zählen erwähnt. Ein einfaches und zweckmäßiges Hilfsmittel hierfür sind die dort erwähnten verstellbaren quadratischen Blenden. Z. B. für das Bestimmen des Mengenverhältnisses verschiede-

ner geformter Elemente im Präparat, etwa der roten und weißen Blutkörperchen, grenzt man mit Hilfe dieser Blende ein geeignetes bequem übersehbares Stück des Gesichtsfeldes ab und zählt an verschiedenen Stellen des Präparates. Je gleichmäßiger das Präparat und je größer die Anzahl der ausgezählten Felder, desto mehr nähert sich der gefundene Wert der Wahrheit. Für die Zählung der Blutkörperchen oder auch sonstiger kleiner Partikelchen in Flüssigkeiten hat man sogenannte Zählkammern gebaut. Fig. 46 zeigt den Apparat zur Zählung roter Blutkörperchen nach Bürker; derselbe wird entweder mit der quadratischen Okularblende benutzt, oder mit einer Netzteilung. Objektträger und Deckglas schließen einen Raum von genau bestimmter Höhe ab. Eine quadratische Teilung, die in den Objektträger eingeritzt ist, ermöglicht, in Flüssigkeiten direkt die Anzahl der mikroskopischen Partikelchen im Volumen zu bestimmen. Wir können also die Abgrenzung der Felder für das Zählen am Objekt selbst oder am Zwischenbild am Ort der Gesichtsfeldblende des Okulars vornehmen. Wenn man nur sehr wenige Partikelchen im Präparat hat, so daß ihre Anzahl leicht zu übersehen ist, kann man die Gesichtsfeldblende des Okulars selbst als Abgrenzung benutzen. Wenn man im Zwischenbild abgrenzt, muß man mit Hilfe eines Objektmikrometers den entsprechenden wahren Durchmesser des sichtbaren Objektstückes bestimmen. Z. B. bei der Zählung vereinzelter Bakterienkolonien wird so verfahren.

Die Meßvorrichtungen. Wie beim Zählen, so kann man auch beim Messen entweder das Objekt direkt oder das Zwischenbild messen. Die einfachste Vorrichtung für die direkte Messung des Objekts ist das sogenannte Objektschraubenmikrometer. Es ist weiter nichts, als ein besonders fein beweglicher Kreuztisch mit genauer Trommelablesung. Das Objekt wird an einem Markenbild, etwa einem Strichkreuz vorbeigeführt und seine wahre Größe in den zwei Dimensionen der Objektebene direkt an den Trommeln abgelesen. Das Objektschraubenmikrometer gibt für alle beliebigen Vergrößerungen die Objektmaße ohne weiteres an.

Das Zwischenbild wird in ähnlicher Weise gemessen mit Hilfe des Okularschraubenmikrometers. Hier wird eine Marke über das Zwischenbild geführt, insolgedessen gibt die Trommelablesung nicht ohne weiteres die wahren Objektmaße. Alle Meßvorrichtungen, die sich auf das Zwischenbild beziehen, müssen mit Hilfe eines Objektmikrometers geeicht werden. Eine etwas einfachere Meßvorrichtung für das Zwischenbild stellt Fig. 47

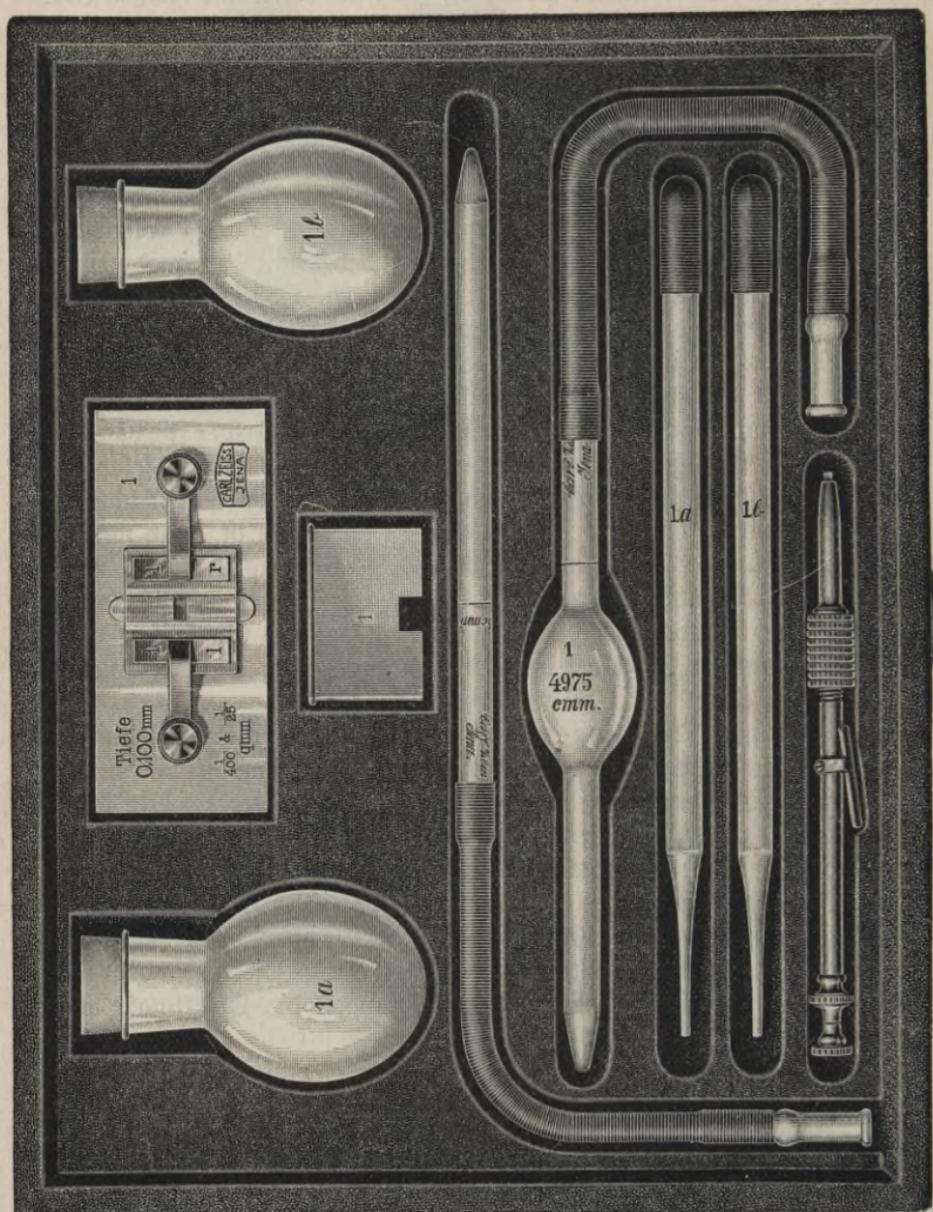


Fig. 46.

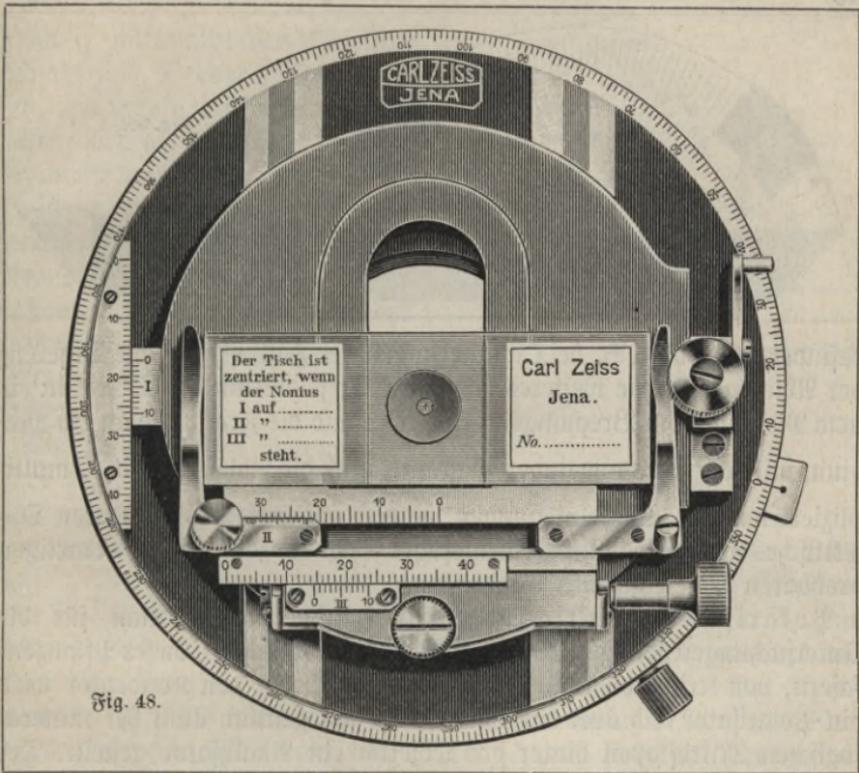


Fig. 48.



dar. Man legt ein rundes Plättchen mit einer feinen Teilung in das Okular auf die Gesichtsfeldblende. Mit diesem Maßstab wird das Zwischenbild ebenso gemessen, wie man etwa eine Länge im gewöhnlichen Leben mit dem Zollstock mißt. Beim Messen des Zwischenbildes muß man sorgfältig darauf achten, daß die Tubuslänge, für die man die Intervalle der Okularmikrometer mit Hilfe des Objektmikrometers bestimmt hat, immer genau eingehalten wird. Dickenmessungen in der Richtung der optischen Achse des Mikroskops führt man mit Hilfe der Feinbewegung aus. Man kann z. B. bei der Feinbewegung nach Berger eine Hebung oder Senkung des Tubus von $2/1000$ Millimeter direkt ablesen und die Hälfte davon schätzen. Wenn die beiden Punkte von verschiedener Höhe im selben Medium liegen, das sich vor der Frontlinse des Objekts

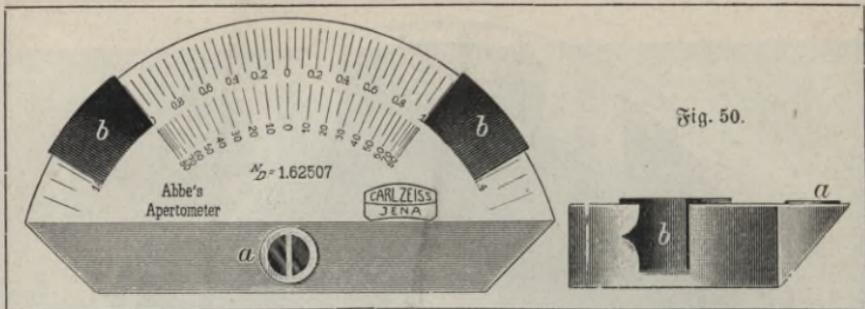


Fig. 50.

befindet, wie das z. B. bei Ommersionen der Fall ist, gibt die Differenz der Ableesungen ohne weiteres die wahre Tiefe. Wenn das Objekt in einem Medium vom Brechungsindex n liegt und die Frontlinse an ein Medium mit dem Brechungsindex n' grenzt, muß die Ableesung mit $\frac{n}{n'}$ multipliziert werden. Winkelmessungen werden mit Hilfe des drehbaren Objektisches mit Gradteilung ausgeführt. Fig. 48 zeigt einen derartigen drehbaren Objektisch mit Gradteilung.

Polarisationseinrichtungen. Häufig braucht man für die Untersuchungen gewisser Objekte, z. B. der Muskelfasern, vieler Pflanzenfasern, von Kristallen usw. polarisiertes Licht. In den Kondensor wird ein Polarisor und über das Okular oder gelegentlich auch bei mineralogischen Mikroskopen hinter das Objektiv ein Analysator gestellt. Der Analysator ist meist mit einem Teilkreis versehen. Bei größeren Mikroskopen hat der Kondensor gelegentlich drei rechtwinklig zueinander stehende Rasten, die die Rotation des Polarisors fixieren. In die Kondensoriris kann man Gipsplättchen einlegen.

Über den Diffraktionsapparat nach Abbe ist schon Seite 28 einiges gesagt worden. Außer dem dort beschriebenen Parallelgitter werden demselben noch zwei Kreuzgitter beigegeben. Das Objektiv, im vorliegenden Falle aa , wird in ein besonderes Zwischenstück eingeschraubt, in das mit Hilfe eines kleinen Schlittens die verschieden gestalteten Schlitz- und Lochblenden eingeführt werden können. Die Versuche mit diesem Apparat sind außerordentlich lehrreich und interessant. Man kann dem angehenden Mikroskopiker nicht dringend genug empfehlen, mit demselben einige Übungen vorzunehmen. Es empfiehlt sich, hierfür recht helle Lichtquellen zu verwenden.

Weitere interessante und belehrende Versuche kann man mit zwei Prüfungseinrichtungen vornehmen, die eigentlich für die Unter-

suchung mikroskopischer Objektive gedacht sind. Bei der großen Sorgfalt, die unsere erstklassigen Werkstätten bei der Prüfung der Instrumente aufwenden, wird der Praktiker wohl kaum in die Lage kommen, jemals ein Instrument auf Grund exakter Prüfung zu beanstanden. Für Übungen in der Mikroskopie sind aber Testplatte und Apertometer ausgezeichnete Hilfsmittel.

Die Wirkung des Apertometers zeigt die Fig. 49. Von der Teilung der halbkreisförmigen Apertometerplatte *T*

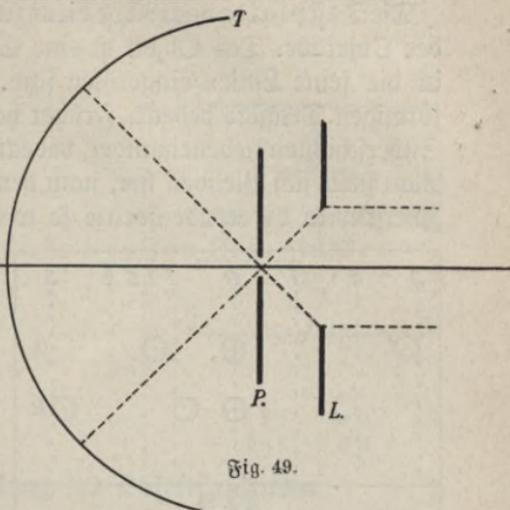


Fig. 49.

geht ein weitgeöffnetes Bündel durch das enge Loch bei *P*. Die Öffnung *L* deutet die hintere Brennebene des Objektivs an. *P* soll im vorderen Brennpunkt des Objektivs liegen. Augenscheinlich läßt sich dann an der Winkelteilung des Apertometers die numerische Apertur oder eine Funktion derselben ablesen. Das Apertometer (Fig. 50) wird auf folgende Weise benutzt: Man legt die halbkreisförmige Platte auf den Objektisch und stellt das kleine Loch *a* in dem Silberscheibchen mit einem schwachen Okular ein. An den Rand der Apertometerplatte legt man die beiden schwarzen Metallindizes. Bei der Untersuchung schwacher Objektive blickt man von oben direkt ins Mikroskop und bewegt die Indizes so lange, bis sie gerade den Rand der hinteren Öffnung berühren. Die halbe Summe der beiden Ablesungen an der äußeren Skala ist dann die numerische Apertur des Objektivs. Der entsprechende Wert der inneren Gradskala ist der Wert des auf Luft reduzierten Öffnungswinkels. Bei der Untersuchung stärkerer Objektive benutzt man ein Hilfsmikroskop. Man schraubt in den ausziehbaren Tubus unten ein schwaches Objektiv ein und benutzt ein schwaches Okular. Vor dem Apertometerkreis stellt man einen Bogen weißes Papier auf, damit die Bilder der vor dem Apertometer liegenden Gegenstände nicht stören. Bei der Beobachtung mit bloßem Auge muß man an Stelle des Okulars eine Scheibe mit einem kleinen Loch, eine sogenannte Zentrierblende, am oberen Tubusende anbringen, um Meßfehler durch Parallaxe zu vermeiden.

Die Testplatte nach Abbe dient zur Prüfung der Strahlenvereinigung der Objektive. Das Objekt ist eine Silberschicht von sehr geringer Dicke, in die feine Linien eingerissen sind. Das Präparat ist mit einem keilförmigen Deckglas bedeckt. Früher hatte man eine Reihe gleich geteilter Silberschichten nebeneinander, bedeckt mit Deckgläsern verschiedener Dicke. Man stellt sich Blenden her, nach dem in Fig. 51 angedeuteten Schema. Zuerst wird die Kondensoriris so weit zugezogen, daß ihr Rand gerade

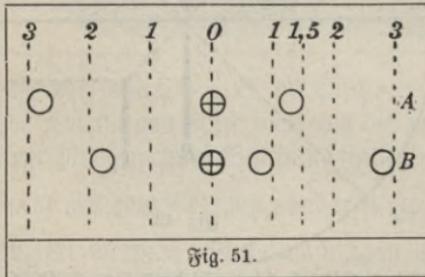


Fig. 51.

eben in der hinteren Brennebene des Objektivs zu sehen ist. Man mißt dann den Durchmesser der Kondensoriris, schneidet kreisrunde Kartonscheibchen aus und sticht, wie das in Fig. 52 angedeutet ist, Löcher hinein. Entweder 3 Löcher, wie das in A angedeutet ist, oder für Objektive von hoher numerischer Apertur 4 Löcher, wie das in B zu sehen ist. Die Lochreihe wird senkrecht zu den Silberstreifen gestellt und das Zusammenwirken der Objektivzonen, die den Löchern entsprechen, beobachtet. Durch Hinabschauen in den Tubus stellt man fest, ob die Blendenlöcher richtig stehen. Auf diese Weise kann man die Überlegenheit der Apochromate über die Achromate leicht feststellen.

VII. Die mikroskopische Untersuchung der Objekte.

Die mikroskopische Untersuchung eines Objekts darf erst dann als vollständig bezeichnet werden, wenn alle überhaupt wahrnehmbaren Objektseinzelheiten zur Darstellung gebracht worden sind. Die Hilfsmittel der Mikroskopie im weiteren Sinne sind nicht nur optische. Wir wollen uns aber vorerst nur mit diesen beschäftigen und später mit der Herstellung der Präparate. Für unsere Zwecke teilt man die Objekte zweckmäßig nach folgendem Schema ein.

I. Objekte, die in allen drei Dimensionen klein sind.

(a = und) submikroskopisch.

S.

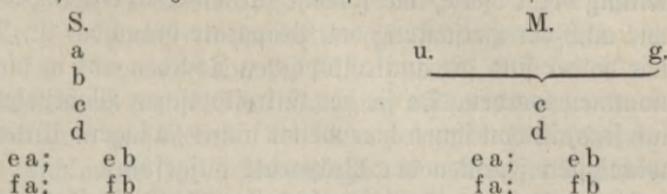
mikroskopisch.

M.

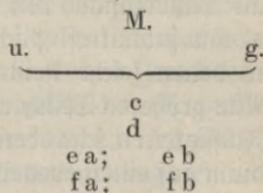
- a) in Gasen
 b) in Flüssigkeiten
 c) in festen durchsichtigen Körpern
 d) = = undurchsichtigen =
 e) auf d. Oberfläche von festen durchsicht. Körpern
 f) = = = = undurchsicht. =

ungefärbt (u.); gefärbt (g.)	
c	
d	
e a;	e b
f a;	f b

II. Objekte, die in zwei Dimensionen klein sind.



III. Objekte, die in einer Dimension klein sind.



A. Systematische Einteilung der Objektstrukturen.

Amikroskopische Teilchen sind so klein, daß sie mit den zurzeit zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln der Mikroskopie nicht wahrnehmbar gemacht werden können. Submikroskopische Teilchen können zwar mit besonderen Hilfsmitteln sichtbar gemacht werden, aber ihre Dimensionen liegen unterhalb des Auflösungsvermögens des Mikroskops. Das mikroskopische Bild sagt also nichts direkt über die Form dieser Körperchen aus, sondern es unterrichtet uns zunächst nur über ihre Existenz. Die Größe mikroskopischer Teilchen liegt oberhalb der Grenze des Auflösungsvermögens. Das mikroskopische Bild sagt also etwas über die Gestalt derselben aus. Die Grenzen sind natürlich keine absoluten, sondern durch die derzeitige Beschaffenheit unserer technischen Hilfsmittel gegeben. So ist z. B. der Begriff amikroskopisch abhängig von dem Glanz der Lichtquelle, die uns zur Verfügung steht, und wenn es gelänge, eine solche zu finden, die einen erheblich größeren Glanz hat, als die Sonne, dann würden auch die Grenzen zwischen submikroskopisch und amikroskopisch ein Stück weiter in das Gebiet der amikroskopischen Größen verschoben werden. Natürlich ist auch die Grenze zwischen submikroskopisch und mikroskopisch eine relative. Die Einführung des ultravioletten Lichtes hat z. B. das Auflösungsvermögen um ungefähr das Doppelte gesteigert. Für ein Objektiv von kleiner numerischer Apertur kann eine Struktur submikroskopisch sein, die mit höherer numerischer Apertur noch auflösbar ist. Die Tabelle hat also keineswegs eine absolute, sondern nur eine relative Bedeutung. Sie gibt aber eine für die Praxis bequeme Ein-

teilung der Objekte, die sowohl für die Besprechung der Untersuchung, wie auch der Herstellung der Präparate brauchbar ist. Der Vollständigkeit halber sind die amikroskopischen Teilchen mit in die Tabelle aufgenommen worden. Da sie der mikroskopischen Wahrnehmung unzugänglich sind, ist von ihnen hier weiter nichts zu sagen. Unter a bis f sind die wichtigsten Formen der Präparate aufgeführt.

ISa bedeutet „in Gasen schwebend“. Diese Form kommt natürlich als Dauerzustand nur bei Körperchen von sehr kleiner Masse vor, also bei a- und submikroskopischen Teilchen. Dasselbe gilt für ISb. Flüssigkeiten, in denen solche kleine Teilchen schweben, heißen kolloidale Lösungen. Alle größeren Teilchen angefangen von IM. werden nicht in Gasen oder Flüssigkeiten schwebend untersucht, sondern mit ihrem Einbettungsmedium auf einen ebenen Objektträger gebracht und hier, in dünner Schicht auf demselben liegend, untersucht. Die reinen Fälle a und b kommen nur bei IS vor. Bei IM, IIS und IIM kann es vorkommen, daß die Objekte, z. B. lebende Bakterien, in Flüssigkeiten schweben. Für die mikroskopische Untersuchung wird die Flüssigkeit, in der sie schweben, in dünner Schicht auf einem durchsichtigen Objektträger ausgebreitet und wir haben dann eb, d. h. das auf dem besagten Objektträger befindliche Objekt liegt in einer Flüssigkeit als Einbettungsmedium. Wenn dieses ein Gas, natürlich fast immer Luft, ist, haben wir den im Schema mit ea bezeichneten Fall. Diese Beispiele mögen zunächst den Sinn des Schemas verdeutlichen.

B. Die Objektbeleuchtung und ihre Wirkung.

a) Beugungs- und Absorptionssbild.

Die Objekte werden dadurch sichtbar, daß sie Richtung und Intensität der auf sie treffenden Wellenzüge ändern. Von der polarisierenden Wirkung wollen wir zunächst absehen. Als Richtungsänderungen kommen Beugung, Spiegelung und Brechung in Betracht. Spiegelung und Brechung sind besondere Grenzfälle der Beugung. Bei der Intensitätsänderung haben wir zu unterscheiden: 1. Intensitätsänderungen, die sich nur auf gewisse Farben des beleuchtenden Lichtes beziehen und 2. gleichmäßige Intensitätsänderungen aller im beleuchtenden Licht vorkommenden Farben. Im ersteren Falle ist das Objekt farbig, im zweiten grau. Für die Beugung im engeren Sinne kommen kleine Körperchen und Kanten in Betracht, für die Brechung und Spiegelung Flächen. Die Richtungsänderung, die wir Beugung im engeren Sinne nennen wollen, wird verursacht durch die besagten kleinen Körperchen oder Kanten, von

denen als Störungszentren Wellenzüge ausgehen. Jede dieser neuen Richtungen enthält eine geringere Intensität als die ursprüngliche beleuchtende, die auf das Körperchen oder die Kante auftraf. Aus der einen beleuchtenden Richtung werden bei der Beugung mehrere neue und es müssen mindestens zwei verschiedene von dem besagten Störungszentrum ausgehende Richtungen im Bildraum nach dem Bildpunkt gehen, damit der erste Anfang einer Abbildung derselben zustande kommt, oder, was dasselbe besagt, die Existenz des Störungszentrums wahrgenommen wird. Weiter gehört hierher die Wirkung kleiner brechender Körper und spiegelnder Flächen. In diesem Fall ist für die vorliegenden Zwecke die Hauptfache die Richtungsänderung. Die Intensitätsänderung durch Beugung, Brechung und Spiegelung hat hier zunächst nur sekundäre Bedeutung. Eine strukturlose, etwa rot gefärbte Fläche wird dagegen im Präparat nur durch Intensitätsänderung sichtbar. Sie ändert die Richtung des beleuchtenden Lichtes nicht, wohl aber die Intensität aller Farben außer ihrer eigenen und hierdurch wird ihr Dasein bemerkt. Wenn wir eine rot gefärbte mikroskopisch kleine Fläche annehmen, die mit allmählichem Übergang in ihre z. B. grüne Umgebung verläuft und den gleichen Brechungsindex hat, wie diese, dann kann diese Fläche nur durch Absorption sichtbar werden. Eine kleine, wasserklare, farblose Platte dagegen, die in einem ebenfalls klaren und farblosen Medium liegt, das einen, von dem ihren verschiedenen, Brechungsindex hat, kann nur durch Beugung des Lichtes an ihren Kanten sichtbar werden. Dadurch, daß diese kleine Fläche etwa durch Spiegelung oder Brechung Licht in das Mikroskop leitet, wird sie selbst nicht direkt sichtbar, sondern wir erschließen aus ihrer Wirkung ihr Dasein, ebenso wie wir, wenn wir uns im Spiegel betrachten, nicht den Spiegel sehen, sondern das gespiegelte Objekt und nur aus der Wirkung auf die Existenz des an und für sich nicht sichtbaren Spiegels schließen. Von der Polarisation wollen wir hier zunächst, wie schon oben gesagt, absehen. Das Absorptionsbild wird von dem direkt unabgelenkt durch das Präparat ins Objektiv kommenden Licht, d. h. von den primären Maximis erzeugt, und es ist ohne weiteres klar, daß dies Bild nur bei Hellfeldbeleuchtung (Fig. 35, 1) zustande kommt. Die verschiedenen Beugungsbilder, die eventuell an den Kanten der absorbierenden Flächen zustande kommen, überlagern sich hier, besonders bei weitgeöffnetem Kondensor, so, daß sie zu einer diffusen Helligkeit verschwimmen, auf der als positivem Grunde das negative Absorptionsbild erscheint. Objekte für diese Art der Beleuchtung

sind stark gefärbte Bakterien, oder gefärbte Gewebsschnitte. Je enger man die Kondensoriris bei dieser Art der Beleuchtung zuzieht, desto mehr werden die vom Rand, d. h. von den Ranten oder den kleinen Teilchen der Gebilde ausgehenden Beugungserscheinungen sichtbar. Fig. 35 d ist die für die allermeisten Fälle absorbierender Objekte zweckmäßige Abblendung des Kondensors, beobachtet in der hinteren Objektöffnung, bei gerader Beleuchtung, 35 e zeigt eine für das Absorptionsbild zu starke Ablenkung, bei der die von den Ranten ausgehende Beugungserscheinung im Bilde, besonders aber im Mikrophotogramm stört. Diese enge Abblendung ist aber für die Untersuchung gewisser Diatomeen und mancher anderer seiner Strukturen geeignet, da das Beugungsbild neben dem Absorptionsbild hier zu einiger Geltung kommt. Im folgenden wollen wir die wichtigsten Fälle an der Hand der beiden Schemata erläutern.

b) Apertur und Achsenneigung der beleuchtenden Büschel.

Fig. 35 gibt alle zurzeit in Frage kommenden Beleuchtungsmöglichkeiten. Das Objektschema gibt die Zusammenstellung aller in Frage kommenden Formen der Objekte. Wir wollen nun für jede Objektform untersuchen, welche Arten der Beleuchtung für den betreffenden Fall in Frage kommen. Dies wird uns dazu verhelfen, ein Präparat, wenigstens was Achsenneigung und numerische Apertur der Beleuchtung angeht, soweit es zurzeit möglich ist, erschöpfend zu untersuchen. Es gibt Möglichkeiten der Beleuchtung, die in dem betreffenden Falle besonders geeignet sind, andere, die nur gelegentlich, und weiter solche, die zwar theoretisch möglich, aber nicht praktisch gut anwendbar sind. Die zweiten werden dadurch kenntlich gemacht, daß sie () eingeklammert sind, die dritten [].

ISa; und ISb; die Technik der Beleuchtung ist in beiden Fällen im Prinzip dieselbe, nur die numerische Apertur ändert sich entsprechend dem höheren Brechungsindex der Flüssigkeit. [2] ist eine zwar mögliche, aber praktisch ungeeignete Beleuchtung. 3a wird in beiden Fällen mit Erfolg angewandt. Verwirklicht wird Schema 3a durch das Paraboloid und das Kardiodoid von Zeiß und den Dunkelfeldkondensator von Leitz. Den Strahlengang im Paraboloid zeigt Fig. 52; Fig. 53 stellt das Kardiodoid dar. Bei diesen beiden Kondensoren, sowie bei dem Leitz'schen Dunkelfeldkondensator nach 3a darf bei gegebener Apertur der beleuchtenden Büschel die Apertur des Objektivs eine gewisse Grenze nicht überschreiten. [3b] ist wegen der ungünstigen Intensitätsverteilung im Beugungsscheibchen

nicht anzuwenden. 6 hat sich für die Untersuchung der beiden in Frage stehenden Präparatformen gut bewährt. Bei dem Ultramikroskop nach Schema 6 wird das verkleinerte Bild eines möglichst stark beleuchteten Spaltes in dem zu untersuchenden Präparat entworfen. Fig. 54 zeigt das Bild des Spaltes im Präparat. Das Bild des Spaltes ist nur wenige Tausendstel Millimeter hoch. Das für diese Untersuchungen benutzte Objektiv hat einen ziemlich großen Objektabstand. Das in dem durchsichtigen Präparat entworfene Spaltbild liegt in

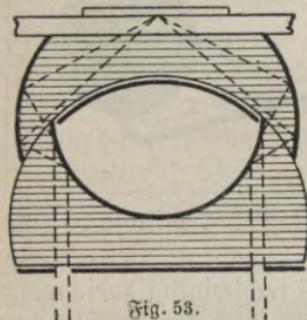


Fig. 53.

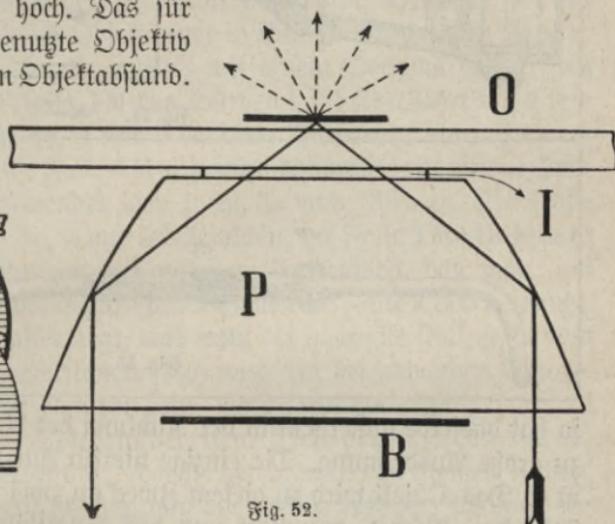


Fig. 52.

einiger Entfernung von der Oberfläche. Bei Flüssigkeiten ist das wichtig, weil in der Nähe der Gefäßwände störende Absorptionerscheinungen auftreten können. Bei den weiter unten erwähnten festen durchsichtigen Körpern würde die Struktur der anpolierten Fläche stören. Das Spaltbild im Präparat, das in Fig. 54 von dem Objektiv *AA* entworfen wird, stellt einen optischen Dünnschnitt dar. Diese Beleuchtung ist die erste von Siedentopf zur Sichtbarmachung von Partikelchen in kolloidalen Lösungen benutzte sogenannte orthogonale Beleuchtung. Dieselbe eignet sich auch für ISe besonders. [2, 3a, 3b, 3c]. Die hier eingeklammerten Beleuchtungen sind zwar theoretisch für die Sichtbarmachung submikroskopischer Teilchen in festen durchsichtigen Körpern brauchbar. Praktisch ist aber ihre Anwendung aus folgenden Gründen nicht möglich. Man könnte versuchen, den Körper, etwa ein Stück Glas mit kolloidalem Golde in Form eines Objektträgers fein zu polieren und mit einer der eingeklammerten Beleuchtungen die Teilchen sichtbar zu machen. Praktisch geht das aber nicht, weil die Flächen nicht fein genug poliert werden können. Wenn man in der Tiefe mit den besagten Einrichtungen ein Bild der Lichtquelle erzeugt,

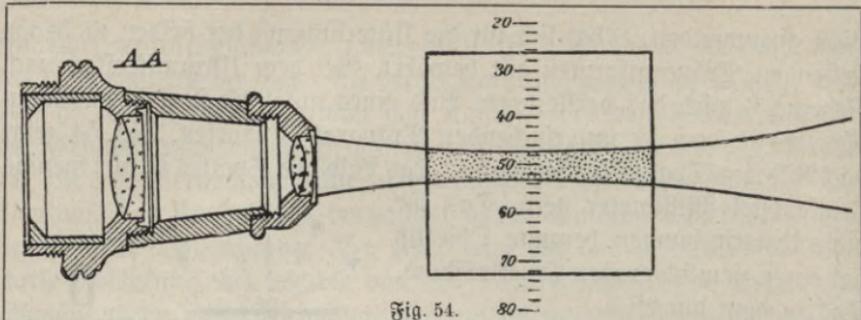


Fig. 54.

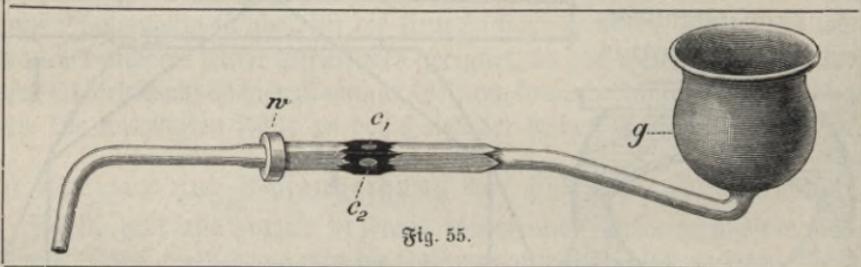


Fig. 55.

so hat dasselbe außerdem in der Richtung der Achse des Mikroskops eine zu große Ausdehnung. Die einzige hierfür gut brauchbare Beleuchtung ist 6. Das Objekt wird zu diesem Zweck an zwei rechtwinklig zueinander stehenden Flächen anpoliert und das Spaltbild wird im Innern des Körpers in einiger Entfernung von der achsensenkrechten anpolierten Fläche entworfen, und durch diese hindurch wird beobachtet. Die beiden anpolierten Flächen entsprechen den Fensterchen der Cuvette (Fig. 55). ISe und ISf eignen sich deswegen nicht zur Untersuchung, weil eine genügend feine, d. h. optisch leere Politur nicht hergestellt werden kann. Aus demselben Grunde ist ISd der Untersuchung nicht zugänglich, denn man könnte die im Innern des undurchsichtigen Körpers liegenden Teilchen nur dadurch sichtbar machen, daß man den Körper anpoliert. Bei der Sichtbarmachung submikroskopischer Teilchen ist noch zu bemerken, daß der Abstand der einzelnen Körperchen voneinander oberhalb der Grenze des Auflösungsvermögens des Mikroskops liegen muß. Andernfalls kommt nur eine diffuse Helligkeit aber keine getrennte Wahrnehmung der Teilchen zustande. Unter IM haben wir die mikroskopischen Körperchen. Der Buchstabe u bedeutet, daß sie ungefärbt sind und der Buchstabe g, daß sie gefärbt sind, also auch ein Absorptionsbild liefern.

Im Falle IMuc wird das Objekt die Form eines dünnen Plättchens haben, dessen beide Flächen möglichst gut anpoliert sind, etwa die Form

eines Deckglases oder dünnen Schliffes. Als Beleuchtung kommt in Frage 1, (2), 3a, (3b). Ein Beispiel hierfür sind etwa in Bernstein eingebettete Pollenkörner. Bei IMud. wird man durch Anpolieren das Innere des zu untersuchenden Körpers zutage bringen und in auffallendem Licht untersuchen. Man beleuchtet nach 3c, 4, 5. IMuea und IMueb sind die häufigsten Formen der Präparate überhaupt. Beispiele sind für a etwa Mehl, das auf einem Objektträger in Luft liegt und für b Mehl in Wasser. Das Präparat kann natürlich mit einem Deckglas bedeckt sein oder nicht. Im ersteren Falle, IMuea, würden 1, (2), 3a, (3b), (3c), 4 und 5 in Frage kommen, für 3c, 4 und 5 darf das Präparat nicht mit einem Deckglas bedeckt sein. Im Falle IMueb wird es immer mit einem Deckglas bedeckt sein. Man wendet hier 1, (2), 3a und (3b) an. Im Falle IMufa wird man nach 3c, 4 und 5 beleuchten, im Falle IMufb benutzt man dieselben Beleuchtungen nur mit dem Unterschied, daß man, um Reflexe zu vermeiden, womöglich Immersionen im Falle 4 und 5 benutzt. Wenn das Objekt im Wasser liegt, was wohl der häufigste Fall ist, benutzt man natürlich Wasserimmersionen. (3c) wird nur bei schwachen Vergrößerungen gelegentlich zu benutzen sein, meist kann man sich hier mit ad hoc aufgestellten kleinen Spiegeln behelfen. Diese geben zwar keine allseitig gleichmäßige Beleuchtung, aber sie genügen in den meisten Fällen.

Wenn die Objekte gefärbt sind, also der Fall g vorliegt, kommen für IMge wie oben 1, (2), 3a, (3b) in Frage. Die eigentliche Beleuchtung für gefärbte, d. h. absorbierende Objekte, ist natürlich 1, die Hellfeldbeleuchtung. Aber auch das Dunkelfeld gibt oft recht gute Bilder, die gelegentlich recht lebhaft Farben zeigen. Die Präparate werden wie oben Dünnschliffe sein. Für IMgd gilt dasselbe, wie für u, ebenso für e und f.

Unter II sind die Objekte zusammengefaßt, die in zwei Dimensionen klein sind. Unter S sind entweder Kanten gemeint, oder fadenförmige Gebilde, die in zwei Dimensionen submikroskopisch klein sind. Beide können natürlich beliebig gekrümmt sein. Beispiele für IISea und IISeb sind die *Asterionella Formosa*, eine Diatomee, und *Spirochete pallida*. Bevor wir die verschiedenen Arten der hier in Frage kommenden Beleuchtungen besprechen, müssen wir uns mit einer wichtigen Erscheinung beschäftigen, nämlich mit der Empfindlichkeit der Abbildung für das Azimut der Beleuchtung. Da hier besonders instruktive Versuche zu besprechen sind, wurde die Behandlung dieses Gegenstandes erst hier vorgenommen. Wir werden bei dieser Gelegenheit noch einiges oben bei der Klasse I nicht Erwähnte nachholen.

Um uns zu orientieren, nehmen wir zunächst eine Ebene an, die die optische Achse des Mikroskops und den Hauptstrahl des beleuchtenden Büschels enthält. Je nachdem beide in dieser Ebene zusammenfallen, oder zueinander geneigt sind, nennt man die Beleuchtung eine gerade oder schiefe. Fig. 35, 1 c, d ist gerade, 2 a, b schiefe Beleuchtung. Wenn wir die besagte Ebene um die Achse des Mikroskops drehen, wandert z. B. bei a und b der kleine Kreis der Beleuchtung in dem großen Kreis der Objektivöffnung herum. Diese Drehung kann man bestimmen, wenn man senkrecht zur optischen Achse des Mikroskops in die Objektebene eine Ebene mit einer festen Kreisteilung legt und an dieser die Lage der Achse und Hauptstrahl des beleuchtenden Büschels enthaltenden Ebene abliest. Als punctum fixum gilt die ebenfalls senkrechte Symmetrieebene des Mikroskops, die dasselbe in eine rechte und eine linke Hälfte teilt und seine Achse enthält. Der Teilstrich für 0 und 360° liegt nach der Säule zu und die Teilung geht im Sinne der Bewegung des Uhrzeigers. Die Neigung der ersten Ebene zur Symmetrieebene nennt man das Azimut der Beleuchtung (diese Bezeichnung hat Siedentopf eingeführt). Das Wort kommt aus dem Arabischen. Es bedeutet ursprünglich den Bogen im Horizont zwischen dem Höhenkreis des Gestirns und dem Meridian.

Die Abhängigkeit der Abbildung von dem Azimut der Beleuchtung bei Kanten und ähnlichen Gebilden der Gruppe II zeigt folgender einfache Versuch von Siedentopf. Als Objekt dient *Asterionella formosa* in Kanadabalsam oder Sthyrax eingebettet. Beleuchtet wird nach 3 a, also mit dem Paraboloid, Karadioid oder dem Dunkelfeldkondensator von Leitz. Bei allseitig achsensymmetrischer Beleuchtung, und wenn das Objekt in der hinteren Brennebene des Kondensators liegt, kommt das Bild Fig. 56, 1 zustande. Wenn man aber die in Fig. 59 abgebildete Schlitzblende einlegt, kommen je nach der Lage der Azimute des Objekts und der beugenden Kanten zueinander, Bilder zustande, wie sie in Fig. 56, 3 und 4 zu sehen sind. Kanten werden am besten abgebildet, wenn das Azimut der Beleuchtung rechtwinklig zum Azimut der Kante steht. Wenn die Abweichung hiervon einen gewissen geringen Winkelbetrag überschreitet, kommt von dem durch die Kanten abgebeugten Licht überhaupt nichts mehr ins Objektiv und die Kante wird unsichtbar. Denselben Versuch kann man auch mit einer Beleuchtung nach Fig. 35, 2 anstellen. Während bei Teilchen, die in allen 3 Dimensionen gleich oder wenigstens annähernd gleich groß sind, das Azimut der Beleuchtung keinen Einfluß auf ihre Sichtbar-

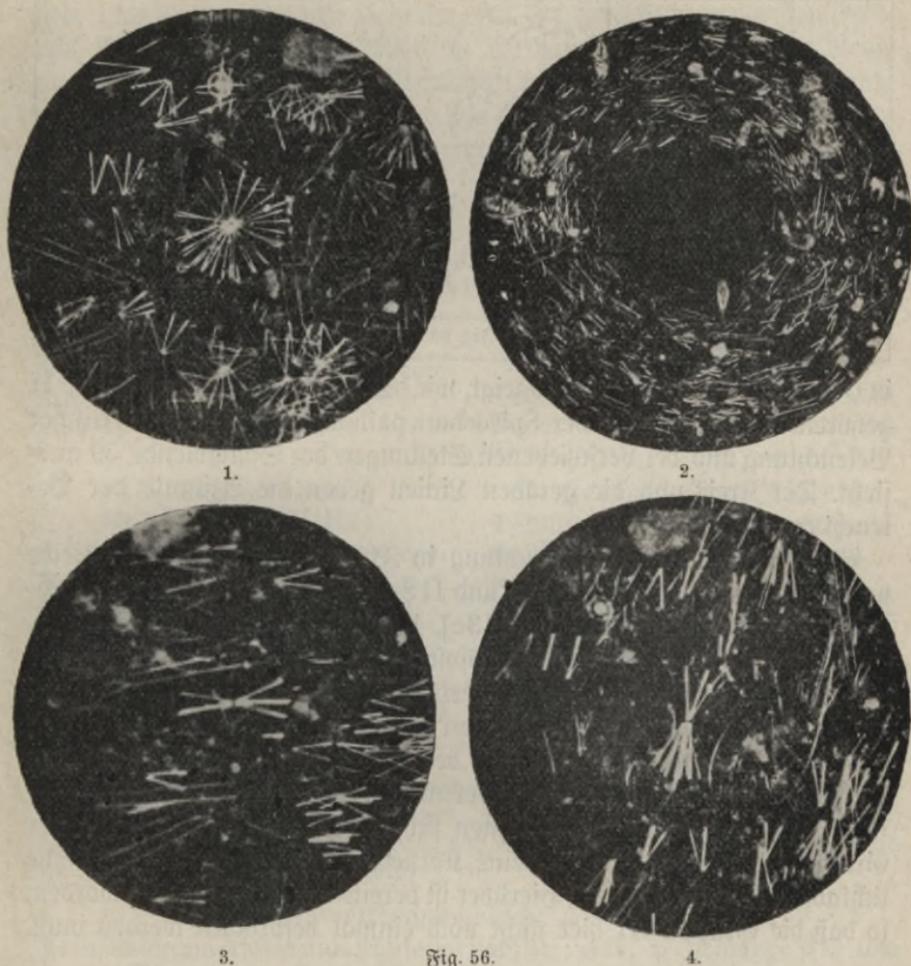
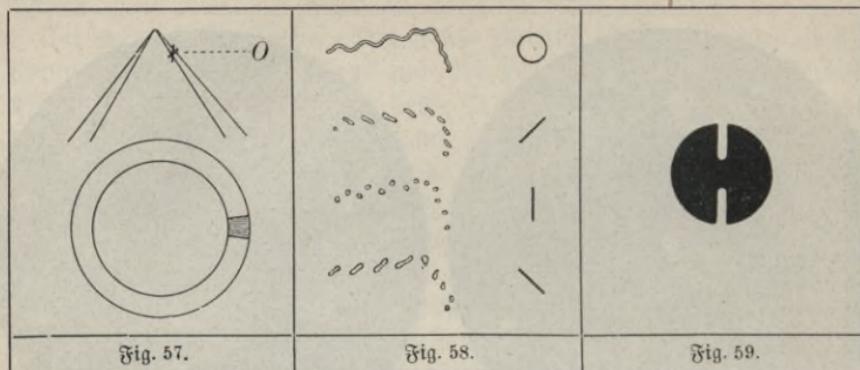


Fig. 56.

feit im Mikroskop hat, ist dasselbe bei Ranten von der größten Bedeutung. Um sicher zu sein, daß man alle überhaupt sichtbaren Ranten zur Wahrnehmung bringt, muß man eine allseitig achsensymmetrische Beleuchtung herstellen und außerdem dafür sorgen, daß das Präparat in der hinteren Brennebene des Kondensors liegt. Wenn das letztere nicht geschieht, erscheint die Mitte des Präparates dunkel und es entsteht ein Bild, das Siedentopf „Karussellbild“ genannt hat. Ein solches ringförmiges Bild ist in Fig. 56, 2 zu sehen. Fig. 57 zeigt, wie bei zu hoher Einstellung des Kondensorbildes nur ein Teil (gestrichelt) der Kondensorpupille das Objekt



in *O* einseitig bestrahlt. Fig. 58 zeigt, wie das Bild eines zu der Gruppe II gehörenden Bakteriums, der *Spirochete pallida*, bei achsensymmetrischer Beleuchtung und bei verschiedenen Stellungen der Schließblende 59 aussieht. Der Kreis und die geraden Linien geben die Azimute der Beleuchtung an.

Bei IISb kommt als Beleuchtung in Frage (2), (3a), (3b); dasselbe haben wir bei IISc. Bei IISea und IISeb haben wir dieselbe Beleuchtung. Bei IISfa gebrauchen wir [3c], 4 und 5. Bei IISfb [3c], 4 und 5. Im letzteren Fall sind Immersionsysteme anzuwenden, ebenso wie das bereits bei der Gruppe ISfb bemerkt wurde.

IIMc, IIMea und IIMeb werden nach 1, (2), 3a, (3b), [3c]; IIMd, IIMfa, IIMfb nach (3c), 4 und 5 beleuchtet. Die Objekte der Gruppe III stellen die gewöhnliche Form der meisten Präparate dar. Die Strukturen, die durch Beugung in ihnen sichtbar werden, sind Gebilde der Gruppen I und II, nämlich kleine Körperchen oder Ranten oder kleine lichtabsorbierende Flächen. Hierüber ist bereits das Nötige gesagt worden, so daß die Gruppe III hier nicht noch einmal besprochen werden muß.

c) Die Farbe der beleuchtenden Büschel.

Wir haben uns bisher mit der Richtung der Büschel und der Richtung und Zahl der Strahlen beschäftigt, die das Büschel zusammensetzen. Sowohl für die subjektive Beobachtung, wie auch für die Mikrophotographie muß die Farbe des beleuchtenden Lichtes ebenfalls berücksichtigt werden. Für beide Fälle ist es zweckmäßig, die Objekte mit mehr oder weniger engbegrenzten Spektralbezirken zu beleuchten. Man kann, und das ist für viele Zwecke das Beste, eine Lichtquelle anwenden, die ein Linienspektrum gibt, etwa eine Quecksilberdampf Lampe, und durch geeig-

nete Lichtfilter eine Linie isolieren. In der Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie Jahrgang 1910 S. 329 hat Dr. A. Köhler eine Reihe von Lichtfiltern für die Quecksilberlampe veröffentlicht. Weitere Rezepte finden sich in dem Prospekt Mikro 264 des Zeiß-Werkes, dem die folgenden Vorschriften Dr. Köhlers entnommen sind.

1. Kaliumdichromatfilter:
Destilliertes Wasser . . . 300 cem
Kaliumdichromat 30 g

2. Kupfervitriolfilter:
Destilliertes Wasser . . . 300 cem
Kupfervitriol 30 g
Schwefelsäure 1 cem

3. Piktrinsäure-
Kupfervitriolfilter:
Destilliertes Wasser . . . 300 cem
Kupfervitriol 30 g
Piktrinsäure 1,8 g

4. Didymfilter:
Destilliertes Wasser . . . 300 cem
Didymnitrat 60 g

5. Kupferoxydammoniak-
filter:
Destilliertes Wasser . . . 200 cem
Ammoniak 100 cem
Kupfervitriol 15 g

6. Chininsulfatfilter (stark):
Destilliertes Wasser . . . 300 cem
Schwefelsäure 2 cem
Chininsulfat 6 g

7. Zettnow'sches Filter:
Destilliertes Wasser . . . 300 cem
Kupfervitriol 35 g
Kaliumdichromat 3,5 g
Schwefelsäure 1 cem

8. Chininsulfatfilter (schwach):
Destilliertes Wasser . . . 300 cem
Schwefelsäure 1 cem
Chininsulfat 1 g

Von diesen Filtern sind die ersten sechs besonders mit Rücksicht auf die Quarzlampe zusammengesetzt. Die Wellenlängen, die man durch diese Filter aus der Strahlung der Quarzlampe isolieren kann, sind im folgenden zusammengestellt.

Für orthochromatische Platten:

Kaliumdichromatfilter und Kupfervitriolfilter: gelb, Wellenlänge 579 und 577 $\mu\mu$

Piktrinsäure-Kupfervitriolfilter: gelbgrün, Wellenlänge 579, 577 und 446 $\mu\mu$

Piktrinsäure-Kupfervitriolfilter und Didymfilter: grün, Wellenlänge 546 $\mu\mu$

Für gewöhnliche blauempfindliche Platten:

Kupferoxydammoniakfilter und Chininsulfat¹⁾ (schwach): blau und violett, Wellenlänge 436, 407 und 405 $\mu\mu$

Kupferoxydammoniakfilter und Chininsulfat¹⁾ (stark): blau, Wellenlänge 436 $\mu\mu$

Die anderen Lichtquellen benutzt man mit den folgenden Flüssigkeitsfiltern:

1) Das Chininsulfatfilter muß, von der Lichtquelle aus gerechnet, stets dem blauen Filter vorangehen.

Für orthochromatische Platten:

Grünlicht mit Pikrinsäure-Kupfervitriolfilter
 Kernlicht mit Zettnowschem Filter
 Kalklicht mit Zettnowschem Filter
 Bogenlicht mit Zettnowschem Filter

Für gewöhnliche blauempfindliche Platten:

Grünlicht mit Kupferoxydammoniafilter (sehr dunkel)
 Kernlicht mit Kupferoxydammoniafilter
 Kalklicht mit Kupferoxydammoniafilter
 Bogenlicht mit Kupferoxydammoniafilter und Chininsulfat¹⁾
 (stark): blau
 Bogenlicht mit Kupferoxydammoniafilter und Chininsulfat¹⁾
 (schwach): blau und violett.

Für Lichtquellen, die nur einige ziemlich weit im Spektrum auseinanderliegende helle Linien haben, braucht man nur verhältnismäßig schwach gefärbte Lichtfilter. Für Lichtquellen dagegen, die ein kontinuierliches Spektrum ausstrahlen, liegen die Verhältnisse etwas anders. Entweder sind die Filter streng, d. h. sie lassen einen engen aber trotzdem niemals scharf begrenzten Spektralbezirk zu. Dann schwächen sie auch das Licht ihrer Eigenfarbe ziemlich stark, oder aber sie lassen einen relativ großen Teil des Spektrums durch. Je lichtdurchlässiger das Filter ist, oder je länger man belichtet, desto breiter wird das Gebiet der durchgelassenen Farben. Aus den hier reproduzierten Spektralaufnahmen ist das ohne weiteres zu ersehen. Das untere Band ist immer doppelt so stark belichtet wie das darauffolgende nächst höhere. Der Verfasser dieses Buches benutzt seit längerer Zeit für mikrographische Aufnahmen und auch für subjektive Beobachtungen einen Filterapparat aus Jenaer Farbgläsern, der im Zeiß-Werk in Jena hergestellt worden ist. Er besteht aus roten, gelben, grünen und blauen in der Masse gefärbten Gläsern. Die Figuren 60—63 zeigen die Wirkung der Filter im Spektrum. Fig. 60 besteht aus Aufnahmen auf panchromatischen Platten von Wratten & Wainwright. Fig. 60 oben ist eine Spektralaufnahme ohne Filter. Sie zeigt, daß die Platte vier deutliche Maxima hat. Fig. 60 unten zeigt links die Wirkung des Blaufilters, mitten die des Grünfilters in Verbindung mit dem Gelbfilter, welches das vom Grün noch durchgelassene Blau absorbieren soll, und rechts die des Rotfilters. Fig. 61 zeigt die Wirkung des Gelbfilters allein. Da das Grün noch ein wenig Blau durchläßt,

1) Das Chininsulfatfilter muß, von der Lichtquelle aus gerechnet, stets dem blauen Filter vorangehen.

muß man, um ein reines Grün zu bekommen, die Grünscheibe mit der Gelbscheibe kombinieren. Aus Fig. 61 geht hervor, daß das Gelb das Grün sehr gut durchläßt und eine scharf abgesetzte Absorption in Blau hat. Wenn man nur mit grünem oder blauem Licht arbeiten will, und das wird in weitaus der Mehrzahl der Fälle vorkommen, genügt es, orthochromatische Platten zu benutzen. Fig. 62 zeigt die Wirkung des blauen und des grünen (grün + gelb) Filters in Verbindung mit der Chromoplatte. Natürlich wird man Platten auswählen, deren Empfindlichkeitsmaximum mit der Farbdurchsichtigkeit des betreffenden Filters mög-

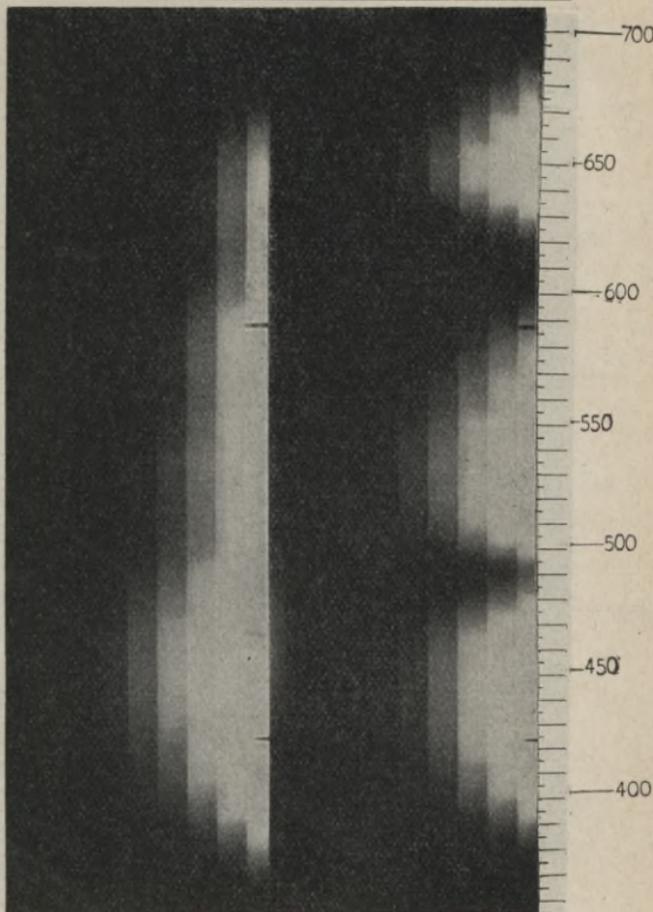


Fig. 60.

lichst gut übereinstimmt. Ein strenges aber sehr lichtschwaches Grünfilter bekommt man, wenn man eine Blauscheibe mit der Gelbscheibe kombiniert. Denselben Effekt erreicht man, wenn man eine gewöhnliche nicht farbenempfindliche Platte hinter einem strengen Gelbfilter belichtet. Die Eigenempfindlichkeit dieser Platten reicht nur eben bis ins Grün und das Gelbfilter absorbiert alles blaue Licht. Fig. 63 zeigt eine derartige Aufnahme. In diesem Falle muß man sehr lange belichten. Fig. 64 besteht aus Aufnahmen mit Sonnenlicht, die die Wirkung des Filtersatzes zeigen. Das oberste Band ist mit dem Rotfilter, das zweite mit dem Grünfilter (grün + gelb) und das dritte mit dem Blaufilter aufgenommen, das vierte

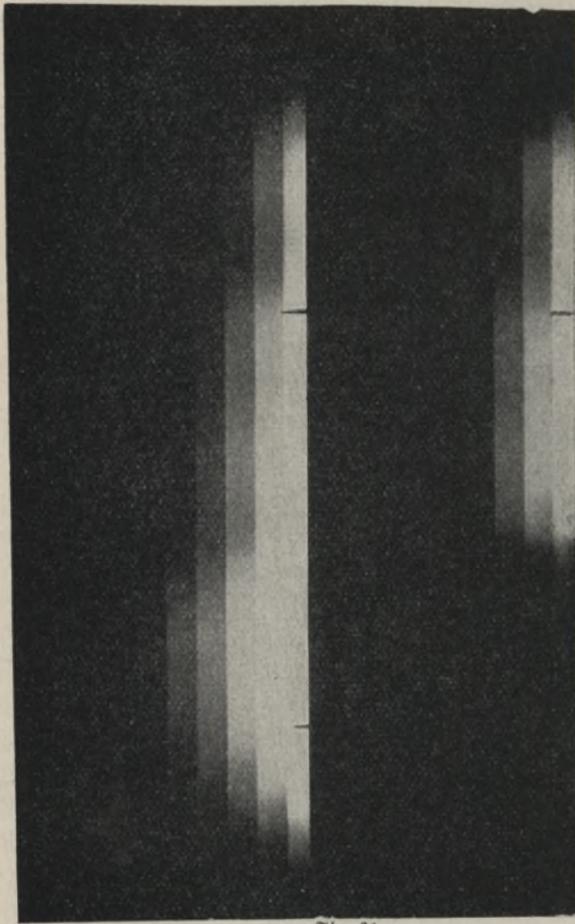


Fig. 61.

700 ist eine Aufnahme hinter einem Grünfilter, das aus Blau und Gelb zusammengesetzt war. Die Fig. 65 — 68 zeigen die Wirkung verschiedener Farben auf ein lichtabsorbierendes Objekt. Fig. 65 und 66 sind Bilder eines dicken stark gelb gefärbten Lederchnittes. Fig. 65 ist eine Aufnahme mit blauem Licht. Bei dieser Beleuchtung ist es auf keine Weise möglich, mehr Ein-

zelheiten zu bekommen, auch nicht bei sehr langen oder sehr starken Belichtungen. Das Bild des Schnittes wird zwar immer heller, es zeigt aber durchaus nicht mehr Einzelheiten. Fig. 65 ist eine Aufnahme mit der Eigenfarbe des Präparates. Dasselbe hat das Licht seiner Eigenfarbe durchgelassen und es ist in diesem Falle ein gutes Strukturbild zustande gekommen. Fig. 67 und 68 sind Aufnahmen eines wesentlich dünneren Schnittes durch dasselbe Leder. In dünner Schicht sieht dies Leder ganz zart hellgelb gefärbt aus. Fig. 67 ist mit der Eigenfarbe des Leders aufgenommen und Fig. 68 mit einem Kontrastfilter, dem Blaufilter. Hier hat die Eigenfarbe infolge der sehr großen Durchlässigkeit des dünnen

Lederschnittes für dieselbe ein sehr flaches Bild gegeben, das Kontrastfilter dagegen ein gutes. Aus den Fig. 65 bis 68 geht ohne weiteres hervor, in welchen Fällen man ein Kontrastfilter zu wählen hat und in welchen Fällen ein Detailfilter. Das Gesagte gilt natürlich in gleicher Weise für Mikrophotographie und subjektive Beobachtung. In der Praxis findet man das passende Filter auf einfache und sichere Weise, wenn man das Präparat nacheinander mit den verschiedenen Filtern betrachtet. Für dünne und schwach gefärbte Präparate ist dasjenige Filter das beste, welches die Einzelheiten

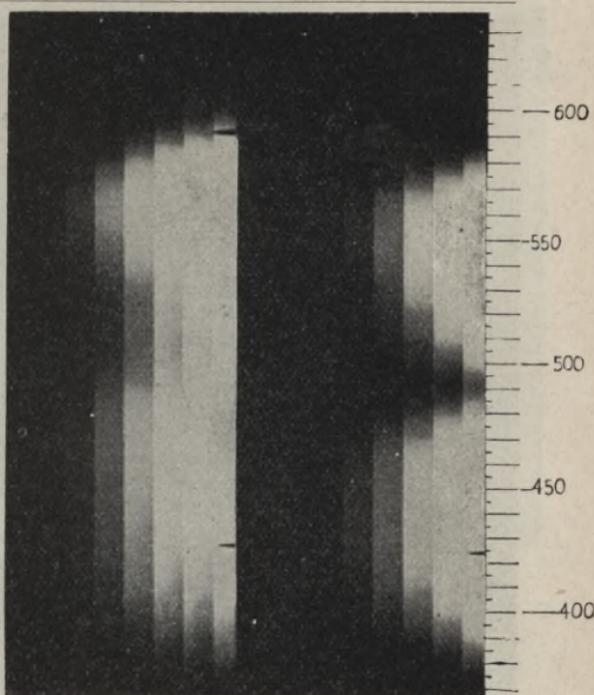


Fig. 62.

möglichst schwarz auf dem hellen farbigen Grunde zeigt. Für dicke und schlecht durchsichtige Präparate nimmt man Detailfilter, die möglichst viel Einzelheiten im Präparate zeigen, also Filter, deren Farbe der Eigenfarbe des Präparates möglichst nahe kommt. Für die Praxis der Mikrophotographie ist noch zu bemerken, daß der Blaustich der Färbung mancher Präparate dem ungeübten Auge häufig entgeht.

Auch Versuche über das Auflösungsvermögen können mit Farbfiltern angestellt werden. Man wählt hierzu etwa Diatomeenschalen und zwar im betreffenden Fall eine Schale, die mit blauem Licht eben gerade aufgelöst wird. Hiervon überzeugt man sich durch Betrachten der hinteren Brennebene des Objektivs. Am Rande der Öffnung darf bei gerader Beleuchtung nur der blaue Teil der beiden ersten Seitenmaxima zu sehen sein und bei schiefer der blaue Teil des ersten Seitenmaximums auf der einen Seite und auf der anderen das primäre Maximum. Der rote Teil der Seitenmaxima muß außerhalb der Objektivöffnung liegen. Das rote Filter läßt den blauen Teil der Seitenmaxima verschwinden und die



Fig. 63.

Struktur wird nicht mehr aufgelöst. Die Diatomeentestplatte des Herrn Möller in Wedel ist für diese Versuche recht geeignet. Herr Dr. Köhler in Jena hat zusammen mit Herrn Dr. von Rohr ein Mikroskop für ultraviolettes Licht konstruiert, das die Vorzüge des monochromatischen Lichtes mit denen einer möglichst kurzen Wellenlänge vereinigt. Das Spektrum des Magnesiums oder des Radiums wird durch ein Prisma zerlegt und die Wellenlängen 0,275 oder 0,285 allein zur Beleuchtung benutzt. Diese Farben sind unsichtbar. Um das Bild zu sehen, muß man dasselbe auf eine fluoreszierende Uranglasplatte projizieren. Das Ultraviolett-Mikroskop ist besonders für die Mikrophotographie eingerichtet. Infolge der kurzen Wellenlänge des benutzten Lichtes ist sein Auflösungsvermögen bei gleicher numerischer Apertur ungefähr doppelt so groß, wie bei der Beobachtung im gewöhnlichen Tageslicht. Die Wellenlänge des physiologisch hellsten Teiles des Tageslichts beträgt ungefähr 0,550. Um das durch die kürzere Wellenlänge erreichte höhere Auflösungsvermögen auszudrücken, hat

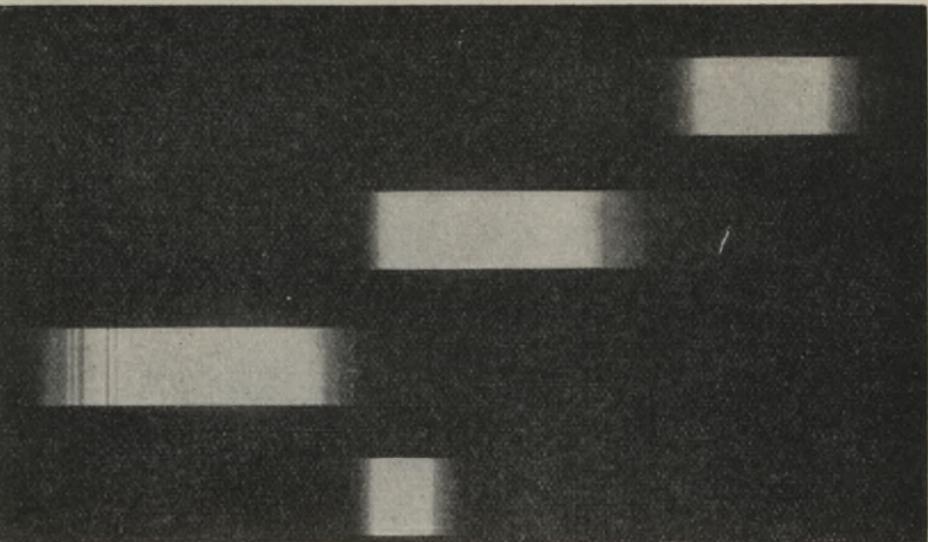


Fig. 64.

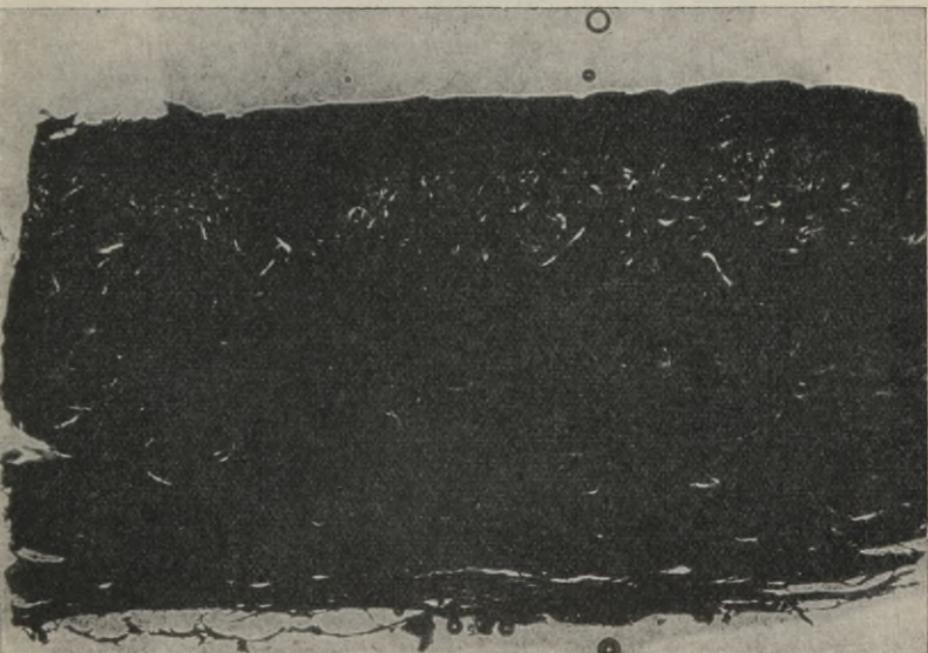


Fig. 65.

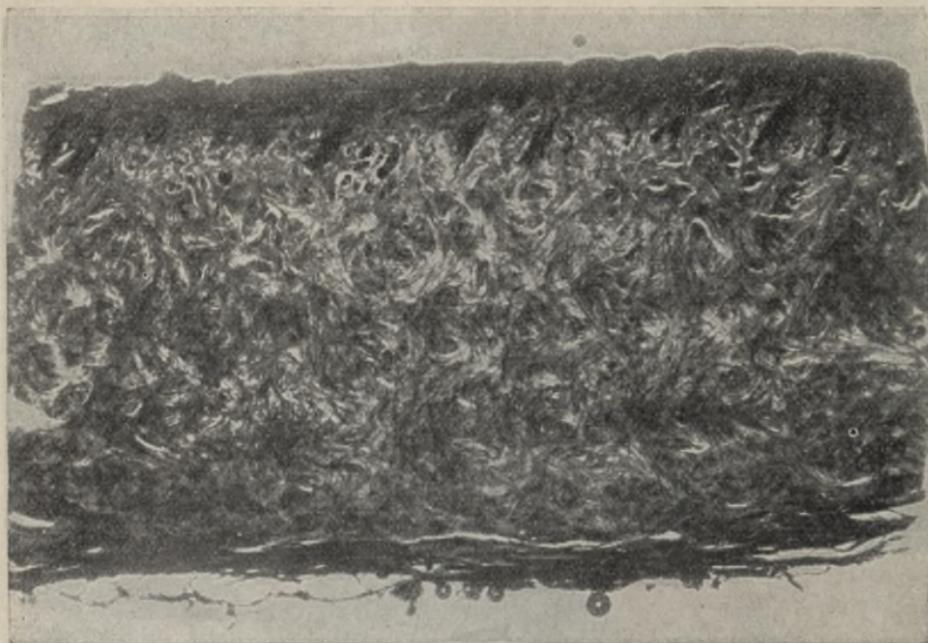


Fig. 66.

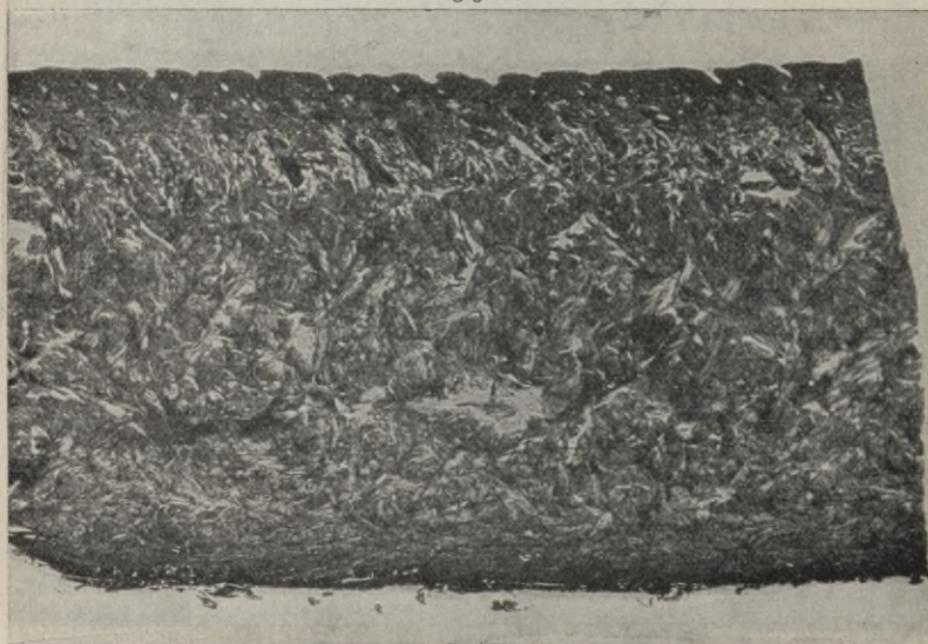


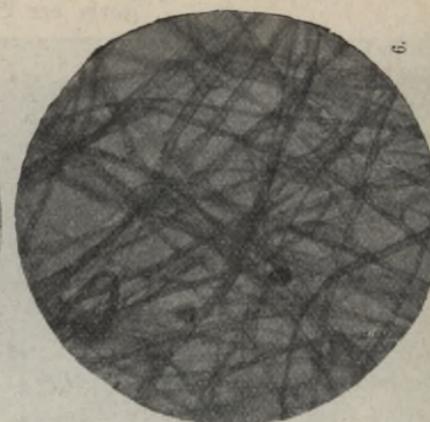
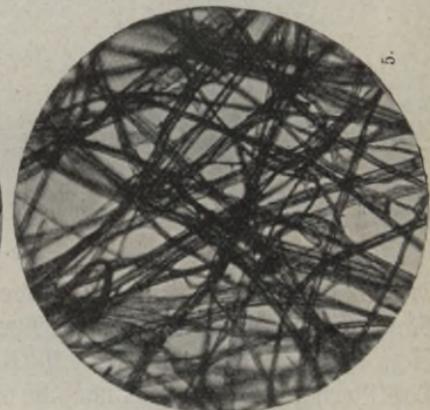
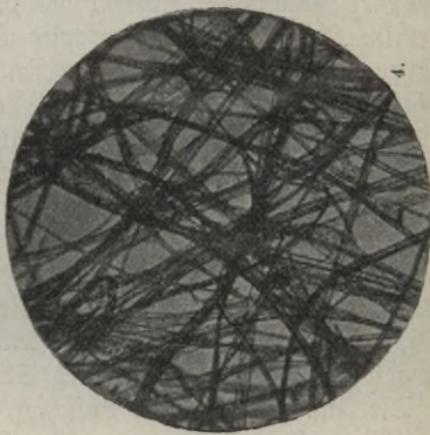
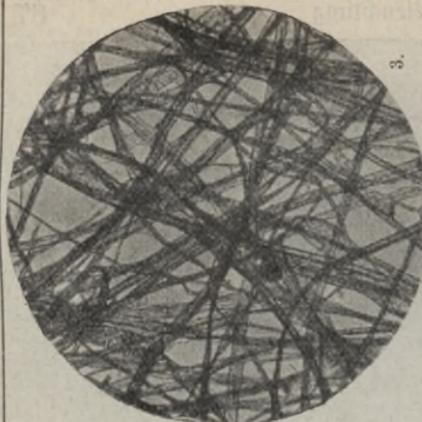
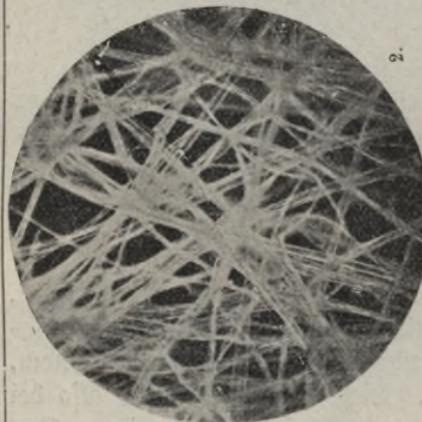
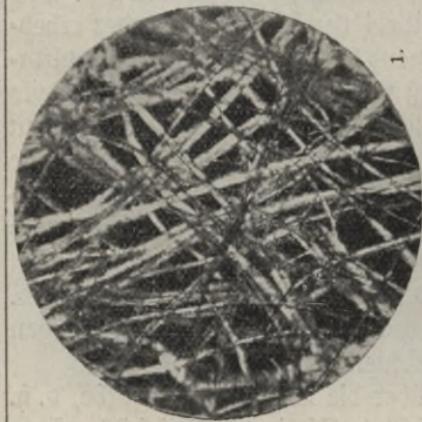
Fig. 67.

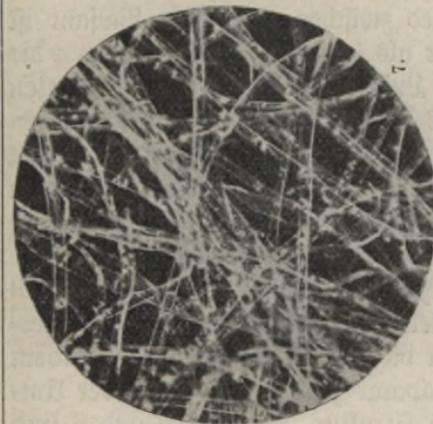


Fig. 68.

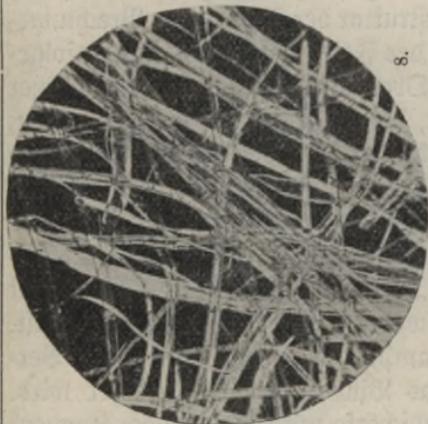
Dr. Köhler den Begriff der relativen numerischen Apertur eingeführt. Man multipliziert die numerische Apertur der Objektive für ultraviolettes Licht mit dem Verhältnis der Wellenlänge des Tageslichts zu jenem. Das Verhältnis beträgt ungefähr 2. Diese Objektive haben also bei gleicher numerischer Apertur das doppelte Auflösungsvermögen. Das relative Auflösungsvermögen wird mit rA bezeichnet. Außer der erheblichen Erhöhung des Auflösungsvermögens hat die Anwendung des ultravioletten Lichts noch den Vorteil, daß verschiedene Gewebsbestandteile für dasselbe verschieden durchlässig sind. Man kann also mit ungefärbten Präparaten eine gute Unterscheidung verschiedener Gewebsbestandteile bekommen. Die gesamte Optik dieses Mikroskops muß natürlich aus ultraviolett-durchlässigem Material sein. Man benutzt hierzu Quarz und es ist Dr. v. Rohr gelungen, für die Monochromate aus Quarz einen neuen Typus zu finden, bei dem nur dies Material allein verwandt wird. Die Leistung dieser Einrichtung stellt zurzeit, was Auflösungsvermögen angeht, die äußerste Grenze des Erreichten dar.

Die Fig. 60—68 geben Aufschluß über die Wirkung der Farbe, d. h. der Wellenlänge des angewandten Lichtes. Die in der Tafel 56 zusam-

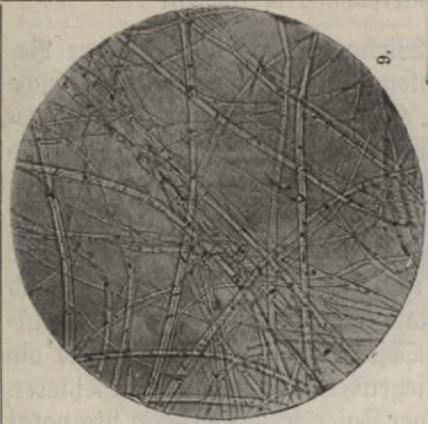




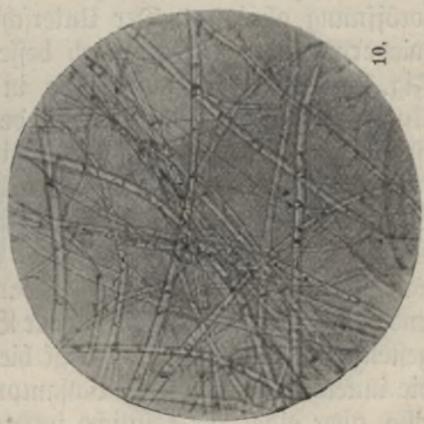
7.



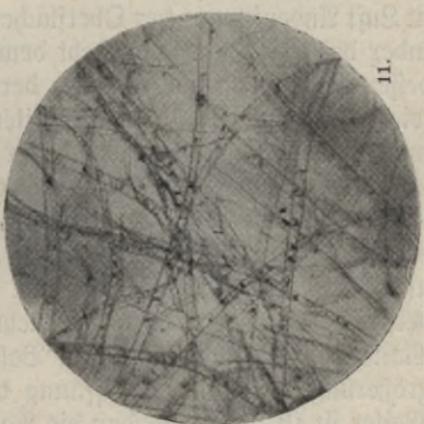
8.



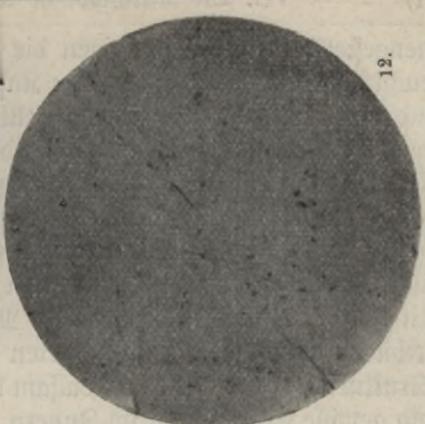
9.



10.



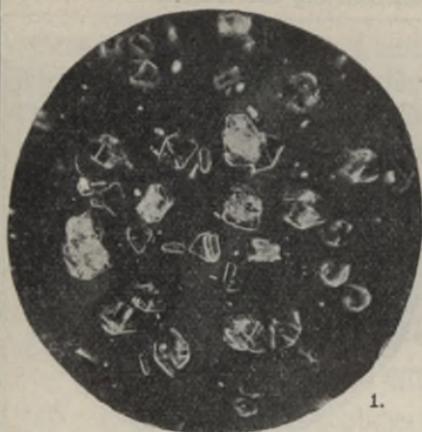
11.



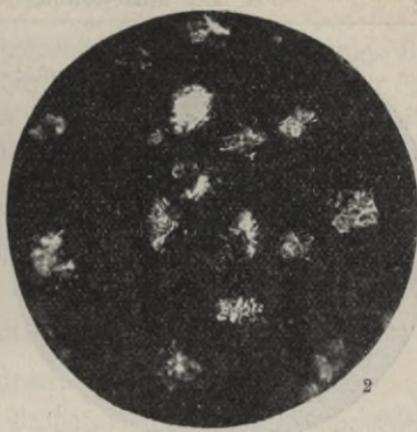
12.

Fig. 69.

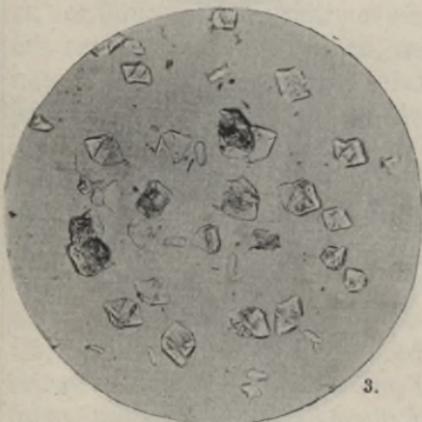
mengestellten Fig. 1—4 zeigen die Wirkung der Azimutlage der Beleuchtung auf die Abbildung von Kanten. Andere Beleuchtungsversuche sind in der Tafel 69 zusammengestellt. Es wurde hier außer der Beleuchtung auch noch das Einbettungsmedium variiert. Die Fig. 1—12 sind Mikrophotogramme des bekannten Josephspapiers, das für die Reinigung der Mikroskoplinsen, der Objektträger und Deckgläser benutzt wird. Fig. 1—6 zeigen das Josephspapier eingebettet in Luft und Fig. 7—12 ein gleiches Präparat eingebettet in Kanadabalsam. Fig. 1 und 7 sind mit der Beleuchtung 3a hergestellt. Man sieht bereits hier, daß die Strukturbilder des in Luft eingebetteten Objekts ganz andere sind wie die Strukturbilder des in Kanadabalsam liegenden Präparates. Im letzteren sind gewisse Einzelheiten im Innern der Faser zu sehen, beim Präparat in Luft Andeutungen der Oberflächenstruktur der Faser. Der Brechungsindex des Kanadabalsams steht dem der Faser näher als Luft, infolgedessen ist die beugende Wirkung der Oberflächenstruktur in Luft größer wie in Balsam. Struktureinzelheiten, die im Innern der Faser liegen, werden beim Balsampräparat besser sichtbar sein, weil das Licht aus Balsam leichter in die Faser eindringt als aus Luft. Die Fig. 2 und 8 sind mit der Beleuchtung 1 aufgenommen, aber in polarisiertem Licht und bei gekreuzten Nikols. Auch hier ist der Unterschied zwischen dem Luft- und dem Balsampräparat deutlich. Die Fig. 3—6 und 9—12 sind mit verschieden großer und zwar zunehmender Blendenöffnung hergestellt. Man sieht, besonders bei dem Balsampräparat, wie durch die Vergrößerung der Kondensoröffnung das Bild immer undeutlicher wird. Weiter ist zu bemerken, daß die Randschärfe mit zunehmender Kondensoröffnung abnimmt. Der Unterschied zwischen Luft und Balsam ist wiederum sehr deutlich. Noch besser als diese Abbildungen zeigen die Fig. 70, 1—6 (Asparaginkristalle in Luft und Balsam) den besagten Unterschied, der auf die Wirkung des Einbettungsmittels zurückzuführen ist. Fig. 70, 1 und 2 zeigen Asparagin in Balsam und in Luft, beleuchtet mit dem Paraboloidkondensator. Während bei Fig. 70, 1 von der inneren Struktur nur sehr wenig zu sehen ist, zeigt Fig. 70, 2 sehr viel innere Struktur der Kristalle, aber keine Spur der Umrisse, die in Fig. 70, 1 ganz vorzüglich zu sehen sind. Ganz Ähnliches ist auf den Bildern 3 und 4 zu sehen. Sie sind mit der Beleuchtung 1 Schema 35 Nr. 1 hergestellt. Das Luftpräparat zeigt hier die Konturen gut und außerdem die innere Struktur. Das Balsampräparat zeigt nur Spuren der Umrisse, aber eine sehr deutliche innere Struktur. Die Fig. 5 und 6 sind



1.



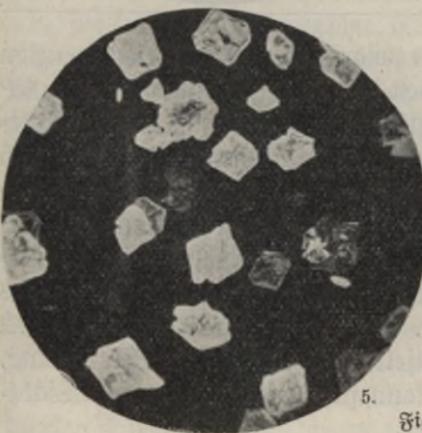
2.



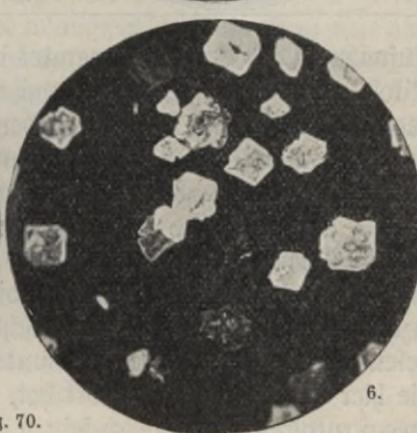
3.



4.

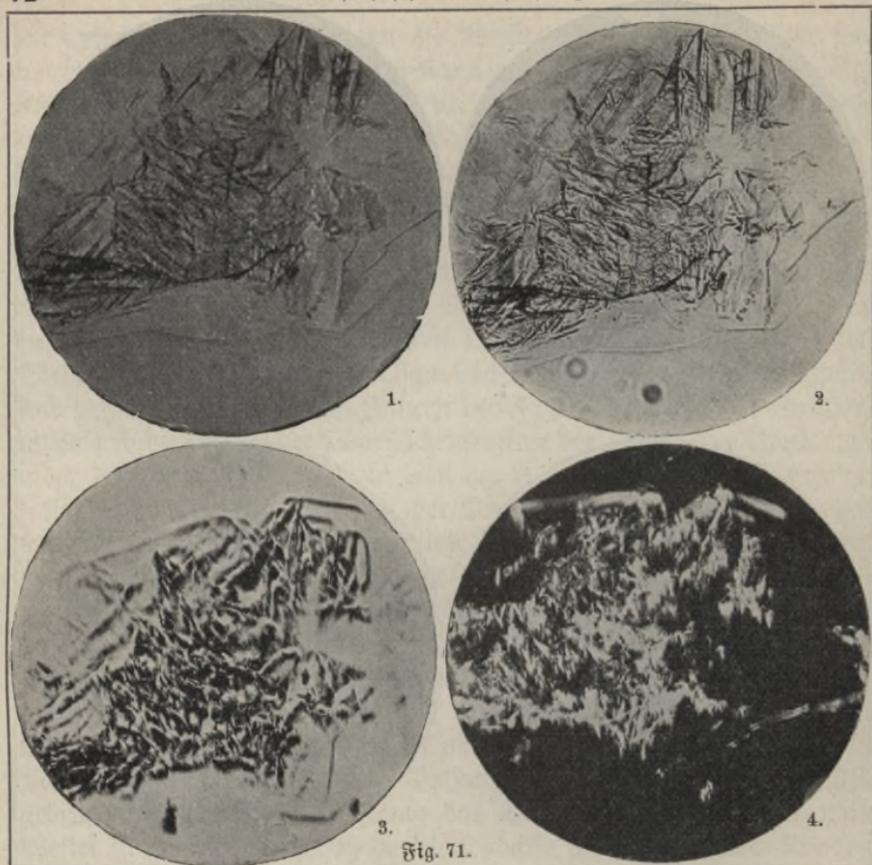


5.



6.

Fig. 70.



Aufnahmen des Balsampräparates in polarisiertem Licht bei gekreuzten Nikols. Der Objektisch wurde zwischen den beiden Aufnahmen um 45° gedreht. Die Fig. 71, 1—4 zeigen den Effekt zu enger Abblendung (Schema 35 Nr. 2) und schiefer Beleuchtung (Schema 35 Nr. 4 und Schema 35 Nr. 2). Während bei der Beleuchtung (Schema 35 Nr. 1) ein gutes Strukturbild entstanden ist, zeigt Fig. 2 eine Verdoppelung aller Kanten, die die Abbildung recht stört. Fig. 3 ist mit enger Kondensoriris und schiefer Hellfeldbeleuchtung gemacht, die Strukturen sind hier infolge des Azimutfehlers vollkommen verwischt. Die Fig. 4 nach Schema 35 Nr. 2 beleuchtet, zeigt dasselbe für Dunkelfeld. Dieselbe schiefe Beleuchtung, die hier die Abbildung zerstört hat, kann für die Auflösung von Diatomeenstrukturen sehr nützlich sein.

Aus der großen Menge des Vorhandenen wurden hier nur einige Beispiele gegeben, die Fingerzeige für die Beleuchtung und auch für die Einbettung der Präparate geben. Der wirklich exakt arbeitende Mikroskopiker wird alle überhaupt möglichen Beleuchtungs- und Einbettungsmethoden durchprobieren, um für den betreffenden Fall das Geeignete zu finden. Das in diesem Büchlein Gesagte gibt einige Fingerzeige, wie man bei diesem unvermeidlichen Probieren methodisch vorgehen kann.

VIII. Die Herstellung der Präparate.

A. Allgemeines.

Die Herstellung mikroskopischer Präparate kann auf einfache Weise an der Hand des Objektschemas (S. 48) besprochen werden. Ehe wir uns mit den Einzelheiten befassen, müssen wir einige allgemeine Betrachtungen anstellen. Die Einstellenebene des Mikroskops liegt senkrecht zu seiner optischen Achse. Infolge ihres großen Öffnungswinkels haben die Mikroskopobjektive eine kleine Schärfentiefe, d. h. Objektpunkte, die einen gewissen, wenn auch nur geringen Abstand von der Einstellenebene haben, werden als Zerstreuungskreise abgebildet. Die noch zulässigen Abstände, die eine merkliche Unschärfe noch nicht bewirken, geben das Gebiet der „Schärfentiefe“ an. Wenn man durch den fernsten und den nächsten bei fester Einstellung noch genügend deutlich wahrnehmbaren Objektpunkt je eine achsensenkrechte Ebene legt, dann schließen diese beiden Ebenen einen Raum ein, in dem sich die Objekteinzelheiten befinden müssen, die zugleich deutlich abgebildet werden. Für viele Zwecke, z. B. für die Mikrophotographie, ist es wünschenswert, die Präparate nicht dicker zu machen, als der besagte Raum tief ist. Für die subjektive Beobachtung wird man die Präparate oft mit Vorteil dicker machen. Man kann mit Hilfe der Mikrometerbewegung verschiedene Objektebenen nacheinander scharf einstellen, und eine derartige räumliche Durchmusterung dicker Präparate gibt oft eine räumliche Vorstellung vom Aufbau des Objektes, die mit Hilfe dünner, technisch scheinbar eleganterer Präparate oft nur unvollkommen oder gar nicht gewonnen werden kann. Wenn das Präparat genügend klar und durchsichtig ist, stören die unscharfen Bilder der außerhalb des besagten Schärfenraumes liegenden Objektteile wenig und die geringen Störungen hierdurch stehen in keinem Verhältnis zum Gewinn an räumlicher Vorstellung, die man erhält. Zu bemerken ist hier, daß man die unscharfen Bilder auch psychologisch vernach-

läßt gegenüber den scharf abgebildeten Objektteilen. Bei der Betrachtung des mikrophotographischen Bildes liegen die Verhältnisse anders. Hier fällt das Spiel der Mikrometerschraube weg und die Unschärfen stören viel mehr. Man muß also für die Mikrophotographie entweder genügend dünne Präparate machen oder bei gegebenen Präparatdicken, wenn irgend möglich, diejenigen numerischen Aperturen wählen, die eine eben noch ausreichende Schärfentiefe haben.

B. Spezielle mechanische Präparationsmethoden.

Im allgemeinen wird man also das Objekt mit zwei parallelen Ebenen begrenzen, die einen passenden Abstand voneinander haben. Dieser Abstand wird entweder durch den räumlichen Aufbau des Objektes und das, was man daran sehen will, oder durch die Schärfentiefe des Objektivs bestimmt, je nach Zweck und Art des Präparates. Bei der Besprechung von ISe werden wir den Fall sehen, daß in einem durchsichtigen Objekt von erheblicher Dicke eine genügend dünne Schicht erleuchtet wird, die dann gewissermaßen als optischer Dünnschnitt wirkt. In diesem Falle wird der besagte optische Dünnschnitt durch die Beleuchtung hergestellt. Man kann auch von einem optischen Dünnschnitt sprechen, der infolge der geringen Schärfentiefe der Objektive im Objekt von genügender Dicke entsteht. Diese beiden Begriffe müssen auseinandergehalten werden.

In der Gruppe I stehen die Objektstrukturen, die in allen drei Dimensionen sub-, a- oder mikroskopisch klein sind. Wenn a- oder submikroskopische Körperchen in Flüssigkeiten oder festen Körpern gleichmäßig verteilt sind, haben wir sogenannte „kolloidale Lösungen“. Die Herstellung von Präparaten dieser Lösungen für die mikroskopische Untersuchung muß in gewissem Sinne mit der allergrößten Sorgfalt geschehen. Der Anfänger wird überrascht und oft unangenehm enttäuscht sein, wenn er merkt, wie viel gewissenhafter die Reinigung der Gefäße und Instrumente, der Objektträger und Deckgläser, die Herstellung des optisch leeren Zeitfähigkeitswassers und vieles andere ausgeführt werden muß. Andererseits ist die mechanische Herstellung der Präparate im Grunde die denkbar einfachste, und an dem Beispiel dieser Gruppe können einige der wichtigsten Grundsätze der mechanischen Herstellung der Präparate besonders bequem besprochen werden. Ganz allgemein soll die Tiefe des Raumes, in dem sich die abzubildenden Strukturen, in unserem Falle die kolloidalen Lösungen, befinden, nicht größer sein, als die Schärfentiefe des Mikroskopobjektivs. Wenn die besagte Tiefe des Raumes kleiner gemacht

wird, als das unbedingt nötig ist, besteht, besonders bei Kolloiden mit sehr wenigen Teilchen in der Raumeinheit die Gefahr, daß das Zählen der Teilchen hierdurch erschwert und ungenau wird. Dasselbe gilt natürlich auch für mikroskopische Teilchen.

Die nächstliegende Art, ein solches Präparat herzustellen, ist die, einen Raum von genügender Höhe zwischen Objektträger und Deckglas herzustellen und denselben mit Gas oder Flüssigkeit zu erfüllen. Man kann aber auch auf eine andere Weise zum Ziel kommen.

Gasförmige, flüssige und feste kolloidale Lösungen sind für die gewöhnliche Beobachtung vollkommen durchsichtig und glasklar. Die Menge des von den kleinen Partikelchen abgelenkten Lichtes ist klein, verglichen mit den primären Maximis, d. h. dem nicht abgelenkten Licht, das ungestört durch die betreffenden kolloidalen Lösungen hindurchgeht. Man kann also ungefähr ebensogut durch eine kolloidale Lösung hindurchsehen, wie durch Luft, Wasser oder Glas, die vollkommen klar sind. Durch besondere Beleuchtungsmethoden, die S. 33—36 beschrieben worden sind, ist es möglich, die kolloidalen Teilchen so zu beleuchten, daß nur das von ihnen abgelenkte Licht der Abbildung vermittelt wird und die primären Maxima ausgeschlossen werden. Wenn man, wie das in Fig. 35 Schema 6 angedeutet ist, eine dünne, senkrecht zur optischen Achse des Mikroskops liegende Schicht innerhalb einer kolloidalen Lösung sehr stark beleuchtet (Fig. 54), dann haben wir als Objekt sozusagen einen durch die Beleuchtung hergestellten Dünnschnitt im Präparat, der im Innern desselben liegt und durch die nichtbeleuchteten Schichten desselben hindurch beobachtet wird. Die Strukturen der Gruppe ISc können nur auf diese Weise sichtbar gemacht werden. Die Herstellung dünner Schichten zwischen Objektträger und Deckglas auf mechanische Weise wird am einfachsten mit der Quarzkammer nach Siedentopf ausgeführt. Hier wird die passende Dicke zwangsläufig hergestellt, und durch die Verwendung geschmolzenen Quarzes werden sowohl die störende Adsorption, wie auch die Politurfehler auf ein Minimum beschränkt. Teilchen auf der Oberfläche von durch- oder undurchsichtigen Körpern bedürfen meist keiner besonderen Präparation. Ein recht interessantes und leicht herzustellendes Beispiel sind Staubpräparate nach Zicker. Man legt eine besonders gut polierte schwarze Glascheibe in den zu untersuchenden Raum. Nach einiger Zeit hat sich genügend Staub abgesetzt, man untersucht nach Beleuchtungsschema 35, 4 mit dem Vertikalilluminator. Bei dieser Beleuchtung kommen auch die feinsten Staubteilchen zur Wahrnehmung, sie leuchten hell auf

dunklem Grunde auf. Wenn man schwarze, etwa mit Anilinfarbe gefärbte erstarrte Gelatineplatten auslegt, kleben die Teilchen fest und man bekommt Dauerpräparate. Die Herstellung von Präparaten irgendeines Mahlgutes, etwa des Mehles, der Schleispulver usw., geschieht auf ähnliche Weise. Man überzieht den Objektträger mit irgendeiner klebrigen Schicht, die das Pulver nicht auflöst oder sonst irgendwie angreift. Das gut gemischte Pulver wird auf die klebrige Schicht geschüttet und der Überschuß wieder abgeklopft. Nach dem Antrocknen wird der Rest des nicht festgeklebten mit einem feinen Pinsel entfernt und man hat dann nur eine Körnerschicht, in der, richtige Mischung des Pulvers vorausgesetzt, alle Bestandteile auch gleich im richtigen Mengenverhältnis zu sehen sind. Bei der Untersuchung von Pulvern muß man besonders auf gute Mischung achten. Wenn man z. B. das Pulver in einem hohen Gefäß hat und dasselbe in unveränderter aufrechter Haltung des Gefäßes schüttelt, oder kurz, etwa durch häufiges Aufstoßen auf den Tisch erschüttert, kommen die Teilchen mit kleiner Masse nach unten und die großen herauf. Diese Entmischung kann zu erheblichen Irrtümern führen und es ist mir eine Untersuchung vorgekommen, bei der die Nichtbeachtung dieses Umstandes zu einem folgenschweren Irrtum geführt hat, der erst durch richtige Mischung, Präparation und Untersuchung wieder gutgemacht wurde. Wenn Pulver zusammengebacken sind, muß man sie gut trocknen und dann irgendwie wieder zerkleinern, z. B. durch Schütteln zusammen mit kleinen Steinchen. Hierbei geht der ursprüngliche Charakter des Pulvers manchmal verloren. Die Herstellung von Präparaten mikroskopischer Gebilde dieser Gruppe, etwa von größeren Bakterien, geschieht für Dunkelfeldbeleuchtung entweder so, daß man die mit den Bakterien angereicherte Flüssigkeit, die möglichst von anderen Beimengungen frei sein soll, zwischen Objektträger und Deckglas in passender Dicke einschließt oder so, daß man die Bakterien auf dem Objektträger oder dem Deckglas eintrocknen läßt, und in Luft oder irgendeinem Einschlußmittel einbettet. Für durchfallendes Licht färbt man die Bakterien mit Anilinfarben. Hierüber wird beim Färben weiteres gesagt. Besonders für die Mikrophotographie, z. B. für kinematographische Aufnahmen beweglicher Bakterien, müssen die Präparate für Dunkelfeldbeleuchtung mit der größten Sorgfalt und Sauberkeit hergestellt werden und die Tiefe des Objekts darf unter keinen Umständen größer sein, als die Schärfentiefe des Mikroskopobjektivs. Ein typischer Vertreter der Gruppe II S b ist die bekannte Spirochaete Pallida, die auf S. 58 abgebildet ist. Auch im normalen Mundspeichel

Kommen ganz ähnliche Spirochaeten vor. Feine Geißeln von Bakterien gehören auch hierher. Von der Präparation dieser Gebilde gilt das oben Gesagte. Man untersucht sie entweder im Dunkelfeld oder im Hellfeld, nachdem sie stark angefärbt worden sind. Wenn man rasch ein Demonstrationspräparat

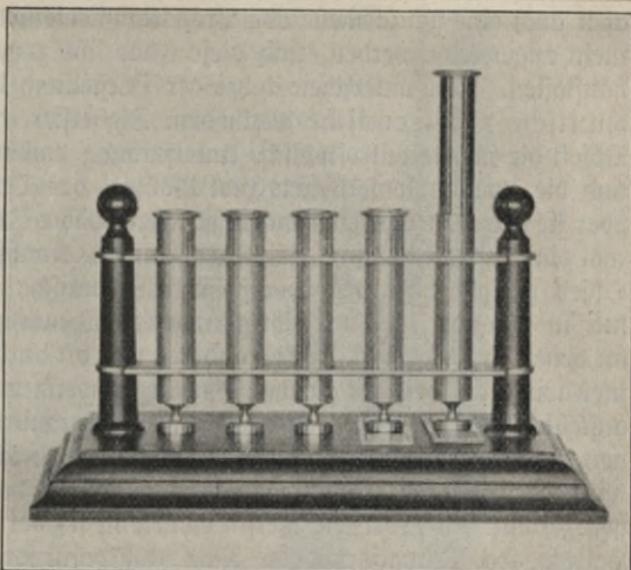


Fig. 72.

nach II Sea oder II S1a haben will, fährt man mit Schmirgelpapier über einen gut polierten schwarzen oder klaren Objektträger. Die feinen Kratzer sind zum großen Teil in zwei Dimensionen submikroskopisch. Für die Gruppe IIM sind die Spinnfasern gute Vertreter. Das Zerzupfen von Spinnfäden und die Herstellung guter Präparate hiervon ist eine vorzügliche Übung für den Anfänger. Man lernt hierbei die Präpariernadeln richtig gebrauchen. Die Fäden werden entweder trocken oder in einer geeigneten Flüssigkeit vorsichtig zerteilt. Man achte auch darauf, daß auf dem Objektträger über das ganze Präparat hin die Fasern gleichmäßig verteilt sind und daß keine Klumpen bestehen. Das Deckglas wird so aufgelegt, daß das Präparat möglichst plan liegt. Zu diesem Zweck bringt man Objektträger und Deckglas zwischen eine Klammer oder Presse (Fig. 72), so daß die Fasern möglichst in eine Ebene gedrückt werden. Wenn die Fasern in Luft liegen, umrandet man dann mit Paraffin oder einer Mischung von Kolophonium und Wachs, die man mit einem heißen Eisendraht aufträgt.

In der Praxis kommen nur verhältnismäßig selten Präparate vor, die einen reinen Fall des Schemas darstellen. Meist enthalten die Präparate Strukturformen aus verschiedenen Gruppen. In gleicher Weise gibt es zwar gewisse Techniken, die nur für bestimmte Fälle gebraucht werden,

aber auch eine ganze Reihe von Präparationsmethoden, die ganz allgemein angewandt werden, und diese Fälle sind zurzeit bei weitem die häufigsten. Man unterscheidet bei der Herstellung der Präparate mechanische und chemische Methoden. Die ersteren dienen dazu, dem Objekt die für die mikroskopische Untersuchung passende Form zu geben, und die zweiten konservieren zum Beispiel das Objekt gegen Fäulnis oder sie erhalten ihm eine möglichst lebenswahre Form, oder sie geben ihm eine, für mechanische Verfahren passende Konsistenz, sie geben dem Objekt geeignete Farben oder sie stellen chemische Reaktionen dar, die nur in unserem Falle mit sehr geringen Mengen angestellt werden und an denen unter dem Mikroskop anderes und oft auch mehr wahrgenommen wird, als bei den gleichen Versuchen, wenn man sie makroskopisch anstellt. Ich erinnere hier an die grundlegenden mikroskopischen Arbeiten von Behrens und Emich. Bei den einfachsten mechanischen Verfahren wird das Objekt in unregelmäßige, kleine Stückchen von genügender Feinheit zerteilt. Als Werkzeug hierfür dienen meist zwei Nadeln in passenden Haltern, sog. Präpariernadeln. Man muß dafür sorgen, daß die Nadeln immer ganz sauber und glatt sind und daß die Spitze nicht hakenförmig ungebogen ist. Den Gebrauch dieser Nadeln muß man durch Übung lernen. Für manche Zwecke, z. B. das Legen von Diatomeen, benützt man Borsten. Auch für ganz zarte Objekte anderer Art benützt man zuweilen dieselben.

Manche Objekte, z. B. Papier, zerteilt man durch Schütteln mit kleinen Steinchen, etwa Granaten. Oft muß man die Objekte für die Arbeit der Zerteilung vorher erweichen, brüchig machen oder sonstwie das Zerfallen in kleine Stückchen vorbereiten. Papier kocht man. Für organische Gewebe gibt es eine ganze Reihe von Mazerationsflüssigkeiten. Meist haben diese Flüssigkeiten und Vorbereitungsmethoden wesentliche Änderungen des Gefüges und oft auch des Aussehens des Objektes zur Folge. Man muß sich überhaupt immer klar darüber sein, daß das, was wir unter dem Mikroskop im fertigen Präparate sehen, besonders bei tierischen Geweben meist in erheblichem Maße durch die Präparation angegriffen und verändert ist. Man wird zwar im Präparat nur äußerst selten irgend etwas sehen, was nicht seinen Grund in Verhältnissen hat, die bereits im lebenden Objekt vorhanden waren, aber der Schluß vom mikroskopischen Bild auf die Verhältnisse im Leben ist ein höchst komplizierter und unsicherer und man kann meist aus dem mikroskopischen Bild nur sagen, daß der Struktur in diesem irgend etwas im Leben entsprochen haben muß, dessen

Wesen man durch manchmal recht umständliche und unsichere Überlegungen festzustellen versucht.

Für Muskeln benutzt man z. B. 33 prozentige Kalilauge als Mazerationsflüssigkeit. Die zerzupften Stücke müssen in derselben Flüssigkeit unterjucht werden. Reine Salzsäure ist ein gutes Mittel für die Färbung gewisser Nierenelemente, besonders der Harnkanälchen. Eine Niere, etwa von Maus oder Kaninchen, kommt zwei Stunden in Salzsäure und wird dann in Wasser vorsichtig zerzupft.

Für viele frische Kerne ist Essigsäure ein vorzügliches Darstellungsmittel.

Ein weiteres mechanisches Verfahren ist das einfache Zusammendrücken oder Quetschen der Präparate.

Daselbe wird in großem Maßstabe bei der Trichinenschau angewandt. Fig. 73 zeigt einen Trichinenquetscher in Verbindung mit dem Trichinenmikroskop. Der Quetscher besteht aus zwei kräftigen Glasplatten, die mit Schrauben zusammengepreßt werden. Auf der oberen Platte befindet sich eine Teilung. Dies scheinbar brutale Verfahren kann auch in etwas modifizierter Form für sehr feine Strukturen angewandt werden. Um z. B. die Zellteilung in den Schwänzen von Amphibienlarven vollständig zu sehen, quetscht man die zarten Gebilde zwischen Objektträgern und Deckglas genügend flach. Dies Verfahren hat den Vorzug vor Dünnschnitten, daß sicher alle in der Zelle enthaltenen Kernteilungsschleifen auch zu sehen sind. Beim Schnitt läuft man Gefahr, einen Teil der Zelle zu verlieren. Natürlich ist das Zusammendrücken nur bei einer geringen Anzahl von Objekten anzuwenden. Die erwähnten Verfahren sind nur einige Beispiele von vielen. Man muß die Präparationstechnik dem betreffenden Falle anpassen

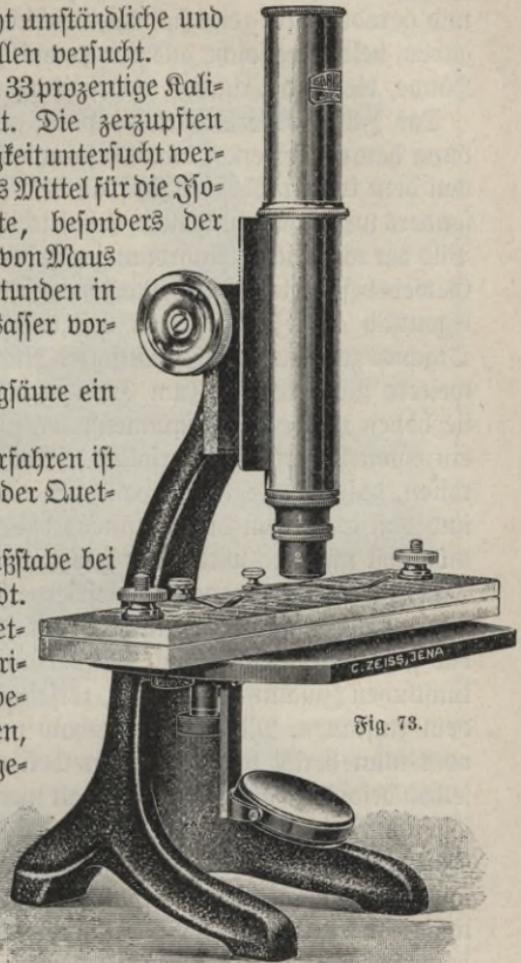


Fig. 73.

und gerade hierin zeigt sich das Geschick des Mikroskopikers. Manche Aufgaben, besonders solche aus der Technik und Industrie, gehen durch viele Hände, bis sie die richtige Bearbeitung und Lösung erfahren.

Das Zupf- oder Schüttelpräparat zeigt nur kleine, aus ihrer Umgebung herausgerissene Gewebsbestandteile. Es gibt also keine Vorstellung von dem topographischen Aufbau des Objektes. Der Dünnschnitt, besonders wenn man lückenlose Schnittreihen hat, gibt dagegen ein genaues Bild der räumlichen Anordnung und des Zusammenhanges der einzelnen Gewebsbestandteile. Die Morphologie einzelner Gebilde wird man gelegentlich am Zupfpräparat besser studieren. Die Topographie des Organes zeigt nur die Schnittserie. Nur wenige Objekte eignen sich ohne weitere Vorbereitung zum Schneiden. Die meisten sind zu weich oder sie haben zu wenig Zusammenhang, so daß sie beim Schneiden in ihre einzelnen Bestandteile zerfallen. Man muß derartige Objekte so vorbereiten, daß der Zusammenhang der einzelnen Teile genügend fest wird und daß außerdem die Konsistenz des Ganzen eine für das Schneiden möglichst günstige wird. Wir haben drei besonders wichtige Verfahren. Das erste ist das sogenannte Gefrierverfahren. Man erzeugt mittels zerstäubenden Äthers oder mit Kohlensäure die nötige Kälte und schneidet das gefrorene Gewebestück. Da der aufgetaute Schnitt natürlich keinen künstlichen Zusammenhang hat, zerfallen die Schnitte vieler Objekte nach dem Auftauen. Man macht deshalb meist ziemlich dicke Gefrierschnitte, oder man bettet vor dem Schneiden ein. Im allgemeinen müssen dieselben besonders vorsichtig behandelt werden, da sie, wie gesagt, mechanisch sehr empfindlich sind. Fig. 74 zeigt eine sehr bequeme Einrichtung für Gefrierschnitte. Für die Darstellung gewisser Gewebsteile z. B. der amyloiden Degeneration, der Lipoide, für gewisse Fette und deren Abkömmlinge, ist die Gefriermethode unerlässlich, weil die für die weiter unten besprochenen Einbettungsverfahren nötigen Flüssigkeiten diese Körper ganz oder teilweise auflösen.

Von Einbettungen kommen besonders die Paraffin- und Celloidinmethode in Frage. Vor der Einbettung wird das Präparat zunächst fixiert und gehärtet. Es ist hier nicht der Ort, über die Frage des Unterschiedes zwischen Fixieren und Härten und das Wesen beider Verfahren eingehend zu sprechen. Für den vorliegenden Zweck kommt nur die Technik der Verfahren und ihre nächstliegende Wirkung in Frage.

Nach genügender Härtung wird das Objektstück wasserfrei gemacht. Meist benützt man hier dazu wasserfreien Alkohol. Je kleiner oder dünner

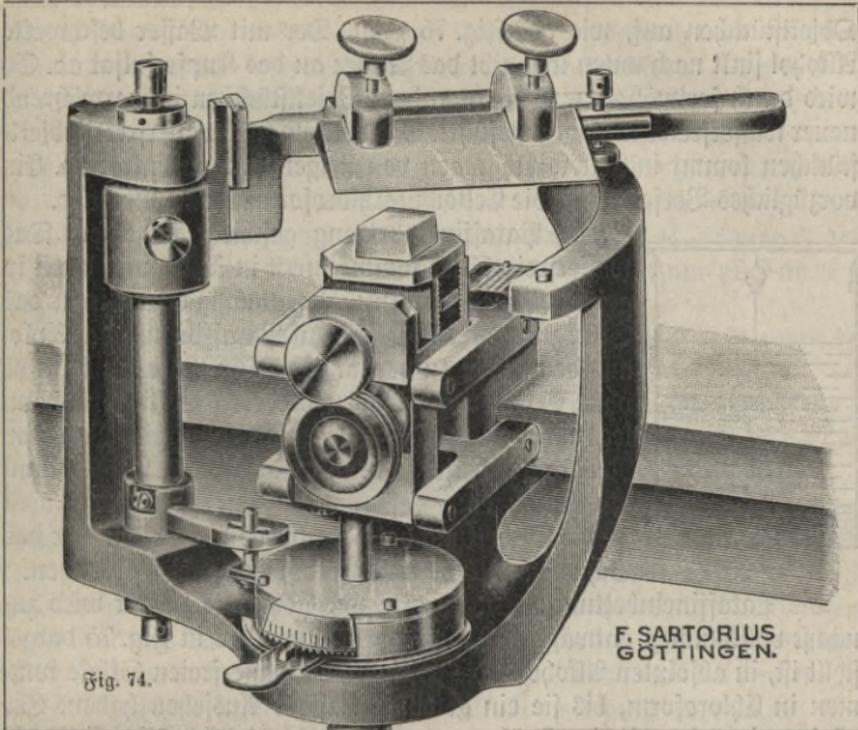


Fig. 74.

F. SARTORIUS
GÖTTINGEN.

die betreffenden Gewebs-
gehen alle Fixierungen,
vonstatten, und es ist ein
größer zu nehmen, als das für
Alle Lösungen sollen in reich-
und das Präparat soll nicht am
dern irgendwie etwa in der Mitte

stücke sind, desto rascher und sicherer
Härtungen und Entwässerungen
großer Fehler, ein Gewebsstück
den vorliegenden Zweck nötig ist.
licher Menge angewandt werden,
Boden des Gefäßes liegen, son-
der Flüssigkeit erhalten bleiben.

Für die Entwässerung ist besonders folgende Einrichtung geeignet. In
ein nicht zu enges Gefäß (Fig. 75) mit gut schließendem Glasdeckel gießt
man absoluten Alkohol, und in diesen ausgeglühtes Kupfersulfat. Am
Deckel befindet sich eine Öse oder ein Haken, an den man das zu ent-
wässernde Objektstück mit einem Faden anhängt.

Behe man das Objektstück einhängt, muß das Kupfersulfat vollkommen
abgesetzt sein und der Alkohol wasserklar.

Das Kupfersulfat darf nicht stark blau werden, sondern es muß weißlich
bleiben. In dem ganz klaren darüberstehenden Alkohol hängt man das

Objektstückchen auf, wie das Fig. 75 zeigt. Der mit Wasser beschwerte Alkohol sinkt nach unten und gibt das Wasser an das Kupfersulfat ab. So wird durch fortwährende Strömung dem Objektstückchen immerwährend neuer wasserfreier Alkohol zugeführt. Das vollkommen wasserfreie Objektstückchen kommt in Celloidinlösungen von steigender Konzentration. Ein vorzügliches Verfahren ist die Celloidin-Chloroform-Trockenmethode.

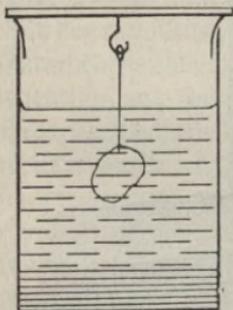
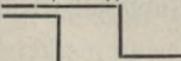


Fig. 75.

Die Paraffineinbettung geschieht im Dfen. Das wasserfreie Stück kommt zuerst in Xylol und dann in geschmolzenes Paraffin. Zweckmäßig bringt man das Stück zuerst in ein Gefäß mit Paraffin, um das Xylol aus demselben zu verdrängen. Im Paraffin kann es ohne Schaden am Boden des Gefäßes liegen. Dann legt man das Stück in neues, ganz xylolfreies Paraffin. Neuerdings bettet man mit Paraffin im luftverdünnten Raum ein.

Die Einbettung hat den Zweck, die Objekte für das Schneiden mit dem Mikrotom geeignet zu machen.

Die Paraffineinbettung: Das fixierte und gehärtete Objekt wird zunächst vollkommen entwässert. Man hängt es, wie das in Fig. 75 dargestellt ist, in absoluten Alkohol. Die vollkommen wasserfreien Stücke kommen in Chloroform, bis sie ein gewisses glasiges Aussehen haben. Sie dürfen nirgends milchige Trübungen zeigen. Eventuell müssen sie nochmals entwässert werden. Dann legt man die Stücke in eine gesättigte Lösung von Paraffin in Chloroform auf 1—3 Tage. Dann kommen sie in geschmolzenes Paraffin, in dem das Chloroform aus den Stücken herausgeht. Hiernach legt man die Stücke in frisches ganz chloroformfreies Paraffin und läßt sie 3—5 Stunden, eventuell bis 24 Stunden darin im Paraffinofen. Für viele Zwecke ist es besonders gut, die beiden letzten Operationen im luftverdünnten Raum auszuführen. Mit einer Wasserstrahl-Luftpumpe kann man eine solche Einrichtung bequem herstellen. Das Paraffin soll gut flüssig sein, aber nicht unnötig heiß, und die Stücke sollen nicht unnötig lang im geschmolzenen Paraffin liegen. Endlich werden die Stücke im Paraffinblock zum Schneiden eingeschmolzen. Wenn sie gut mit Paraffin durchtränkt sind, stellt man einen kleinen Metall-

rahmen  in eine etwa 5 cm tiefe Glasschale auf eine gute Spiegelglasplatte. In die Schale gießt man zunächst nur so viel kaltes Wasser, daß der Boden eben bedeckt ist; in dem Rähmchen darf noch kein

Wasser stehen. Nun gießt man in das Rähmchen geschmolzenes, über der Flamme noch etwas nach erwärmtes Paraffin, legt rasch das Stück in dasselbe und bringt es mit angewärmten Nadeln oder einer feinen Pinzette in die richtige Stellung. Nun gießt man, damit das Paraffin möglichst rasch erstarrt, vorsichtig kaltes Wasser zu, aber so, daß die Oberfläche des Blockes zunächst noch frei bleibt. Erst wenn sich auf ihr eine feste Haut gebildet hat, gießt man die ganze Schale voll. Nach etwa $\frac{1}{2}$ Stunde ist der Block vollkommen hart und schnittfertig. Er wird dann nur noch an den Objektträger angeschmolzen.

Für die Celloidineinbettung werden die wasserfreien Stücke zuerst in Äther-Alkohol, wasserfrei, auf einige Stunden gehängt.

Dann kommen sie in dünne (2 %) Celloidinlösung, kleinste Stücke mindestens 2 Tage, größere bis zu mehreren Wochen, hiernach 3—4 Tage in mittlere (4 %) Celloidinlösung, und endlich in dicke (10 %) Lösung. Die kleinen Glasdosen mit Celloidinlösung stellt man in eine große zylindrische Glasdose mit gut passendem Glasdeckel, deren Boden mit ausgeglühtem Kupfersulfat bedeckt ist, über dem Äther-Alkohol etwa 2—3 cm hoch steht. Durch diese Aufbewahrung bleiben die Celloidinlösungen wasserfrei und klar und behalten ihre Konzentration. Der schnittfertige Block wird auf folgende Weise hergestellt: Das Stück kommt in eine kleine flache Glasschale und wird mit dicker Celloidinlösung übergossen. Die Schale kommt in eine große Glasdose, deren Boden mit Schwefelsäure bedeckt ist, um Wasseraufnahme zu verhindern. Wenn das Celloidin eben erstarrt ist, bringt man die Schale in eine Dose, deren Boden mit Chloroform bedeckt ist. Hier wird das Celloidin in 12—24 Stunden gehärtet. Der zurechtgeschnittene Block kommt nun in ein Gemisch von Zedernholzöl und Chloroform. Zunächst schwimmt er, bald aber sinkt er unter. Nach etwa 1—2 Tagen ist der Block bernsteingelb und durchsichtig. Er kommt in reines Zedernholzöl, das einigemal während 2—3 Tagen gewechselt wird, bis er vollkommen chloroformfrei ist. Das Entweichen des Chloroformes aus dem Block wird dadurch befördert, daß man dem Zedernholzöl eine Temperatur von etwa 40° gibt.

Die Blöcke können 1—2 Tage an der Luft liegen, ohne im geringsten zu schrumpfen. Für längere Zeit hebt man sie in Zedernholzöl auf.

Man schneidet ähnlich wie beim Paraffin mit fast quer gestelltem trockenem Messer.

Diese Celloidinmethode ist der alten „nassen“ in jeder Hinsicht überlegen. Sie hat sich auch für die schwierigsten Objekte bewährt.

C. Das Mikrotom.

Das Mikrotom ist eine Maschine, die die Arbeit des Schneidens zwangsläufig und feiner besorgt als die Hand. Beim Mikrotom haben wir zu unterscheiden:

1. Das Gestell mit der Bahn als Führung für das Messer oder, wenn dieses feststeht, für das Präparat. Bei einigen Instrumenten wird das Messer auf einem Schlitten befestigt und am Präparat vorbeigeführt. Bei anderen Konstruktionen steht das Messer fest und das Präparat schiebt auf einem Schlitten, der auf der Bahn gleitet.
2. Der Messerhalter. In diesem ist das Messer, in verschiedenen Richtungen verstellbar, befestigt. Bei vollkommenen Instrumenten hat er eine Einrichtung zum Neigen des Messers, d. h. zum Drehen desselben um eine Achse, die in seiner Längsrichtung liegt. Der Neigungswinkel kann bei diesen Einrichtungen abgelesen werden. Späterhin werden wir sehen, wie wichtig die richtige Neigung des Messers ist. Außerdem muß das Messer noch um eine senkrechte Achse schwenkbar sein. Diese Bewegung ändert den Winkel, den die Messerschneide mit der Bewegungsrichtung bildet. Auch hierüber werden wir weiter unten Näheres erfahren.
3. Der Objekthalter, der ebenfalls verschiedene Möglichkeiten der Verstellung hat. Bei vollkommenen Instrumenten ist eine Neigung des Präparates um zwei horizontale senkrecht zueinander stehende Achsen vorgesehen. Weiterhin ist eine Vorrichtung zum zwangsläufigen automatischen Heben des Präparates in die Schnittebene vorhanden. Bei den einfacheren Mikrotomen geschieht diese Verstellung direkt mit der Hand, sie wird dann durch Anschläge oder ähnliche Vorrichtungen gehemmt. Bei den größeren Modellen wird das Mikrometerwerk zum Heben des Präparates durch die Bewegung des Messer- oder des Objektschlittens betätigt. Besonders für die Herstellung von Serienschnitten, aber auch für gewöhnliche Arbeit ist diese Einrichtung sehr angenehm.
4. Übersetzungen für die Bewegung des Schlittens. An den neueren Modellen hat man gelegentlich Schnurläufe, Kettenübertragungen oder Hebelübersetzungen für die Bewegung des Schlittens. Besonders die Hebelübersetzungen ermöglichen eine sehr sichere und gleichmäßige Führung des Schlittens. Die Einrichtung für die automatische Schnittbandführung soll hier nur nebenbei erwähnt werden.

Fig. 76 zeigt ein sehr häufig benutztes einfacheres Mikrotom. Das Messer ist längs gestellt, wie das für Celloidinschnitte nötig ist. Das Objekt *O* befindet sich auf dem Objektschlitten *OS*, es wird mit der Klammer *H* befestigt. *b* ist eine Klemmschraube, die den Objekthalter an den Zapfen *B* anklammt. Der Objektschlitten wandert hier auf einer zur Richtung der Messerbewegung geneigten Bahn. Mit Hilfe des Mikro-

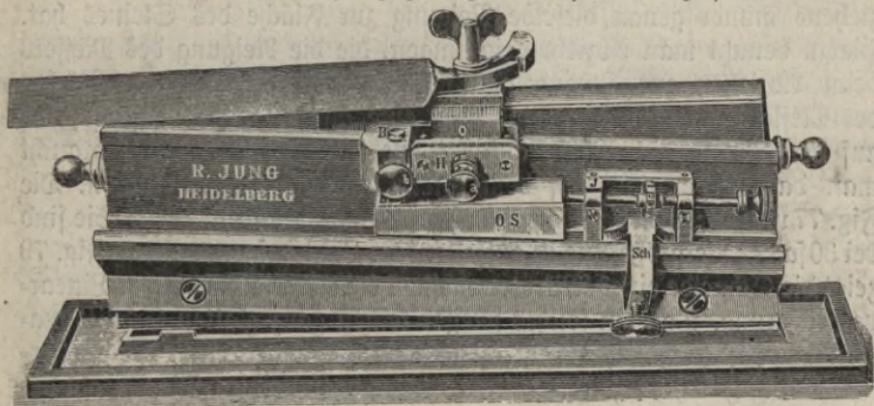
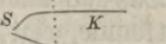


Fig. 76.

meterwerks *Sch* wird der Objektschlitten sehr langsam vorgeschoben und das Präparat senkrecht zur Schnittebene ein wenig gehoben. Das Messer wird hier direkt mit der Hand bewegt. Eine Vorrichtung zum Neigen des Messers ist hier nicht vorgesehen, wohl aber die Möglichkeit, das Messer längs oder quer zu stellen. Von großer Wichtigkeit ist die Beschaffenheit des Mikrotommessers.

Bekanntlich hat jedes Messer die Gestalt eines schlanken Keiles, also etwa

In Wahrheit ähnelt seine Gestalt mehr dieser Figur  d. h. die

Schneide ist ein Keil, der etwas stumpfer ist als der die große Form des Messers bildende. Der erstere (*S*) soll Schneidenkeil heißen, der letztere Körperkeil (*K*). Es ist selbstverständlich, daß der Schneidenkeil immer stumpfer sein muß als der Körperkeil. Der letztere gibt dem Messer seine Gestalt, Festigkeit usw. Wenn ein Messer in der Werkstatt fertig ist bis auf die Herstellung der Schneide, so hat es etwa diese Gestalt  Nun wird die Schneide angeschliffen. Man könnte theoretisch die Schneide herstellen wollen durch Abschleifen des Körperkeiles so lange, bis seine

beiden Ebenen eine scharfe Schneide bilden. Das geht aber in der Praxis nicht; man muß einen Teil des Körpers abschleifen, bis das Messer die oben wiedergegebene Gestalt mit Körper- und Schneidenkeil bekommt. Der Schneidenkeil wird auf möglichst planen Abziehsteinen hergestellt. Natürlich ist es wichtig, daß der Schneidenkeil überall die gleiche Form hat. Das kann man nur erreichen, wenn das Messer während des Abziehens immer genau dieselbe Neigung zur Fläche des Steines hat. Hierzu benutzt man Abziehbvorrichtungen, die die Neigung des Messers beim Abziehen zur Zwangslage machen. Man befestigt am Rücken des Messers einen runden Stab oder eine ähnlich wirkende Hülse, die auf dem Abziehstein ebenso aufliegt wie die Schneide. Dann braucht man das Messer nur auf dem Stein hin und her zu führen. Die Fig. 77 und 78 zeigen das Messer *a* ohne und *b* mit Schneidenkeil. Sie sind bei 30facher Vergrößerung in auffallendem Licht aufgenommen. Fig. 79 zeigt die Schneide eines Mikrotommessers bei etwa tausendfacher Linearvergrößerung. Daß ein solches Messer keinen ganz glatten Schnitt machen kann, ist selbstverständlich. Fig. 80 zeigt Schnittspuren der Messerschneide (Fig. 79) bei spitzgestelltem Messer in Celloidin. Die Anzahl der Kratzer stimmt mit derjenigen der Zähne gut überein. Bei Fig. 80 muß man ähnlich wie bei Diatomeen, um die Struktur gut zu bekommen, mit schiefer Beleuchtung photographieren. Wenn man den Schlamm, der sich auf den Abziehsteinen bildet, untersucht, bekommt man Bilder, wie sie Fig. 81 zeigt. Neuerdings ist es Junk gelungen, mit Hilfe von geschlammtem Aluminiumoxyd Schneiden zu bekommen, die fast strukturlos sind. Fig. 82 zeigt die verschiedenen Arten, das Messer über den Stein zu führen. Die mit der Bewegung *a* erhaltene Messerschneide zeigt Fig. 83. Fig. 84 zeigt das in der Richtung des Pfeiles *b* über den Stein bewegte Messer. Daß man auch ohne Aluminiumoxyd schon recht feine Schneiden herstellen konnte, zeigt Fig. 85. Aus Analogieschlüssen ist anzunehmen, daß auch die mit Aluminiumoxyd hergestellten für unsere optischen Hilfsmittel strukturlosen Schneiden eine feine Zähnelung besitzen. Beim Paraffinschneiden haben wir ganz ähnliche Verhältnisse wie beim Drehen und Hobeln von Metallen. Da diese Vorgänge für das Schneiden besonders wichtig sind, sollen sie hier etwas eingehender nach einer Abhandlung des Verfassers aus dem Jahre 1908 im Prometheus wiedergegeben werden.

Im Prometheus, Jahrgang XV, S. 417 ff., habe ich über den Schliff schneidender Instrumente sowie über den Vorgang des Schneidens Untersuchungen veröffentlicht.

D. Beobachtungen beim Mikrotomschneiden und Metallhobeln.

Bei Untersuchungen über den Vorgang beim Drehen und Hobeln von Metallen fiel mir eine bemerkenswerte Ähnlichkeit zwischen dem Aussehen von Metallhobelspänen und mit dem Mikrotom hergestellten Paraffinschnitten auf. Metallhobelspäne zeigen grundsätzlich dieselben Erscheinungen wie mit dem Mikrotom hergestellte Paraffinschnitte. Beide haben zwei deutlich verschieden gestaltete Oberflächen. Die obere, beim Schneiden oder Hobeln freiliegende, hat ein rauhes, zerklüftetes Aussehen. Da sowohl der Metallhobelspan wie auch der Paraffindünnschnitt eine gewisse Neigung haben, sich zu rollen, könnten wir auch von einer konkaven und einer konvexen Seite des Spanes sprechen. Die beim Abhobeln freiliegende Seite, die, wie gesagt, besonders rauh, beim Paraffinschnitt eigentümlich matt aussieht, ist die konkave, und die beim Schnitt dem Messer oder Hobelstahl zugewandte Seite ist die konvexe. Wir wollen im folgenden die beim Schnitt freiliegende Seite die obere und die beim Schneiden oder Hobeln dem Messer zugewandte die untere nennen.

Die Fig. 86, 87, 88 und 89 geben ein Bild von der Gestaltung der oberen und der unteren Fläche von Metallhobelspänen (86, 87) und von Paraffinschnitten (88 und 89). Der Gang des Messers oder Hobelstahles (beide hatten geradlinige Schneiden) ist angedeutet durch die neben den Figuren stehenden Pfeile. Auf beiden Oberflächen der Fig. 86 (Stahlspan) und 88 (Paraffinschnitt) sehen wir eigentümliche rillenartige Gebilde, die senkrecht zum Weg des Hobelstahls verlaufen. Sowohl der Paraffinschnitt wie der Hobelspan aus Stahl zeigen diese Rillen. Auf der Oberfläche des Stahlspanes sehen wir noch in der Richtung des Hobelstahlweges eine Art Streifung. Dieselbe ist durch Scharten im Hobelstahl hervorgerufen. Beim Paraffinschnitt fehlen diese Scharten, da das Messer sehr fein geschliffen und abgezogen war und keine bei der vorliegenden Bildvergrößerung sichtbare Scharten hatte. Die beiden unteren Flächen, 87 des Stahlspanes und 89 des Paraffinschnittes, zeigen erst bei genauerer Betrachtung eine überraschende Übereinstimmung. Man muß zunächst beim Stahlspan von den sehr störenden groben Schartenzügen absehen, die in der Richtung des Hobelstahlweges verlaufen. Wir sehen auf den beiden unteren Seiten eine Zerklüftung, deren Züge in zum Hobelstahlweg senkrechter Richtung verlaufen. Sowohl beim Stahlspan wie beim Paraffinspan ist diese Zerklüftung der Unterseite eine viel spärlichere als die der Oberseite, und zwischen den Zerklüftungszügen liegen

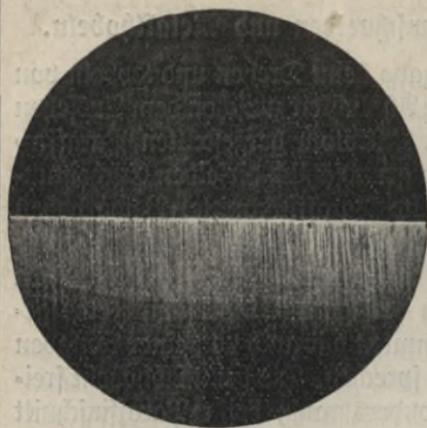


Fig. 77.

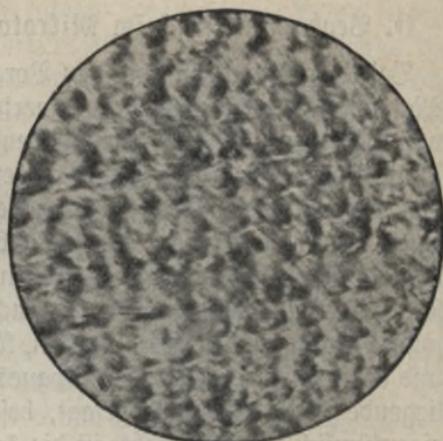


Fig. 80.

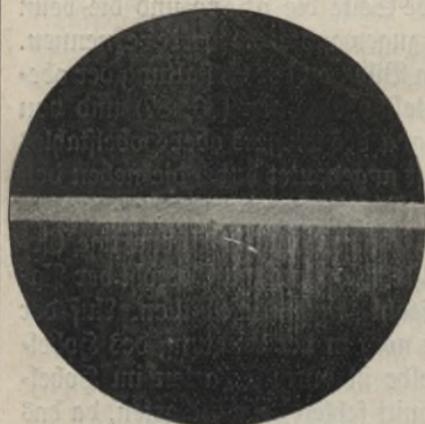


Fig. 78.

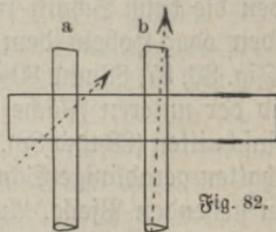


Fig. 82.



Fig. 79.

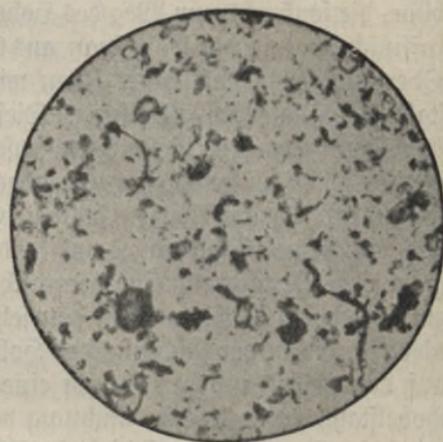


Fig. 81.

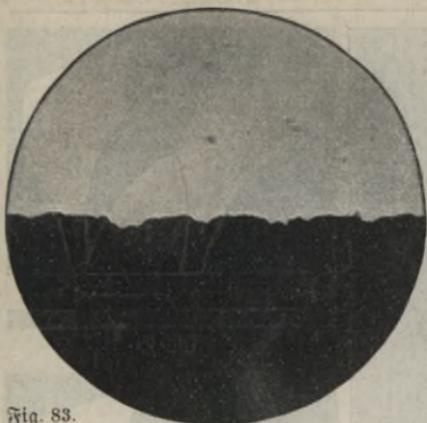


Fig. 83.

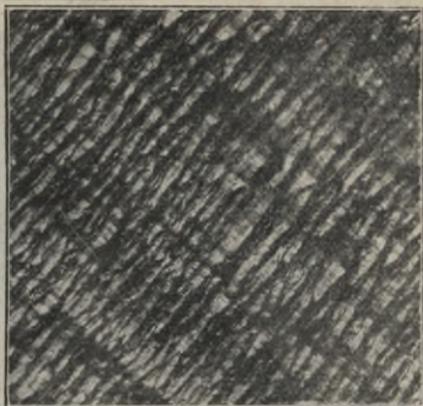


Fig. 86.

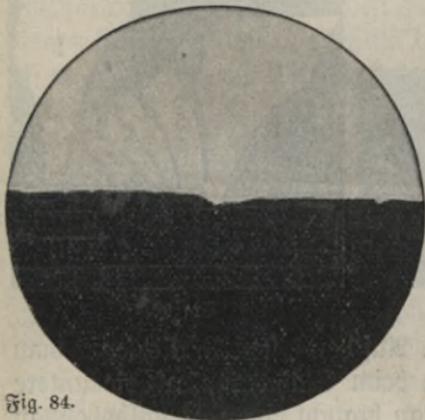


Fig. 84.

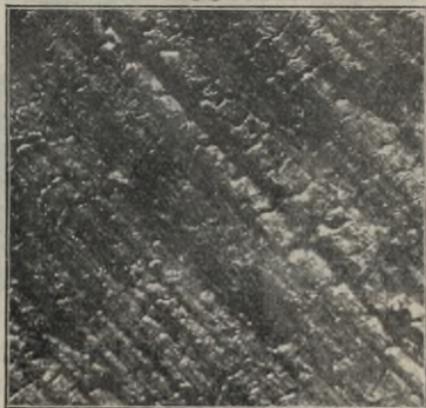


Fig. 87.

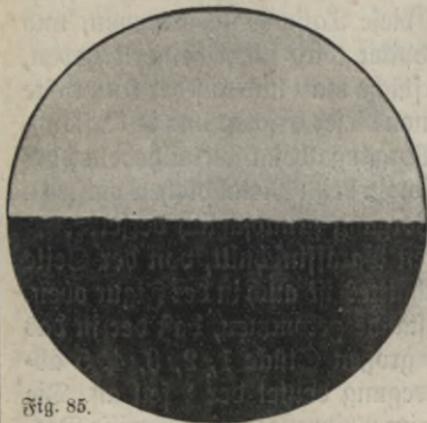


Fig. 85.



Fig. 88.



Fig. 89.

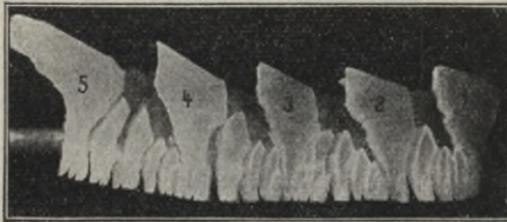


Fig. 90.

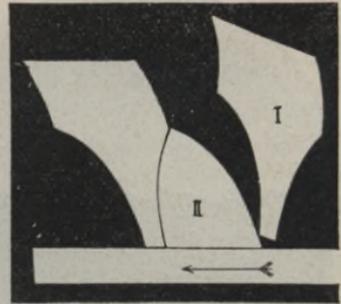


Fig. 91.

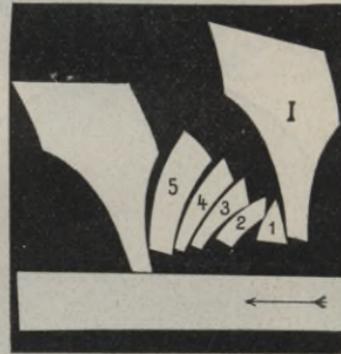
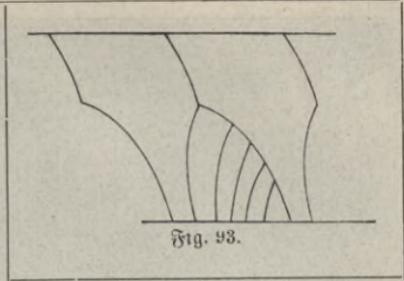


Fig. 92.

verhältnismäßig große glatte Gebiete. Auf den ersten Blick erkennt man sowohl beim Paraffinschnitt als auch beim Stahlspan, daß die untere Seite glatter ist als die Oberseite. Man braucht einen Metallhobelspan nur ganz oberflächlich anzusehen, um diese Tatsache zu erkennen, und jeder einigermaßen erfahrene Mikroskopiker wird schon bemerkt haben, daß seine Paraffinschnitte auf der Oberfläche matt und auf der Unterseite glänzend aussehen. Das Zustandekommen dieser Erscheinung ist verständlich, wenn man sich die mechanischen Vorgänge beim Metallhobeln oder Paraffinschneiden mit dem Mikrotom sowie beim Metaldrehen vorstellt. Bei allen dreien ist der mechanische Vorgang grundsätzlich derselbe.

Die Fig. 90 zeigt einen ziemlich dicken Paraffinschnitt, von der Seite aufgenommen. Die Oberfläche des Schnittes ist auch in der Figur oben. Die merkwürdige Zerklüftung ist so zustande gekommen, daß der in das Präparat vordringende Messerkeil die großen Stücke 1, 2, 3, 4, 5 absprengte. Die Richtung der Messerbewegung deutet der Pfeil an. Die großen Stücke 1, 2, 3, 4 und 5 haben beim Absprengen eine gewisse Dre-

hung erfahren, in dem Sinne, daß die Stücke, die früher die Oberfläche bildeten, nun nicht mehr in einer geraden Linie liegen, sondern Winkel mit der Richtung des Messerweges bilden. Zwischen den größeren abgesprengten Stücken 1, 2, 3, 4, 5 liegen kleinere ebenfalls abgesprengte Stücke von anderer Form.



Die Fig. 91 und 92 stellen schematisch diesen Vorgang dar. Der Pfeil deutet wiederum die Richtung der Messerbewegung an. In Fig. 91 ist das Stück I bereits abgesprengt, während das Stück II noch nicht von der Messerschneide berührt worden ist. In Fig. 92 hat der weiter fortschreitende Messerkeil auch das Stück II abgesprengt und in die Sprengstücke 1, 2, 3, 4, 5 zerlegt. Die Fig. 93 zeigt schematisch die Sprenglinien am unzerlegten Objekt. Interessant ist bei diesem Vorgang die Periodenbildung. Es sind in diesem Falle zwei deutlich unterscheidbare Formen von Sprengstücken vorhanden: erstens die großen, eigentümlich geformten Sprengstücke, deren oberer Teil die frühere Oberfläche des abgeschnittenen Stückes darstellt, zweitens kleinere, ebenfalls charakteristisch geformte Sprengstücke, die keinen Teil der Oberfläche tragen, sondern tiefer liegende Partien der Masse darstellen. Wenn wir dünnere Schnitte herstellen, bekommen wir Bilder, wie sie Fig. 94 zeigt. Die den Stücken II in Fig. 91 entsprechenden Sprengstücke werden bei dünneren Schnitten verhältnismäßig kleiner, und wenn man genügend dünne Schnitte herstellt, verschwinden sie vollkommen, und nur die großen, den Stücken I in Fig. 91 entsprechenden Sprengstücke sind noch deutlich wahrzunehmen.

Wenn man ganz dünne Paraffinschnitte herstellt, etwa von $\frac{1}{100}$ mm abwärts, bekommt man eine etwas andere Form. Die Fig. 95 und 96 zeigen eine noch deutlichere Übereinstimmung mit dem Metallhobelspan als die etwas dickeren Paraffinschnitte (Fig. 88 und 89). Namentlich die Oberfläche des Stahlspanes (Fig. 86) und diejenige des dünnen Paraffinschnittes zeigen eine deutliche Übereinstimmung. Die unteren Flächen des Paraffinschnittes zeigen eine unregelmäßige Zerklüftung, deren Zustandekommen wir gleich verstehen werden. Wenn man dicke Paraffinschnitte herstellt, die etwa den Fig. 90 und 94 entsprechen, bemerkt man, daß die Schnitte sich scheinbar in der Richtung des Messerwegs strecken und

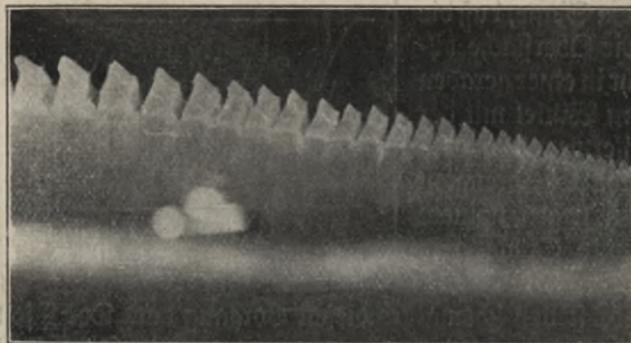


Fig. 94.



Fig. 95.

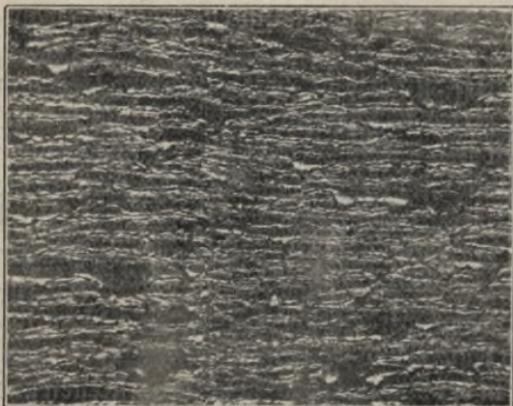


Fig. 96.

länger werden als die Fläche, von der sie abgeschnitten wurden. Die Fig. 91—93 machen diesen Vorgang klar. Wenn wir dünnere Schnitte herstellen, wie sie die dünneren Teile

des in Fig. 94 wiedergegebenen Schnittes darstellen, streckt sich das abgeschnittene Stück nicht mehr. Man bekommt bei einer gewissen Dünnhheit Schnitte, die sich nicht mehr strecken, sondern ungefähr ebenso groß sind wie die Fläche, von der sie abgeschnitten wurden. Wenn man noch dünnere Schnitte herstellt, von etwa $\frac{1}{100}$ mm abwärts, tritt ein dem Streifen des Schnittes entgegengesetzter Vorgang ein. Die Schnitte werden von dem Messer zusammengeschoben und werden kürzer als die Oberfläche, von der sie stammen. Augenscheinlich ist in diesem Falle die Reibung des dünnen Paraffinschnittes am Messer größer gewesen als die Widerstandsfähigkeit der sehr dünnen Paraffinschicht gegen den zusammenschiebenden Druck,

der beim Vorwärtzgehen des Messers entsteht. Von der Seite gesehen geben Stahlhobelspane und diese dünnen Paraffinschnitte ganz ähnliche Bilder. Die Fig. 97 zeigt einen Stahl-

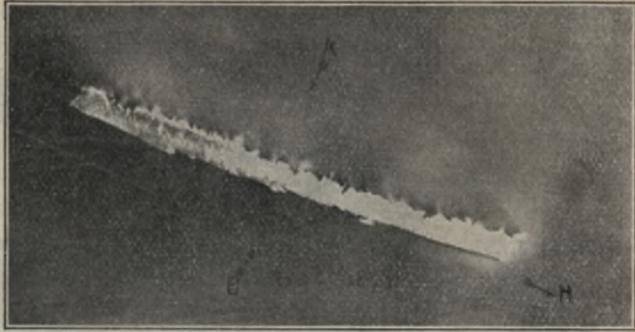


Fig. 97.

hobelspan von der Seite gesehen. Die eigentümlich wellig gerunzelte Oberfläche liegt bei *A* und die untere Seite bei *B*. Man kann deutlich sehen, wie die Zusammenschiebung durch den Hobelstahl erfolgt ist. Der Pfeil $\rightarrow H$ deutet die Richtung des Hobelstahlweges an. Auf der Unterseite *B* ist die bereits mehrfach erwähnte spärliche Zerklüftung zu sehen. Beim Metallhobeln ist die Gestalt des Spanes im allgemeinen gleichgültig. Beim Paraffinschnitt für mikroskopische Zwecke ist es sehr wichtig, das Zusammenschieben nach Möglichkeit zu vermeiden. Es ist bekannt, daß härtere Paraffinsorten eine geringere Zusammenschiebung zeigen als weichere. Der Grad der Zusammenschiebung ist abhängig von dem Verhältnis der Reibung des Schnittes an Schneidenkeil und der Widerstandsfähigkeit des Schnittes gegen den zusammenschiebenden Druck. Natürlich wächst dieser mit dem Schneidenkeilwinkel, und es ist bekannt, daß man mit schlankeren Schneidenkeilen eine geringere Zusammenschiebung bekommt. Leider ist der Schlankheit des Schneidenkeiles sehr bald eine Grenze gesteckt, da bei dünnen Messern leicht ein Federn des Messers stattfinden kann. Wie ich schon früher dargetan habe, erfährt der Schneidenkeil bei seinem Gang durchs Präparat sowohl einen Auftrieb, wie auch einen Abtrieb. Wenn wir einen keilförmigen Körper durch zwei Widerstände treiben (Fig. 98), so wird, wenn die beiden Widerstände ungleich groß sind, der Keil eine Ablenkung erfahren. Der mit *I* bezeichnete Pfeil bedeutet die ursprüngliche Richtung der Kraft, die den Keil bewegt. Sobald er zwischen die Widerstände W_1 und W_2 kommt, wird er das

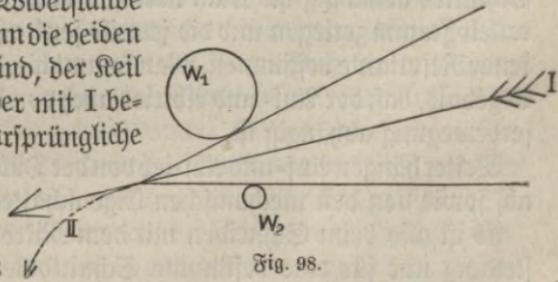
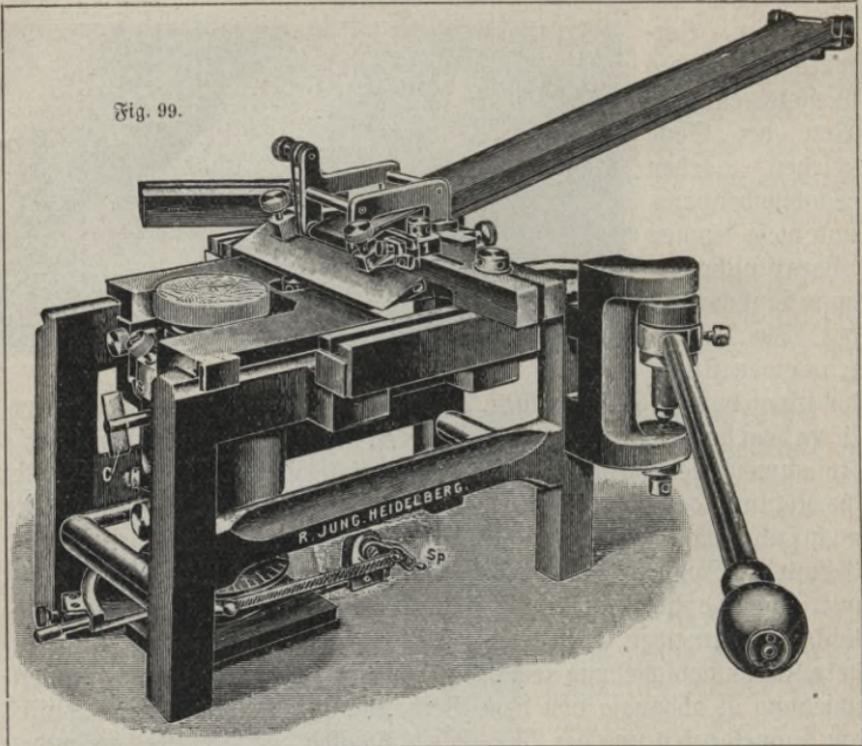


Fig. 98.



Bestreben haben, diese auseinander zu treiben. Wenn die beiden Widerstände gleich schwer aus ihrer Lage zu bringen sind, wird der Keil seine ursprüngliche Bewegungsrichtung beibehalten; ist aber W_1 größer als W_2 , so wird seine Bewegungsrichtung geändert werden, sie wird eine Ablenkung im Sinne des Pfeiles II erleiden. Genau dasselbe tritt natürlich beim Gang des Messerkeiles durch das Paraffinstück ein. Der Abtrieb (Ablenkung nach unten) ist zugleich die Kraft, von der das Zusammenschieben des dünnen Schnittes abhängig ist. Man kann sich natürlich die Kräfte nach dem Parallelogramm zerlegen und die jeweils senkrecht nach oben oder unten wirkende Resultante bestimmen. Man kommt hierbei zu dem bemerkenswerten Ergebnis, daß der Auf- und Abtrieb auch von der Geschwindigkeit der Messerbewegung abhängig ist.

Weiter hängen Auf- und Abtrieb von der Dicke des abzuhebenden Spanes ab, sowie von den mechanischen Eigenschaften des Arbeitsstückes.

Es ist also beim Schneiden mit dem Mikrotom eine bestimmte Messerstellung nur für eine bestimmte Schnittdicke richtig.

Fig. 99 zeigt eine sehr vollkommene Form eines modernen Mikrotoms, das sogenannte Tetrander. Die Anregung hierzu ging von Herrn Professor Paul Meyer aus, die physikalische Durchkonstruktion verdanken wir Herrn Wilhelm Loew, dem Leiter der Werkstätten von R. Jung in Heidelberg. Bei diesem Mikrotom ist das Messer an seinen beiden Enden mit sehr kräftigen Klammern an einem starken Träger so befestigt, daß ein Federn oder Ausweichen des Messers ganz unmöglich ist. Der Objekthalter, das Mikrometerwerk und der Objektschlitten bilden ein Ganzes von sehr hohem Gewicht. Dieses wird mit Hilfe einer bequemen verstellbaren Hebelübersetzung am Messer vorbeigeführt. Die große Masse des Objekthalters bewirkt zugleich mit der mechanisch richtigen Anordnung der Auflagepunkte eine sichere Führung des Objektes. Auch bei sehr harten Präparaten, die mit den gewöhnlichen Mikrotomen nicht geschnitten werden können, erzielt man mit dem Tetrander ganz vorzügliche Schnitte. Natürlich muß das Messer in tadelloser Verfassung sein und die richtige Messereneigung sorgfältig ausprobiert werden. Das Mikrotom eignet sich in gleicher Weise für Celloidin und Paraffin. Die Celloidinpräparate stellt man für das Tetrandermikrotom zweckmäßig nach der Chloroform-Trockenmethode her. Die Einstellung der Schnittstärke erfolgt automatisch.

E. Das Färben.

Die Mikroskopiker haben die Kunst des Färbens von den Färbern gelernt, die sich mit der Anfärbung von Gespinnsten, Geweben und allerhand anderen anfärbbaren Objekten, z. B. dem Leder, beschäftigen. Bei mikroskopischen Präparaten, besonders Gewebsschnitten, die Elemente von ganz verschiedener Zusammensetzung und Bedeutung haben, sollen durch die Färbung die verschiedenen Gewebselemente möglichst deutlich gegeneinander abgesetzt, differenziert, erscheinen. Wenn man etwa verschiedene Gespinnstfasern, z. B. Seide, Wolle, Baumwolle und Flachs in ein und dieselbe Farblösung eintaucht, dann wird man bemerken, daß sich die verschiedenen Faserarten verschieden anfärben. Wenn man die gefärbten Fasern auswäscht, um den Überschuß der Farblösung zu entfernen, bemerkt man das noch viel deutlicher. Verschiedene Farbstoffe, die einander äußerlich sehr ähnlich sehen können, färben verschiedene Fasern ganz verschieden an und es ist unter Umständen möglich, ein Gemisch von Farben darzustellen, das eine bestimmte Gewebsgattung z. B. rot und eine andere blau färbt. Besonders die Farbgemische nach Ehrlich, Heidenhain, Benda, Giemsa und vielen anderen Autoren sind gute Bei-

spiele hierfür. Man kann den Farbstoffen weiterhin Zusätze zufügen, die das Färbvermögen erhöhen, z. B. setzt man dem Fuchsin Karbolsäure zu, damit es Bakterien besser anfärbt. Die einfachste Art des Färbens ist das direkte Färben. Man kann a) ohne und b) mit Nachbehandlung färben. Beim direkten Färben ohne Nachbehandlung kann man unter Umständen Körper zusetzen, die das Aufziehen der Farbe erleichtern. Die Nachbehandlung hat in der Zeugfärberei meist den Zweck, die Echtheit, etwa die Waschechtheit, Reibechtheit oder Lichtbeständigkeit zu erhöhen. Man kann, und das ist für den vorliegenden Zweck ein wichtiges Verfahren, durch nachträgliche Einwirkungen von Metallverbindungen, etwa Chrom- oder Kupferverbindungen, Farbbläse erzeugen. Die zweite Art besteht in der Anwendung eines Oxydationsmittels, etwa Wasserstoffsuperoxyd oder Permanganat. Eine weitere Färbungsmethode, die z. B. für Bakteriengeißeln, schwer anfärbbare Sporen und ähnliche Gebilde benutzt wird, ist die Weizenfärbung. Dieselbe beruht auf einer Lackbildung, ebenso wie das oben erwähnt wurde. Nur wird beim Weizenfärben der zu färbende Körper erst mit Metalloxyden gebeizt und dann in die Farblösung gebracht. Das Küpfenfärben soll hier nur erwähnt werden, es besteht darin, daß ein an sich schlecht löslicher Farbstoff durch Reduktion wasserlöslich gemacht wird. In diese Lösung wird das zu färbende Gewebe gebracht und späterhin wird durch Oxydation wieder die ursprüngliche Farbe hergestellt. Das wichtigste und bekannteste Beispiel hierfür ist der Indigo. Ein historisch interessantes Beispiel ist die Purpurfärbung des Altertums, über die die byzantinische Kaisertochter Eudoria Makrembolitissa bereits Studien gemacht hat. Es gibt in der Mikrotechnik eine Unmasse von Farben und Vorschriften. Es ist besser, sich mit einigen wenigen Farben einzuwüben, als mit allzu vielen planlos herumzuprobieren. Der Katalog von Dr. Grübler in Leipzig gibt eine Übersicht über fast alle für die Mikrotechnik in Frage kommenden Farbstoffe.

Hämatoxylin-van Gieson-Färbung.

A. Hämatoxylinlösung (mit Eisen als Beize) nach Weigert.

Lösung I: Hämatoxylin 1 g

Alkohol 96 % 100 cm³ (etwa 4 Monate lang haltbar).

II: Liquor ferri sesquichlorati (sp. G. 1,124) 4 cm³

Dest. Wasser 100 cm³

konz. Salzsäure 1 cm³.

Man mische etwa einen Tag vor dem Gebrauch gleiche Teile I und II. Die Mischung hält sich etwa eine Woche.

Diese Lösung bildet den oben erwähnten Metallack mit dem Eisen.

B. Van Giesons Gemisch.

Stammllösung: konzentrierte wässrige Pikrinsäurelösung 150 cm³
Säurefuchsin 1,5 g.

Zum Gebrauch verdünnt man 10 cm³ der Stammllösung mit 100 cm³ konzentrierter wässriger Pikrinsäurelösung.

Nach kurzem Anfärben in A werden die Schnitte in Salzsäurealkohol (1 cm³ konz. Salzsäure in 100 cm³ 70—75 prozentigem Alkohol) kurz ausgewaschen (differenziert). Nach sorgfältigem Auswaschen in Wasser färbt man etwa 30 Sek. bis 1 Min. in B. Dann wäscht man ganz kurz aus, entwässert in 96 % und absolutem Alkohol, durchtränkt die Schnitte mit Xylol und bettet in Kanadabalsam ein.

Die Färbung eignet sich vorzüglich, sowohl für Celloidin, wie Paraffinschnitte. Sie gibt den verschiedenen Geweben deutlich verschiedene Farbtöne und sie eignet sich für alle Gewebe. Es ist dem Anfänger dringend zu raten, erst lange Zeit mit einer, etwa dieser, ganz sicheren und schönen Methode zu färben, und nicht ohne Grund andere Färbungen zu versuchen.

Das Hämatoxylin oder eigentlich seine beim Reifen (längeren Stehen) der Lösung am Licht sich bildende Oxydationsstufe Hämatein, ist ein Beizenfarbstoff. Als Beizen kommen besonders Schwermetallsalze, ev. auch Alaun, in Betracht.

Für feinste Kernteilungsfiguren fixiert man mit „Hermanns Gemisch“.

1 % Platinchloridlösung . . 30 cm³

2 % Osmiumsäurelösung . . 8 =

Eisessig 2 =

Möglichst kleine Stücke oder ganz dünne Scheibchen des ganz frischen Materiales werden 24 Stunden fixiert, etwa 48 Stunden in fließendem Wasser gewaschen, und dann in Alkohol gehärtet. Gefärbt wird mit

Konz. Lösung von Safranin in 90 % Alkohol

Anilinwasser aa.

In dieser Lösung wird je nach Bedarf 1—24 Stunden gefärbt. Man spült in Wasser kurz ab, differenziert in Salzsäurealkohol (1 cm³ Salzsäure auf 100 cm³ Alkohol abs.) einige Sekunden, wäscht in absolutem Alkohol nach: Xylol, Kanadabalsam. Ruhende Kerne hellrot, Kerne in Teilung dunkelrot.

Bakterien färbt man am bequemsten mit Karbolfuchsin.

Fuchsin 1 g Alkohol abs. 10 cm³ 5 % Karbolsäure 100 cm³.

Eine wichtige Färbung für die Unterscheidung gewisser Gruppen ist die Gramfärbung.

Sie soll hier als Beispiel einer etwas verwickelteren Technik gegeben werden.

I. Alkohol abs. 33 cm³

Anilinöl 9 cm³

Methylviolett im Überschuß.

II. Konzentrierte Lösung von
Methylviolett in Wasser.

A. Von I 3 cm³ von II 27 cm³.

B. Jodkalium 5 g

Wasser 100 cm³

Jodkristalle im Überschuß.

C. Anilinöl und Xylol aa.

Man macht Ausstrichpräparate auf dem Deckglas oder Objektträger und härtet dieselben vorher in Alkohol etwa 1 Stunde. Auf das trockene Präparat tropft man etwas A und färbt etwa 20". Nach vorsichtigem Entfernen der Flüssigkeit mit Filtrierpapier tropft man etwas B auf und läßt 20" einwirken. Abtrocknen mit Filtrierpapier, etwas C aufträufeln, mit reinem Xylol gründlich mehrmals nachspülen, Kanadabalsam. Eine Anzahl von Bakterien z. B. Tuberkulose, Lepra, Diphtherie, Milzbrand, Tetanus, malignes Oedem, Diplococcus Pneumoniae, färben sich nach Gram. Nicht färbbar sind nach dieser Methode z. B. Gonokokken, Typhus, Rog, Pest, Influenza, Pneumoniebazillus, Cholera, Proteus.

Von mikrochemischen Reaktionen sei als Übungsbeispiel für den Anfänger die Untersuchung der Papierfasern mit Jod und Schwefelsäure nach von Höhnel gegeben.

I. Man löse so viel Jod in 2 % wässriger Jodkaliumlösung, daß die Lösung in etwa 3 cm dicker Schicht klar und rubinrot erscheint.

II. Man koche in 3 % Kalilauge: etwas weiße Baumwolle, Leinwand, weiße Holzzellulose und Strohstoff. Es gibt Papiere, die die Fasern zusammen enthalten. Die gekochte Masse wird gut gewaschen und ein wenig davon auf dem Objektträger sorgfältig ausgebreitet. Man gibt 1 Tropfen der Jodlösung I hinzu und läßt 2 Minuten einwirken.

Die Jodlösung wird dann mit Filtrierpapier entfernt, und die Schwefelsäure hinzugegeben. Bei richtiger Konzentration derselben färben sich: Leinenfasern rotviolett, Holzzellulose und Strohstoff blau. Stark verholzte Fasern färben sich dunkelgelb. Wenn die Säure zu stark ist, färbt sich fast alles blau unter starker Quellung und Lösung. Bei zu verdünnter Säure färbt sich alles zu rostfichtig. Gerade die empirische Herstellung dieses für die Papieruntersuchung höchst wichtigen Gruppenreagens ist ein gutes Übungsbeispiel.

Register.

A
 Abbe, Ernst 33, 47, 48
 Ablendung des Kondensors 35
 — der Objektive für Dunkelfeld 35
 Absorptionsbild 50
 Absorption des Lichtes im Objekt 64 u. f.
 — — — — — Lichtfilter
 Alhazen 1 [59]
 Allgemeine optische Vorbemerkungen 16
 Amikroskopische Strukturen 49
 Apertometer 47
 Aristophanes 1
 Asterionella formosa 57
 Auflösung, optische, einer Struktur 27, 29
 Auflösungsvermögen 27, 29, 67
 Augendrehpunkt 20
 Augenlinse des Okulars 23
 Azimut der Beleuchtung 56

B
 Baker 16
 Beizen 96
 Beleuchtung 33 u. f., 50 u. f.
 Beleuchtungsschema 35
 Beleuchtungseinrichtungen 33, 50
 Beugung des Lichtes 19,
 Beugungsbild 50 [26]
 Bonanni 1, 14
 Brunk 8
 Brechung des Lichtes 18

C
 Cedernholzöl für Immersion 25

Cedernholzöl für Celloidinblöcke 83
 Celloidineinbettung 83
 Cellulosenachweis 98
 Chloroform als Härtungsmittel für Celloidinblöcke 83
 Cuff 8, 10, 16

D
 Darwin 10
 Deckglaskorrektur 31
 Descartes 2
 Diatomeen-Testplatte von Möller 40
 Dickenmessung 45
 Diffraktionsapparat nach Abbe 46
 Dünnschliffe 77
 Dünnschnitte 77, 84 u. f.
 Dunkelfeldbeleuchtung 33 u. f.

E
 Ehrlich, Blende nach 43
 Einbetten 82
 Einfallswinkel 17, 18
 Ellis 8
 Entwässern 81
 Erwärmung der Präparate bei der Beleuchtung 37

F
 Färben 95
 Fixieren 97, 82
 Formalin als Fixationsmittel 82
 Flohglas 2
 Fuchsin 97

G
 Gefriermikrotom 81
 Gefrier-Schnitte 80
 Giemsa-Färbung 95
 Giovanni de la Torre 8
 Glanz der Lichtquelle 50

Gramfärbung 98
 Gray 8
 Grienbl von Ach 13

H
 Hämatopylin nach Weigert 96
 Hartsoeker 8
 Härten 82
 Hellfeldbeleuchtung 33
 Helligkeit des Bildes 25
 Hermanns Gemisch als Fixiermittel für Kernstrukturen 97
 Hertel 16
 Historisches 1 u. f.
 Hooke 8, 10
 Hufnagel 1

J
 Jmmersion 25
 Jones 16

K
 Kadmiumfunken 67
 Kanten 57
 Karbioidkondensator nach Siedentopf 53
 Karussellbild 57
 Kernfärbung 96, 97
 Koebler, Dr. A. 59, 64
 Kollektiv 23
 Kollektor 23
 Kolloide 53 u. f.
 Koma 31
 Kondensator 33 u. f.
 Kreuztisch 45

L
 Lagen- und Größenbeziehungen zwischen Objekt und Bild 21
 Lahard 1
 Ledermüller 5
 Leeuwenhoek 3

Lichtfilter aus Glas 60
 — nach Köhler 59
 Lichtquellen 36
 Linienspektrum der
 Lichtquellen 37
 Lupe, Austritts- 22
 —, Eintritts- 22
 Lupe 20

M

Magnesiumfunken 67
 Maltwoodfinder 41
 Marshall 16
 Maxima 28
 Mazerieren 78
 Messen 43
 Mikrometerbewegung
 Mikroplanate 38 [40
 Mikroskopisch, als Grö-
 ßenbezeichnung 49
 Mikrotom 84 u. f.
 — Messer 86 u. f.
 Monobromnaphthalin-
 Immerjion 25
 Monochromate nach M.
 von Rohr 64
 Monochromatisches
 Licht 37
 Muschenbroek 4

N

Neuhauf 12
 Nero 1
 Nive 1
 Numerische Apertur 33
 — —, relative 67

O

Objektmikrometer 45
 Objektschema 48
 Objektisch 40
 Okular 21
 Oculi Artificialis von
 Zahn 8

P

Papier-Jod-Schwefel-
 säure nach von Höb-
 nel 98
 Paraboloidkondensator 53

Paraffineinbettung 82
 Plinius 1
 Polarisationseinrich-
 tungen 46
 Präparate 73 u. f.
 Präpariernadeln 80
 Präparatenpresse 77
 Prichard 10
 Pulver, Präparation
 von 76
 Punktuelle Abbildung
 26
 Pupille, Eintritts- 22
 —, Austritts- 22

Q

Quarzammer nach
 Siedentopf 53
 Quecksilberlampe 37
 Quetschpräparate 79

R

Reflexionswinkel 18
 Revolver 41
 Roger Baco 1
 Rohr, M. v. 19
 Roß 10

S

Saffraninfärbung 97
 Schärfentiefe der Ob-
 jektive 73
 Schleifmaschine nach
 Zahn 8
 Schlittenobjektivwech-
 seler 42
 Schlußbild 23
 Schüttelpräparate 80
 Seneca 1
 Siedentopf, S. 53, 54
 Spiegelung 17
 Stative 39
 Staubpräparate nach
 Fider 35
 Störungszentrum 17
 Strahlenbegrenzung 22
 Strahlungsvermitte-
 lung 24

Submikroskopisch als
 Größenbezeichnung
 Swammerdam 4 [49

T

Testplatte nach Abbe 48
 Tetrandermikrotom 94
 Trichinenquetscher 79
 Tubusauszug 40
 Tubuslänge, mecha-
 nische 40
 — —, optische 40

U

Ultramikroskope 54
 Ultramikroskopisch als
 Größenbezeichnung
 49
 Ultraviolettes Licht 67
 Umranden 73

V

VanGieson-Färbung 96
 Vergrößerung, förder-
 liche und leere 30.
 Vergrößerungszahl der
 Lupe 20
 — des Mikroskops 21
 Vertikalilluminatoren
 35
 Verwirklichung der Ab-
 bildung 26
 Vitrum pulcarium 3

W

Wechselkondensator 35
 Wilson 5
 Wratton & Wain-
 wrights Lichtfilter
 nach Dr. Kenneth-
 Mees 59

Z

Zahn 13
 Zählkammern 43
 Zirkelmikroskop 5
 Zwischenbild im zusam-
 mengesetzten Mikro-
 skop 23, 43
 Zuppräparate 80

Von W. Scheffer erschien im gleichen Verlage:

Wirkungsweise und Gebrauch des Mikroskops und seiner Hilfsapparate

Mit 89 Abbildungen und 3 Blendenblättern

gr. 8. 1911. Geh. M. 2.40, in Leinwand geb. M. 3.—

Im vorliegenden Buche werden die zum Verständnis und zur richtigen Anwendung des Mikroskops notwendigen physikalischen Grundlagen möglichst allgemeinverständlich und einfach vorgetragen, so daß jeder Gebildete der Darstellung leicht folgen kann. Durch eine größere Anzahl von Figuren, sowohl Zeichnungen als auch Mikrophotogrammen wird das Verständnis dem Leser erleichtert. Die Beschreibung einer Reihe einfacher Experimente gibt dem Leser Gelegenheit, die Vorgänge in praxi wahrzunehmen. Die Erscheinungen in der hinteren Brennebene, deren Kenntnis für das Verständnis des Mikroskops ganz besonders wichtig ist, werden durch Experimente mit den dem Buche beigegebenen Blendenblättern auf einfache Weise klargemacht.

„Die geometrisch-optischen Verhältnisse werden präzise und mit sehr angenehm diskreter Behandlung der mathematischen Erfordernisse abgehandelt. Es werden die Grenzmöglichkeiten des Auflösungsvermögens theoretisch nicht nur, sondern auch hervorragend praktisch durchgesprochen. Mit eindringlicher Deutlichkeit wird die Beleuchtungsfrage für visuelles Arbeiten und für Projektion und Photographie dargestellt. Die Apparate, welche zu den verschiedenen Spezialarbeiten erforderlich sind, werden sämtlich an der Hand der Produkte von Zeiß beschrieben, und dies mag als Eigentümlichkeit des Buches hervorgehoben werden. Das Buch erfüllt in angenehmer Form alle berechtigten Wissensbedürfnisse des Praktikers.“

(Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie.)

„... Der Verfasser erfüllt seine Aufgabe in einer sehr anschaulichen Darstellung, so daß ein vorzügliches, durchaus modernes Buch vorliegt, das in jeder Hinsicht empfohlen werden kann.“

(Beiblätter zu den Annalen der Physik.)

VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN

Handbuch der naturgeschichtl. Technik

für Lehrer und Studierende

Herausgegeben von Bastian Schmid

Mit zahlreichen Abbildungen. ca. 544 S. Lex.-8.

Das Werk will in erster Linie dem Lehrer der Naturgeschichte in allen technischen Fragen, die an ihn sowohl im theoretischen als auch im praktischen Unterricht, bei seinen Exkursionen, in seiner Tätigkeit als Konservator der Sammlungen und seiner Aufgabe als Organisator von biologischen Schuleinrichtungen herantreten, ein Wegweiser sein. Es will ihm aber auch Material für seine Fortbildung in technischer Hinsicht geben, das ihn sowie den Studierenden der Naturwissenschaften befähigt, die Vorarbeiten zu selbständigen Beobachtungen und Untersuchungen zu erledigen. Bei der weitgehenden Spezialisierung auf dem Gebiete der biologischen Technik ist es heutzutage dem einzelnen unmöglich, das Ganze zu beherrschen. Und so hat der Herausgeber, um von vornherein alle die Mängel auszuschließen, die zweifellos den referierenden Werken anhaften, die das vermissen lassen, was wir in der Wissenschaft so hoch schätzen, sich entschlossen, mit einer Anzahl hervorragender Spezialisten eine Technik zu schaffen, von der jedes Kapitel auf Ursprünglichkeit Anspruch machen kann.

Das Werk zerfällt in nachstehende Kapitel: A. Berg, Anlage geologischer (mineralogischer) Sammlungen. — W. Bock, Pflege der Naturdenkmäler. — P. Claussen, pflanzenphysiologische Versuche. — P. Esser, der Schulgarten. — H. Fischer, optische Instrumente. — H. Fischer, mikroskopisch botanische Technik. — K. Fricke, Exkursionen. — O. Kammerer, Sammeltechnik (Mollusken, Wirbeltiere). — H. Poll, mikroskopisch-zoologische Technik. — R. Rosemann, tierphysiologische Versuche. — B. Schmid, über bestehende zeitgemäße Schuleinrichtungen. — B. Schorler, Konservieren von Pflanzen. — O. Steche, Sammeltechnik (Insekten). — F. Urban, Aquarien, Terrarien etc. — B. Wandolleck, Konservieren von Tieren. — B. Wandolleck, Photographie. — R. Woltereck, Sammeltechnik (Hydrobiologie).

Mikroskopisches und physiologisches Praktikum der Botanik für Lehrer

Von Gustav Müller

Rektor in Liegnitz

Mit 403 vom Verfasser entworfenen Figuren.

gr. 8. In abwaschbarem Leinwandband geb.

I. Teil: Die Zelle und der Vegetationskörper der Phanerogamen. 1907.

M. 4,80.

II. — Kryptogamen. 1908. M. 4.—

Das Werk unterscheidet sich von anderen Anweisungen durch den außerordentlichen Reichtum an Figuren, die dem Praktikanten das Arbeiten wesentlich erleichtern sollen, und durch die Vielseitigkeit und relative Vollständigkeit der Behandlung des bezeichneten Gebietes. Auf lückenlosen Fortschritt und Vorführung der Erscheinungen im Zusammenhange ist großer Wert gelegt worden. Den Abschluß jedes Abschnittes bildet eine übersichtliche Darstellung der Forschungsergebnisse überhaupt.

„Das Buch soll da raten und orientieren, wo das Bedürfnis vorhanden ist, sich durch eigene Anschauung und praktische Arbeiten mit den Ergebnissen der Forschung vertraut zu machen und für das eigene Nachdenken über das Naturgeschehen eine anschauliche und darum sichere Grundlage zu gewinnen.“

(Literarisches Zentralblatt für Deutschland.)

Einführung in die Biologie zum Gebrauch an höheren Schulen und zum Selbstunterricht. Von Prof. Dr. K. Kraepelin, Hamburg. 3. Aufl. Mit 344 Abbildungen, 5 mehrfarbigen Tafeln und 2 Karten. In Leinw. geb. M. 4.80.

„Auf verhältnismäßig engem Raum ist ein weitschichtiger Stoff mit souveräner Beherrschung unter Beschränkung auf das Wesentliche knapp und doch nicht mager vorgeführt. Jeder, der naturwissenschaftlicher Betrachtungsweise nicht völlig abgeneigt ist, und der die elementaren Vorkenntnisse dazu mitbringt, wird in diesem Buche mit hohem Genuß und Nutzen lesen und zugeben müssen, daß hier in der Tat ein Schatz kostbarer Gedanken übersichtlich ausgebreitet liegt, von dem der Gebildete mehr, als es heute der Fall zu sein pflegt, mit ins Leben hinausnehmen müßte, damit er seine Stellung in der Umwelt begreife zu seinem Nutzen und zu immer sich erneuernder Freude . . . Der Verfasser hat sich mit dem Buche den Dank aller verdient.“ (Deutsche Literaturzeitung.)

Biologisches Praktikum für höhere Schulen. Von Prof. Dr. Bastian Schmid. 2. Aufl. Mit ca. 75 Abbildungen und 9 Tafeln. Steif geb. ca. M. 2.—, in Leinw. geb. ca. M. 2.50.

„Die gewählten Versuche, welche durch musterhafte Abbildungen, zum Teil den besten wissenschaftlichen Werken entnommen, zum Teil Originale, ergänzt werden, sind sorgfältig und zweckmäßig ausgewählt. Besonders zu rühmen sind die dem Werke beigelegten anatomischen Tafeln. Charakteristische und typische Versuche mit gebührender Berücksichtigung leicht zu beschaffenden Beobachtungsmaterials sind bevorzugt. Daß das Buch überall auf die Ergänzung durch den theoretischen Unterricht hinweist und sich vor Extremen hütet, gereicht ihm zum Vorzug. Hoffen wir, daß durch diesen bedeutamen Beitrag zur Reform des biologischen Schulunterrichts mancher Gebildete auch nach der Schulzeit in seinen Mußestunden veranlaßt wird, immer von neuem das Buch der Natur aufzuschlagen.“ (Himmel und Erde.)

Biologisches Experimentierbuch. Von Prof. Dr. E. Schäffer, Oberlehrer an der Oberrealschule auf der Uhlenhorst in Hamburg. Anleitung zum selbständigen Studium der Lebenserscheinungen für jugendliche Naturfreunde. Mit 100 Abb. In Leinw. geb. M. 4.—

„Bewundernswert geradezu ist der Scharfsinn, mit welchem der Verfasser die Kunst des naturwissenschaftlichen Versuches mit den einfachsten Mitteln zu lehren versteht. Nicht minder erstaunlich aber ist die Mannigfaltigkeit der Versuchsanordnungen, die unter seiner fundigen Leitung sich mit den geringsten Kosten ermöglicht. Dem prächtigen Buche ist die weiteste Verbreitung zu wünschen.“ (Berliner Tageblatt.)

Anleitung zu photographischen Naturaufnahmen. Von Lehrer Georg E. F. Schulz in Friedenau bei Berlin. Mit 41 photographischen Aufnahmen. In Leinw. geb. M. 3.—

„Ein bis ins Kleinste gehender, sehr brauchbarer Ratgeber für das in Rede stehende Gebiet. Eine Menge trefflicher Winke nicht nur für die Aufnahme, sondern auch für das Entwickeln, Fixieren und Kopieren, für die Anfertigung von Diapositiven usw. sind enthalten. Die Ratschläge beziehen sich aber nicht nur auf die photographischen Kunstgriffe, sondern auch auf das Heranschleichen, das Beobachten der Eigenart des Tieres usw. Denn das alles muß man wissen, wenn man das Tier vor den Apparat bringen will. Beim Kapitel Himmelskunde aber finden wir besondere Raffinesse: Sonnenfinsternis, Mondlandschaft, und zwar echte und falsche, d. h. ein direktes Sonnenbild der Landschaft, Blitz, Regenbogen, Wassertropfen, fallender Schnee. Mit dem Abschnitt über Farbenphotographie schließt das Buch, in welchem kaum etwas vergessen worden ist, was bei den einschlägigen Manipulationen in Betracht kommt.“ (Augsburger Postzeitung.)

Aus Natur und Geisteswelt

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinw. gebunden M. 1.25

Experimentelle Biologie. Von Dr. Curt Theising. 2 Bände.

Band I: Experimentelle Zellforschung. Bd. 336. In Vorb.

Band II: Regeneration, Transplantation und verwandte Gebiete. Mit 69 Abbildungen und 1 Tafel. Bd. 337.

„... Die Darstellung ist überaus sachlich, darauf hinausgehend, den Leser in den schwierigen Stoff durch die Hervorhebung der wichtigsten Tatsachen einzuführen... Theising's Arbeit ist um so verdienstvoller, als bisher keine einzige zusammenfassende Darstellung experimentell-biologischer Dinge existiert hat, die einem größeren Leserkreis zugänglich gewesen wäre.“
(Aus der Natur.)

Die Bakterien im Kreislauf des Stoffes in der Natur und im Haushalt der Menschen. Von Professor Dr. Ernst Gutzeit. Mit 13 Abbildungen. Bd. 233.

„Das Buch zeichnet sich vor vielen anderen populär-wissenschaftlichen Darstellungen dadurch aus, daß der Verfasser eine Fülle von Material in wirklich volkstümlicher Weise abhandelt, ohne den Leser zu ermüden oder zu langweilen. Das liegt besonders daran, daß kaum die Elemente naturwissenschaftlicher Kenntnisse vorausgesetzt werden, daß sich der Stil freihält von gelehrter Ausdrucksweise wie von feilketonischer Geistreichelei und daß allgemeine Gesetze in einer Weise aus Einzelbeschreibungen abgeleitet werden, die den guten Pädagogen verraten, der sich frei weiß von schulmeisterlicher Pedanterie und Trockenheit.“

(Naturwissenschaftliche Wochenschrift.)

Die Pflanzenwelt des Mikrostops. Von Bürgerschullehrer E. Reufauf. Mit 100 Abbildungen in 165 Einzeldarstellungen nach Zeichnungen des Verfassers. Bd. 181.

„Das Buch trägt dazu bei, daß die Liebe zu mikroskopischen Beobachtungen in immer größeren Kreisen Eingang findet, damit schließlich ein richtiges Verständnis für die Natur durch Einhaltung der genetischen Reihenfolge der zu beschreibenden Objekte wachgerufen werde.“

(Kölnische Volkszeitung.)

Die Tierwelt des Mikrostops (die Artiere). Von Professor Dr. Richard Goldschmidt. Mit 39 Abbildungen. Bd. 160.

„Es seien dem kleinen Buch, das einen schwierigen Gegenstand in geschickter und ansprechender Weise dem Interesse weiter Kreise näher rückt, zahlreiche Leser gewünscht, die sich nicht mit dem Gelesenen begnügen, sondern, der Absicht des Verfassers entsprechend, auch mit eigenem Auge die reiche Lebenswelt des kleinsten Raumes kennen zu lernen suchen.“

(Naturwissenschaftliche Rundschau.)

Meeresforschung und Meeresleben. Von Dr. W. Janson. 2. Aufl. Mit 41 Abbildungen. Bd. 30.

„Bei der großen Teilnahme, die seit dem Aufblühen der deutschen Handels- und Kriegsflotte weite Kreise unserer Nation der Meeresforschung entgegenbringen, wird eine Arbeit, welche ihre wesentlichsten Ergebnisse in knapper und leicht verständlicher Form zusammenstellt, auf allgemeine Anerkennung rechnen können. Es muß zugegeben werden, daß die Auswahl des Stoffes sehr glücklich ist, und daß das Buch geeignet erscheint, auch bei denjenigen Interesse an den Ergebnissen der hydrographischen und biologischen Erforschung der Meere zu wecken, welche diesem modernen Zweige der Wissenschaft bisher fern standen.“

(Deutsche Literaturzeitung.)

Das Süßwasser-Plankton. Einführung in die freischwebende Organismenwelt unserer Teiche, Flüsse und Seebecken. Von Dr. Otto Zacharias. 2. Aufl. Mit 1 Titelbild und 57 Abbildungen. Bd. 156.

„Eine anregende Schrift, die namentlich jedem Besitzer eines Mikrostops bestens empfohlen sei, die aber auch dem, der das Leben des Wassers nicht selbst schauen kann, durch treffliche Abbildungen der Planktonwesen und die Erörterung darauf sich beziehender biologischer Fragen vieles bietet.“

(Naturwissenschaftliche Wochenschrift.)

Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher
Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens

Jeder Band ist
einzeln käuflich



Gebunden M. 1.20*)
gebunden M. 1.50*)

Verlag B. G. Teubner

in Leipzig und Berlin

Verzeichnis der bisher erschienenen Bände innerhalb der Wissenschaften alphabetisch geordnet
Werke, die mehrere Bände umfassen, auch in einem Band gebunden erhältlich

I. Religion, Philosophie und Psychologie.

- Ästhetik. Von Prof. Dr. R. Hamann 2. Aufl. (Bd. 345.)
— Einführung in die Geschichte der a. Von Dr. H. Nohl. (Bd. 602.)
Ätiologie siehe Sternenglaube.
Aufgaben u. Ziele d. Menschenlebens. Von Prof. Dr. J. Arnold. 4. Aufl. (Bd. 12.)
Bergson, Henri, der Philosoph moderner Welt. Von Pfarrer Dr. E. Ott (Bd. 480.)
Berkeley siehe Locke, Berkeley, Hume
Buddha. Leben u. Lehre d. Buddha. Von Prof. Dr. R. Bischof. 3. Aufl., durchgef. von Prof. Dr. H. Lüders. Mit 1 Titelbild u. 1 Taf. (Bd. 109.)
Calvin, Johann. Von Pfarrer Dr. G. Soden u. Tit. 1. Aufl. (Bd. 247.)
Christentum. Aus der Verkörperung des Ehr. B. Prof. Dr. J. Geffken. 2. Aufl. (Bd. 54.)
— Vom Urchristentum z. Katholizismus. Von Prof. Dr. H. Fecht. v. Soden. (690.)
— Christentum und Weltgeschichte seit der Reformation. Von Prof. Dr. Dr. R. Sell. 2 Bde (Bd. 297, 298.)
— siehe Jesus, Mystik im Christentum
Ethik. Grundzüge der E. Mit bes. Berücksichtigung der pädagog. Probleme. Von E. Wentscher. (Bd. 397.)
— 1. Aufl. u. Ziele. Serualetik. Ethik. Lebensanschauungen, Willensfreiheit.
Freimaurerei. Die. Eine Einführung in ihre Anschauungswelt u. ihre Geschichte. Von Geh. Rat Dr. B. Keller. 2. Aufl. von Geh. Archivrat Dr. G. Schuster. (463.)
Griechische Religion siehe Religion.
Handschriftenbeurteilung. Die. Eine Einführung in die Psychol. d. Handschrift. Von Prof. Dr. G. Schneidemühl. Mit 51 Handschriftenabbild. 1. Teil u. 1 Taf. 2., durchgef. u. erw. Aufl. (Bd. 514.)
Heidentum siehe Mystik
Hellenistische Religion siehe Religion.
Herbarts Lehren und Leben. Von Pastor O. Flügel. 2. Aufl. Mit 1 Bildnis Herbarts. (Bd. 164.)
Hume siehe Locke, Berkeley, Hume
Synoptismus und Syngektion. Von Dr. E. Trömmner. 3. Aufl. (Bd. 199.)
Jesuiten. Die. Eine histor. Skizze. Von Prof. Dr. H. Boehmer. 4. Aufl. (Bd. 49.)
Jesus. Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu. Von Kirchenrat Pfarrer D. Dr. B. Mehlhorn. 2. Aufl. (Bd. 137.)
— Die Gleichnisse Jesu. Zugleich Anleitung zum quellenmäßigen Verständnis der Evangelien. Von Prof. Dr. Dr. H. Weinel. 4. Aufl. (Bd. 46.)
Judaistische Religion siehe Religion.
Kant, Immanuel. Darstellung und Würdigung. Von Prof. Dr. D. Kälve. 4. Aufl. Hrsg. v. Prof. Dr. A. Meiser. Mit 1 Bildnis Kants. (Bd. 146.)
Kirche f. Staat u. Kirche.
Kriminalpsychologie f. Psychologie d. Verbrechers, Handschriftenbeurteilung.
Lebensanschauungen f. Eitliche S.
Locke, Berkeley, Hume. Die großen engl. Philos. Von Oberlehrer Dr. P. Thormeyer (Bd. 481.)
Logik. Grundriss d. L. Von Dr. R. J. Grau. (Bd. 637.)
Luther, Martin L. u. d. deutsche Reformation. Von Prof. Dr. W. Köhler. 2. Aufl. Mit 1 Bildnis Luthers. (Bd. 515.)
— f. auch Von L. zu Bismarck Abt. IV.
Mechanik d. Geisteslebens. Die. V. Geh. Medizinalrat Direktor Prof. Dr. W. Bernborn. 4. Aufl. Mit Fig. (Bd. 200.)
Mission. Die evangelische. Geschichte. Arbeitsweise. Heutiger Stand. V. Pastor C. Baubert. (Bd. 406.)
Mystik im Heidentum u. Christentum V. Prof. Dr. E. v. Lehmann. 2. Aufl. V. Veri. durchgef. Aberles. v. Anna Grundtvig geb. Duittenbaum. (Bd. 217.)
Mythologie. Germanische. Von Prof. Dr. J. von Negelein. 2. Aufl. (Bd. 95.)
Naturphilosophie. Die moderne. V. Priv.-Doz. Dr. F. W. Perwonen. (Bd. 491.)
Palästina und seine Geschichte. Von Prof. Dr. H. Fecht. v. Soden. 3. Aufl. Mit 2 Kart., 1 Plan und 6 Ansichten (Bd. 6.)
— B. u. f. Kultur in 5 Jahrtausenden. Nach d. neuest. Ausgrabn. u. Forschgn. dargestellt. von Prof. Dr. B. Thomsen. 2., neubearb. Aufl. M. 37 Abb. (260.)

*) Hierzu Teuerungszuschläge des Verlags und der Buchhandlungen.



- Paulus, Der Apostel, u. sein Werk.** Von Prof. Dr. E. Richter. (Bd. 309.)
- Philosophie, Die. Einführ. in d. Wissen- schaft, ihr Wesen u. ihre Probleme.** V. Oberrealschuldir. S. Richter. 3. Aufl. (Bd. 186.)
- **Einführung in die Ph.** Von Prof. Dr. R. Richter. 4. Aufl. von Priv.-Doz. Dr. M. Braun. (Bd. 155.)
- **Führende Denker. Geschichtl. Einleit. in die Philosophie.** Von Prof. Dr. J. Cohn. 3. Aufl. Mit 6 Bildn. (Bd. 176.)
- **Die Phil. d. Gegenw. in Deutschland.** V. Prof. Dr. C. Külpe. 6. Aufl. (41.)
- **Philosophisches Wörterbuch.** V. Ober- lehrer Dr. B. Thormeyer. 2. Aufl. (Bd. 520.)
- Goethe.** Von Dr. R. Müller-Freien- feld. (Bd. 460.)
- Psychologie, Einführ. i. d. Ph.** Prof. Dr. E. von Aster. Mit 4 Abb. (Bd. 492.)
- **Psychologie d. Kindes.** V. Prof. Dr. R. Gauth. 1. Aufl. R. 17 Abb. (213 214.)
- **Psychologie d. Verdrehers.** (Criminal- psychol.) V. Strafkassatdir. Dr. med. B. Wolff. 2. Aufl. R. 5 Diagr. (Bd. 248.)
- **Einführung in die experiment. Psychol.** Von Prof. Dr. R. Brauns- hausen. Mit 17 Abb. i. L. (Bd. 484.)
- **f. auch Handchriftenbeurteilg., Hypno- tismus u. Sugg., Mechanik d. Geistesleb., Poetik, Seele d. Menschen, Veranlag. u. Vererb., Willensfreiheit; Pädag. Abt. II.** Reformation siehe Calvin, Luther.
- Religion. Die Stellung der R. im Geistes- leben.** Von Konsistorialrat Lic. Dr. B. Kalweit. 2. Aufl. (Bd. 225.)
- **Relig. u. Philosophie im alten Orient.** Von Prof. Dr. E. von Aster. (Bd. 521.)
- **Einführung in die allg. R.-Geschichte.** Von Prof. D. Dr. R. Beth. (Bd. 658.)
- **Die Religion der Griechen.** Von Prof. Dr. E. Samter. R. Bilderanb. (Bd. 457.)
- **Religiöskritik-röm. Religionsgesch.** Von Hofpredig. Lic. A. Jacoby. (Bd. 584.)
- **Die Grundzüge der israel. Religions- geschichte.** Von Prof. Dr. Fr. Giese- brecht. 3. Aufl. Von Prof. Dr. A. Bertholet. (Bd. 52.)
- **Religion u. Naturwissensch. im Kampf u. Frieden. Ein geschichtl. Rückbl.** Von Pfarrer Dr. A. Pfannkuche. 2. Aufl. (Bd. 141.)
- **Die relig. Strömungen der Gegen- wart.** Von Superintendent D. A. S. Braasch. 3. Aufl. (Bd. 66.)
- **f. a. Bergson, Buddha, Calvin, Christen- tum, Luther.**

- Rousseau.** Von Prof. Dr. B. Hense. L. 2. Aufl. Mit 1 Bildnis. (Bd. 180.)
- Schopenhauer, Seine Persönlichkeit, f. Lehre, f. Bedeutung.** V. Oberrealschuldir. S. Richter. 3. Aufl. Mit 1 Bildnis. (Bd. 81.)
- Erlebe des Menschen, Die.** Von Geh. Rat Prof. Dr. J. Rehmke. 4. Aufl. (Bd. 36.)
- **siehe auch Psychologie.**
- Sexualethik.** Von Prof. Dr. S. E. Ti- merding. (Bd. 592.)
- Sinne d. Menschen, D. Sinnesorgane und Sinnesempfindungen.** Von Hofrat Prof. Dr. J. R. Kreibitz. 3., verbesserte Aufl. Mit 30 Abb. (Bd. 27.)
- Stitt. Lebensanschauungen d. Gegenwart.** Von Geh. Kirchenrat Prof. D. D. Kirn. 3. Aufl. durchgef. von Prof. D. Dr. O. Stephan. (Bd. 177.)
- **f. a. Ethik, Sexualethik.**
- Spencer, Herbert.** Von Dr. R. Schwarze. Mit 1 Bildnis. (Bd. 245.)
- Staat und Kirche in ihrem gegenseitigen Verhältnis seit der Reformation.** Von Pastor Dr. A. Pfannkuche. (Bd. 485.)
- Sternglaube und Sternbedeutung. Die Ge- schichte u. d. Wesen der Astrologie.** Unter Mitw. von Geh. Rat Prof. Dr. R. Bezold dargestellt von Geh. Hofrat Prof. Dr. Fr. Boll. Mit 1 Sternkarte u. 20 Abb. (Bd. 638.)
- Suggestion f. Hypnotismus, Testament, Das Alte, seine Geschichte und Bedeutung.** Von Prof. Dr. B. Thom- sen. (Bd. 609.)
- **Neues. Der Text d. A. L. nach seiner geschichtl. Entwickl.** Von Div.-Baron A. Bott. Mit Taf. 2. Aufl. (Bd. 134.)
- Theologie. Einführung in die Theologie.** Von Pastor M. Cornils. (Bd. 347.)
- Uchristentum siehe Christentum.**
- Veranlagung u. Vererbung. Geistige.** V. Dr. phil. et med. G. Sommer. (Bd. 512.)
- Weltanschauung, Griechische.** Von Prof. Dr. M. Bunt. 2. Aufl. (Bd. 329.)
- Weltanschauungen, D., d. groß. Philosophen der Neuzeit.** Von Prof. Dr. L. Hüffe. 6. Aufl., hrsg. v. Geh. Hofrat Prof. Dr. H. Falkenberg. (Bd. 56.)
- Weltentstehung, Entsch. d. W. u. d. Erde nach Sage u. Wissenschaft.** Von Prof. Dr. M. B. Weinstein. 2. Aufl. (Bd. 223.)
- Weltuntergang, Untergang der Welt und der Erde nach Sage und Wissenschaft.** V. Prof. Dr. M. B. Weinstein. (Bd. 470.)
- Willensfreiheit. Das Problem der W.** Von Prof. Dr. G. F. Lyppe. (Bd. 383.)
- **f. a. Ethik, Mechan. d. Geistesleb., Psychol.**

II. Pädagogik und Bildungswesen.

- Amerikanisches Bildungswesen** siehe Techn. Hochschulen, Universitäten.
- Berufswahl, Begabung u. Arbeitsleistung in ihren gegenseitigen Beziehungen.** Von W. J. Ruttman. R. 7 Abb. (Bd. 622.)

- Bildungswesen, D. deutsche, in f. geschicht- lichen Entwickl.** Von Prof. Dr. Fr. Paulsen. 3. Aufl. Von Prof. Dr. W. Münch. R. Bildn. Paulsens. (Bd. 100.)
- **f. auch Volkshilfswesen.**

- Erziehung. G. zur Arbeit. Von Prof. Dr. Ebd. Lehmann. (Bd. 459.)
— Deutsche G. in Haus u. Schule. Von Rektor J. Lews. 3. Aufl. (Bd. 159.)
— siehe auch Großstadtpädagogik.
Hertzsprungschulwesen. Das deutsche. Von Dir. Dr. F. Schilling. (Bd. 256.)
Krobel, Friedrich. Von Dr. Joh. Prätor. Mit 1 Tafel. (Bd. 82.)
Großstadtpädagogik. B. Rektor J. Lews. (Bd. 327.)
— siehe Erzieh., Schulkämpfe d. Gegenw., Handchriftenbeurteilung. Die Eine Einführ. in die Psychol. der Handchrift. B. Prof. Dr. G. Schneidmühl. Mit 51 Handchriftennachbild. I. T. u. 1 Taf. 2., durchges. u. erw. Aufl. (Bd. 514.)
Herbarts Lehren und Leben. Von Pastor O. Flügel. 2. Aufl. Mit 1 Bildnis Herbarts. (Bd. 164.)
Hilfsschulwesen. Rom. Von Rektor Dr. W. Macneil. (Bd. 73.)
Hochschulen f. Techn. Hochschulen u. Unt. Jugendspflege. Von Fortbildungsschullehrer W. Wiemann. (Bd. 434.)
Leibesübungen siehe Abt. V.
Mädchenschule. D. höhere, in Deutschland. B. Oberlehrerin M. Martin. (Bd. 63.)
Mittelschule f. Volk- u. Mittelschule. Pädagogik. Allgemeine. Von Prof. Dr. Th. Stegler. 4. Aufl. (Bd. 33.)
— Experimentelle P. mit bes. Rücksicht auf die Erzieh. durch die Lat. Von Dr. W. A. Pav 3., verb. Aufl. Mit 6 Textabbildungen. (Bd. 224.)
— f. Erzieh., Großstadtpäd., Handchriftenbeurteilung. Psychol., Veranlag. u. Berber. Abt. I.

- Verknüpfung. Leben und Ideen. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. W. Rator d. 3. Aufl. Mit Bildn. u. 1 Briefkastentafel. (Bd. 250.)
Kaussean. Von Prof. Dr. E. Geniel. 2. Aufl. Mit 1 Bildnis. (Bd. 180.)
Schule siehe Fortbildungs-, Hilfsschulwesen, Techn. Hoch-, Mädch., Volksschule, Unt. Schulhygiene. Von Prof. Dr. E. Burackerlein. 3. Aufl. Nr. 33. (Bd. 96.)
Schulkämpfe der Gegenwart. Von Rektor J. Lews. 2. Aufl. (Bd. 111.)
— siehe Erzieh., Großstadtpäd., Stadtrat. Der Leipziger, von 1409 bis 1909. Von Dr. W. Bruchmüller. Mit 25 Abb. (Bd. 273.)
Studententum, Geschichte des deutschen St. Von Dr. W. Bruchmüller. (Bd. 477.)
Techn. Hochschulen in Nordamerika. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. E. Wüller. Mehr. Abb., Korre u. Rogenl. (190.)
Universität. Über Universitäten u. Universitätsstud. B. Prof. Dr. Th. Stegler. Mit 1 Bildn. Humboldts. (Bd. 411.)
— Die amerikanische U. B. Prof. Ph. D. E. D. Perry. Mit 22 Abb. (Bd. 206.)
Unterrichtswesen. Das deutsche, der Gegenwart. Von Geh. Studienrat Oberrealschuldir. Dr. E. Anabe. (Bd. 299.)
Volksschulwesen. Das moderne. Von Stadtbibl. Dr. G. Fritz. Mit 14 Abb. (Bd. 266.)
Volk- und Mittelschule. Die preussische, Entwicklung und Ziele. Von Geh. Reg.-u. Schulrat Dr. A. Sachse. (Bd. 432.)
Zeichenkunst. Der Weg zur J. Ein Büchlein für theoretische u. praktische Selbstbildung. Von Dr. E. Weber. 2. Aufl. Mit 81 Abb. und 1 Farbtaf. (Bd. 436.)

III. Sprache, Literatur, Bildende Kunst und Musik.

- Architektur siehe Baukunst und Renaissancearchitektur.
Ästhetik. Von Prof. Dr. R. Hamann. 2. Aufl. (Bd. 345.)
— siehe auch Poetik u. Abt. I.
Baukunst. Deutsche B. im Mittelalter. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Matthaei. I. Von b. Anf. b. z. Ausgang d. roman. Baukunst. 4. Aufl. Mit 43 Abb. j. T. u. auf 1 Doppeltafel. II. Gotik u. „Spätgotik“. 4. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 8/9.)
— Deutsche Baukunst seit d. Mittelalter b. z. Ausg. d. 18. Jahrh. Renaissance, Barock, Rokoko. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Matthaei. 2. Aufl. Mit Abb. u. Tafeln. (Bd. 326.)
— Deutsche B. im 19. Jahrh. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Matthaei. Mit 35 Abb. (Bd. 453.)
— siehe auch Renaissancearchitektur.
Beethoven siehe Sahn.

- Bildende Kunst. Bau und Leben der b. A. Von Dir. Prof. Dr. Th. Kolbehr. 2. Aufl. Mit 44 Abb. (Bd. 68.)
— siehe auch Baukunst, Griech. Kunst, Impressionismus, Kunst, Maler, Malerei, Skulpt.
Chanson siehe Sphen.
Duch. Wie ein Duch entsteht siehe Abt. VI.
— f. auch Schrift- u. Buchwesen Abt. IV.
Decorative Kunst des Altertums. Die. Von Dr. Fr. Poulsen. Mit 112 Abb. (Bd. 454.)
Deutsch siehe Baukunst, Drama, Frauenbildung, Festenlage, Kunst, Literatur, Lyrik, Maler, Malerei, Personennamen, Romanik, Sprache, Volkstied, Volkslage, Drama, Das. Von Dr. W. B. Wisse. Mit 3 Abb. 3 Bde. I: Von d. Antike z. franz. Klassizismus. 2. Aufl., neubearb. von Oberl. Dr. Niedlich, Prof. Dr. R. Tammann u. Prof. Dr. Glaser. II: Von Versailles bis Weimar. III: Von der Romantik zur Gegenwart. (Bd. 287/289.)

- Drama.** D. siehe. D. s. 19. Jahrb. 3. f. Entw. d. d. Prof. Dr. G. Bittows 3. f. 4. Aufl. R. Bildn. Hebbels (Bd. 51.)
— siehe auch Grillparzer, Hauptmann, Hebbel, Jöben, Lessing, Literatur, Schiller, Schatepeare, Theater.
Dürer, Albrecht. B. Prof. Dr. R. Buchmann 2. Aufl. von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Matthaei. Mit Titelf. u. zahlr. Abbildungen. (Bd. 97.)
Fransösisch siehe Roman.
Frauentichtung. Geschichte der deutschen F. seit 1800. Von Dr. S. Siero. Mit 3 Bildnissen auf 1 Tafel. (Bd. 390.)
Fremdwortkunde. Von Dr. Elise Richter. (Bd. 570.)
Gartenkunst siehe Abt. VI.
Griech. Komödie. Die. V. Geh.-Rat Prof. Dr. A. Körte. M. Titelf. u. 2 Taf. (400.)
Griechische Kunst. Die Blütezeit der g. K. im Spiegel der Nektarkopfsage. Eine Einf. i. d. griech. Plastik. V. Prof. Dr. S. Wachtler. 2. A. M. zahlr. Abb. (272.)
— siehe auch Decorative Kunst.
Griechische Tragödie. Die. Von Prof. Dr. F. Geyssen. Mit 5 Abb. i. Text u. auf 1 Tafel. (Bd. 566.)
Grillparzer, Franz. Der Mann u. d. Werk. V. Prof. Dr. A. Kleinberg. M. Bildn. Sudrun siehe Nibelungenlied. (Bd. 513.)
Harmonielehre. Von Dr. S. Scholz. (Bd. 560.)
Harmonium f. Tasteninstrum.
Hauptmann, Gerhart. B. Prof. Dr. E. Sulzger-Gebing. Mit 1 Bildn. 2. verb. u. verm. Aufl. (Bd. 283.)
Handn. Mozart, Beethoven. Von Prof. Dr. E. Krebs. 2. Aufl. M. 4 Bildn. (92.)
Hebbel, Friedrich. Von Geh. Hofrat Prof. Dr. D. Waisel. M. 1 Bildn. 2. Aufl. (Bd. 408.)
Helden Sage. Die germanische. Von Dr. F. W. Brünner. (Bd. 486.)
— siehe auch Volkssage.
Homertische Dichtung. Die. Von Rektor Dr. G. Finster. (Bd. 496.)
Jöben, Björnson u. l. Zeitgenossen. Von Prof. Dr. B. Kable. 2. Aufl. v. Dr. G. Morgenstern. M. 7 Bildn. (Bd. 193.)
Impressionismus. Die Maler des 3. Von Prof. Dr. P. Lázár. Mit 32 Abb. u. 1 farb. Tafel. (Bd. 395.)
Instrumente f. Tasteninstrum., Orchester.
Klavier siehe Tasteninstrumente.
Komödie siehe Griech. Komödie.
Kunst. Das Wesen der deutschen bildenden K. Von Geh. Rat Prof. Dr. F. Thode. (Bd. 585.)
— Deutsche K. im dgl. Leben bis zum Schlusse d. 18. Jahrh. V. Prof. Dr. B. Saendke. Mit 63 Abb. (Bd. 198.)
— f. a. Bauk., Bib., Decor., Griech. K.; Pompeii, Stile; Gartenk. Abt. VI.
Kunstpflege in Haus und Heimat. Von Superint. R. Wärtner. 3. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 77.)
Leistung. Von Dr. Ch. Schrempf. Mit einem Bildnis. (Bd. 403.)
Literatur. Entw. d. der deutsch. L. seit Goethes Tod. V. Dr. B. Bredt. (595.)
Leitf. Geschichte d. deutsch. L. f. Claudius. V. Dr. S. Siero. 2. Aufl. (Bd. 254.)
— siehe auch Frauentichtung, Literatur, Minnefang, Volkslied.
Malerei. Die altd. Malerei in Süddeutschland. Von S. Kemis. Mit 1 Abb. i. Text und Bilderhang. (Bd. 464.)
— f. a. Michelangelo, Impression.
Malerei. Die deutsche, im 19. Jahrh. Von Prof. Dr. R. Samann. 2 Bände Text, 2 Bände mit 57 ganzseitigen und 200 halbtätigen Abb., auch in 1 Halberga-mentbd. zu M. 7.— (Bd. 448—451.)
— Niederländische R. im 17. Jahrh. Von Prof. Dr. S. Janzen. Mit 37 Abb. — siehe auch Rembrandt. (Bd. 373.)
Märchen f. Volksmärchen.
Michelangelo. Eine Einführung in das Verständniss seiner Werke. V. Prof. Dr. E. Sildbrandt. Mit 44 Abb. (392.)
Minnefang. Die Liebe im Liebes des deutschen Mittelalters. Von Dr. F. W. Brünner. (Bd. 404.)
Mozart siehe Handn.
Russk. Die Grundlagen d. Tonkunst. Versuch einer entw. d. Musikgesch. Darstell. d. allg. Musiklehre. Von Prof. Dr. S. Nierich. 2. Aufl. (Bd. 178.)
— Musikalische Kompositionsformen. V. S. G. Kallenberg. Band I: Die elementar. Tonverbindungen als Grundlage d. Harmonielehre. Bd. II: Kontrapunkt u. Formenlehre. (Bd. 412, 413.)
— Geschichte der Musik. Von Dr. A. Einstein. (Bd. 438.)
— Beispielsammlung zur älteren Musikgeschichte. V. Dr. A. Einstein. (439.)
— Musikal. Romantik. Die Blütezeit d. m. K. in Deutschland. Von Dr. E. F. Hel. Mit 1 Silhouette. (Bd. 239.)
— f. a. Handn., Mozart, Beethoven, Oper, Orchester, Tasteninstrumente, Wagner.
Rythologie, Germanische. Von Prof. Dr. J. v. Negelein. 2. Aufl. (Bd. 95.)
— siehe auch Volkssage, Deutsche.
Nibelungenlied. Das. u. d. Sudrun. Von Prof. Dr. F. Körner. (Bd. 591.)
Niederländische Malerei f. Malerei.
Novelle siehe Roman.
Oper. Die moderne. Vom Lode Wagners bis zum Weltkrieg (1883—1914) Von Dr. E. F. Hel. Mit 3 Bildn. (Bd. 495.)
— siehe auch Handn., Wagner.
Orchester. D. Instrumente d. O. V. Prof. Dr. Fr. Volbach. M. 60 Abb. (Bd. 384.)
— Das moderne Orchester in seiner Entwicklung. V. Prof. Dr. Fr. Volbach. M. Partiturbesiv. u. Taf. 2. Aufl. (Bd. 308.)
Orgel siehe Tasteninstrumente.
Orionennamen. D. deutsch. V. Geh. Studienrat A. Bähnisch. 2. A. (Bd. 296.)

Perspektiv. Grundzüge der P. nebst An-
 wendungen Von Prof. Dr. R. Doeble-
 mann. Mit 91 Fig. u. 11 Abb. (Wd. 610.)
 Phonetik. Einführ. in d. Ph. Wie wir
 sprechen. Von Dr. E. Richter. Mit
 20 Abb. (Wd. 354.)
 Photographie. Die künstlerische. Ihre Ent-
 wickl., ihre Probl., ihre Bedeutg. B. Dr.
 W. Warhat M. 1 Bilderarb. (Wd. 410.)
 — f. auch Photographie Abt. VI.
 Plastik f. Griech. Kunst, Michelangelo.
 Vortil. Von Dr. R. Müller-Freien-
 jelski. (Wd. 460.)
 Pompeji. Eine hellenist. Stadt in Itali-
 en. Von Prof. Dr. Fr. v. Duhn.
 3. Aufl. M. 62 Abb. i. T. u. auf 1 Taf.,
 sowie 1 Plan. (Wd. 114.)
 Projektionslehre. In kurzer leichtfaßlicher
 Darstellung f. Selbstunterricht, und Schul-
 gebrauch. B. Zeichenl. A. Schudeisck.
 Mit 208 Fig. (Wd. 564.)
 Rembrandt. Von Prof. Dr. B. Schub-
 ring. 2. Aufl. Mit 48 Abb. auf 28 Taf.
 i. Abh. (Wd. 158.)
 Renaissancearchitektur in Italien. Von
 Dr. B. Franzl. 2 Bde. I. M. 12 Taf. u.
 27 Textabb. II. M. Abb. (Wd. 381/382.)
 Rhetorik. Von Rektor Prof. Dr. E. Geiß-
 ler. 2. Bde. 2. Aufl. I. Richtlinien für
 die Kunst des Sprechens. II. Deutsche
 Redekunst. (Wd. 455/456.)
 Roman. Der französische Roman und die
 Novelle. Ihre Geschichte v. d. Anf. b.
 z. Gegenw. Von O. Flate. (Wd. 377.)
 Romantik. Deutsche. B. Geh. Hofrat Prof.
 Dr. O. F. Walzel. 4. Aufl. I. Die
 Weltanschauung. II. Die Dichtung.
 (Wd. 232/233.)
 Sage siehe Heldensage, Mythol., Volkslage.
 Schüler. Von Prof. Dr. Th. Stieglitz.
 Mit 1 Bildn. 3. Aufl. (Wd. 74.)
 Schillers Dramen. Von Programmdirek-
 tor E. Heusermann. (Wd. 493.)
 Schafepaar und seine Zeit. Von Prof. Dr.
 E. Siever. M. 3 Abb. 2. Aufl. (185.)

Sprache. Die Haupttypen des menschl.
 Sprachbaus. Von Prof. Dr. F. R. Hind.
 2. Aufl. v. Prof. Dr. E. Riederer. (288.)
 — Die deutsche Sprache von heute. Von
 Dr. B. Fischer. (Wd. 475.)
 — Fremdwortkunde. Von Dr. Elise
 Richter. (Wd. 570.)
 — siehe auch Phonetik, Rhetorik; ebenis
 Sprache u. Stimme Abt. V.
 Sprachstämme. Die, des Erdkreises. Von
 Prof. Dr. F. R. Hind. 2. Aufl. (Wd. 267.)
 Sprachwissenschaft. Von Prof. Dr. R.
 Sandfeld-Jensen. (Wd. 472.)
 Stille. Die Entwicklungsgeist. b. St. in der
 bild. Kunst Von Dozent Dr. E. Cobu-
 Wiener. 2 Bde. 2. Aufl. I. B. Al-
 tertum bis zur Gotik. M. 66 Abb. II:
 Von der Renaissance bis zur Gegenwart.
 Mit 42 Abb. (Wd. 317/318.)
 Tasteninstrumente. Klavier, Orgel, Har-
 monium. Das Wesen der Tasteninstru-
 mente. B. Prof. Dr. O. Ste. (Wd. 325.)
 Theater. Das Schauspielhaus u. -kunst v.
 griech. Altert bis auf d. Gegenw. B. Prof.
 Dr. Chr. Gerdes. 2 B. 18 Abb. (Wd. 230.)
 Tragedie f. Griech. Tragedie.
 Urheberrecht siehe Abt. VI.
 Volkstüm. Das deutsche über Wesen und
 Werden d. deutschen Volksesanges. Von
 Dr. J. W. Braunier. 5. Aufl. (Wd. 7.)
 Volkswärchen. Das deutsche V. Von Pfar-
 rer A. Spieß. (Wd. 587.)
 Volkslage. Die deutsche. Aberstätt. darge-
 st. v. Dr. O. Bödel. 2. Aufl. (Wd. 262.)
 — siehe auch Heldensage, Mythologie.
 Wagner. Das Kunstwerk Richard W. v. S. Von
 Dr. E. F. H. R. 1 Bildn. 2. Aufl. (330.)
 — siehe auch Musikal. Romantik u. Oper.
 Zeichenkunst. Der Weg z. 3. Ein Wächlein
 für theoretische und praktische Selbstbil-
 dung. Von Dr. E. Weber. 2. Aufl.
 Mit 81 Abb. u. 1 Farbtafel. (Wd. 430.)
 — f. auch Perspektiv. Projektionslehre;
 Geometr. Zeichen Abt. V.
 Zeitungswesen. B. Dr. S. Diez. (Wd. 328.)

IV. Geschichte, Kulturgeschichte und Geographie.

Alpen. Die. Von S. Reishauer. 2., neub.
 Aufl. von Dr. S. Stanar. Mit 26 Abb.
 und 2 Karten. (Wd. 276.)
 Altertum. Das, im Leben der Gegenwart.
 B. Prov.-Schul- u. Geh. Reg.-Rat Prof.
 Dr. F. Cauer. 2. Aufl. (Wd. 356.)
 Amerika. Gesch. d. Verein. Staaten v. A. B.
 Prof. Dr. E. Doenell. 2. A. (Wd. 147.)
 Amerikaner. Die B. R. M. Butler. Ditsch.
 v. Prof. Dr. W. Laszowski. (Wd. 319.)
 — f. Technische Hochschulen, Univerf.
 Amerikas Abt. II.
 Antike Wirtschaftsgeschichte. B. Priv.-Doz.
 Dr. O. Neurath. 2. Aufl. (Wd. 258.)
 Antikes Leben nach den ägyptischen Papiri.
 Von Geh. Hofrat Prof. Dr. Fr. Preis-
 sigke. Mit 1 Tafel. (Wd. 565.)

Arbeiterbewegung f. Soziale Bewegungen.
 Australien und Neuseeland. Land, Leute
 und Wirtschaft. Von Prof. Dr. R.
 Schächner. Mit 23 Abb. (Wd. 366.)
 Babylonische Kultur. Die, i. Verbreit. u. i.
 Nachwirkungen auf d. Gegenw. B. Prof.
 Dr. F. C. Lehmann-Haupt. (Wd. 579.)
 Baltische Provinzen. B. Dr. B. Tornius.
 3. Aufl. M. 8 Abb. u. 2 Kartenst. (Wd. 542.)
 Bauernhaus. Kulturgeschichte des deutschen
 B. Von Hausat Dr.-Ing. Chr. R. and.
 2. Aufl. Mit 70 Abb. (Wd. 121.)
 Bauernhaus. Gesch. d. ditsch. B. B. Prof.
 Dr. F. Gerdes. 2., verb. Aufl. Mit
 22 Abb. i. Text. (Wd. 320.)
 Belgien. Von Dr. B. D. K. Walb. 3. Aufl.
 Mit 5 Karten. (Wd. 501.)

- Dismard und seine Zeit.** Von Professor Dr. S. Valentini. Mit einem Titelbild. 4., durchgef. Aufl. (Bd. 500.)
- Dänen.** Von Prof. Dr. R. F. Kaindl. (Bd. 701.)
- Brandenburg-preuß. Gesch.** Von Kgl. Archivar Dr. Fr. Israel. 2 Bde. I. B. d. ersten Anfängen b. z. Tode Königr. Wilhelms I. 1740. II. Von dem Regierungsantritt Friedrichs d. Gr. bis zur Gegenwart. (Bd. 440/441.)
- Bulgarien.** V. Priv.-Doz. Dr. G. Grothe. (Bd. 597.)
- Bürger im Mittelalter f. Städte.**
- Buzant. Charakterzüge.** Von Dr. phil. R. Dieterich. Mit 2 Bildn. (Bd. 244.)
- Calvin, Johann.** Von Prof. Dr. G. Sodeur. Mit 1 Bildnis. 2. Aufl. (Bd. 247.)
- Christentum u. Weltgeschichte seit der Reformation.** Von Prof. D. Dr. R. Sell. 2 Bde. (Bd. 297/298.)
- Deutsch siehe Bauernhaus, Bauernland, Dorf, Feste, Frauenleben, Geschichte, Handel, Handwerk, Reich, Staat, Städte, Verfassung, Verfassungsgr., Volkskunde, Volkstrachten, Wirtschaftsleben usw.**
- Deutschum im Ausland, Das, vor dem Weltkrieg.** Von Prof. Dr. R. Hoeninge. 2. Aufl. (Bd. 402.)
- Dorf, Das deutsche.** V. Prof. R. Meißner. 2. Aufl. Mit 51 Abb. (Bd. 192.)
- Essen, Die, und der vorgeschichtliche Mensch.** Von Geh. Bergrat Prof. Dr. G. Steinmann. 2. Aufl. Mit 24 Abbildungen. (Bd. 302.)
- Entdeckungen, Das Zeitalter der.** Von Prof. Dr. S. Günther. 3. Aufl. Mit 1 Weltkarte. (Bd. 26.)
- Erde siehe Mensch u. E.**
- Erkunde, Allgemeine.** 8 Bde. Mit Abb. I. Die Erde, ihre Bewegungen u. ihre Eigenschaften (math. Geographie u. Geonomie). Von Admiralitätsrat Prof. Dr. E. Rohlfshütter. (Bd. 625.) II. Die Atmosphäre der Erde (Klimatologie, Meteorologie). Von Prof. D. Paschke. (Bd. 626.) III. Geomorphologie. Von Prof. F. Wachsathel. (Bd. 627.) IV. Hydrogeographie des Südwassers. Von Prof. F. Wachsathel. (Bd. 628.) V. Die Meere. Von Prof. Dr. A. Nees. (Bd. 629.) VI. Die Verbreitung der Pflanzen. Von Dr. Brodmann-Ferrosch. (Bd. 630.) VII. Die Verbreitung d. Tiere. V. Dr. W. Knopff. (Bd. 631.) VIII. Die Verbreitung d. Menschen auf d. Erdoberfläche (Anthropogeographie). V. Prof. Dr. R. Krebs. (Bd. 632.)
- Europa, Vorgeschichte E.s.** Von Prof. Dr. G. Schmidt. (Bd. 571/572.)
- Familienforschung.** Von Dr. E. Deorient. Mit Abb. u. Taf. 2. Aufl. (Bd. 350.)
- Feldherren, Große.** Von Major F. E. Endres. (Bd. 687/688.)
- Feste, Deutsche, u. Volksbräuche.** V. Priv.-Doz. Dr. E. Fehrl. Mit 30 Abb. (Bd. 518.)
- Finland.** Von Rektor F. Ohquist. (700.)
- Französische Geschichte. I.: Das französische Königtum.** Von Prof. Dr. R. Schwemer. (Bd. 574.)
- siehe auch Napoleon, Revolution.
- Braunbewegung, Die moderne. Ein geschichtlicher Überblick.** Von Dr. R. Schürmayer. 2. Aufl. (Bd. 67.)
- Braunleben, Deutsch., i. Wandel d. Jahrhunderte.** Von Geh. Schulrat Dr. E. Otto. 3. Aufl. 12 Abb. i. T. (Bd. 45.)
- Friedrich d. Gr. B. Prof. Dr. F. Bittner auf. 2. H. M. 2. Bildn. (Bd. 246.)**
- Gartenkunst, Gesch. d. G. B. Vaurat Dr.-Ing. Ehr. Rand. M. 41 Abb. (274.)**
- Geographie der Vorkwelt (Paläogeographie).** Von Priv.-Doz. Dr. E. Dacquet. Mit 21 Abb. (Bd. 619.)
- Geologie siehe Abt. V.**
- German. Heldensage f. Heldensage.**
- Germanische Kultur in der Urzeit.** Von Bibliotheksdir. Prof. Dr. G. Steinhäuser. 3. Aufl. Mit 13 Abb. (Bd. 75.)
- Geschichte, Deutsche, im 19. Jahrh. b. z. Reichseinheit.** V. Prof. Dr. R. Schwemer. 3 Bde. I.: Von 1800—1848. Restauration und Revolution. 3. Aufl. (Bd. 37.) II.: Von 1848—1862. Die Reaktion und die neue Ara. 2. Aufl. (Bd. 101.) III.: Von 1862—1871. B. Bund u. Reich. 2. Aufl. (Bd. 102.)
- Christentum, Das G. in seiner geschichtlichen Entwicklung.** Von Prof. Dr. R. o. Scala. Mit 48 Abb. (Bd. 471.)
- Christliche Städte, Kulturbilder aus gr. E. L. Von Professor Dr. E. Siebart. 2. H. M. 23 Abb. u. 2 Tafeln. (Bd. 131.)**
- Handel, Geschichte u. Welthandels.** Von Realgymnasial-Dir. Dr. W. G. Schmidt. 3. Aufl. (Bd. 118.)
- Geschichte des deutschen Handels seit d. Ausgang des Mittelalters. Von Dir. Prof. Dr. W. Laugensbeck. 2. Aufl. Mit 16 Tabellen. (Bd. 237.)
- Handwerk, Das deutsche, in seiner kulturgeschichtl. Entwickl.** Von Geh. Schulrat Dr. E. Otto. 4. Aufl. Mit 33 Abb. auf 12 Tafeln. (Bd. 14.)
- siehe auch Dekorative Kunst Abt. III.
- Haus, Kunstpflege in Haus u. Heimat.** V. Superrint. R. Bärker. 3. Aufl. Mit Abb. (Bd. 77.)
- siehe auch Bauernhaus, Dorf.
- Heidensage, Die germanische.** Von Dr. G. W. Bruhner. (Bd. 486.)
- Hellenist.-röm. Religionsgeschichte f. Abt. I.**
- Japaner, Die, i. d. Weltwirtschaft.** V. Prof. Dr. R. Rathgen. 2. Aufl. (Bd. 72.)
- Jesuiten, Die, Eine hist. Skizze.** Von Prof. Dr. G. Boehmer. 4. Aufl. (Bd. 49.)
- Juden.** Von Prof. Dr. Sten Konow. (Bd. 614.)
- Indogermanenfrage.** Von Dir. Dr. R. Uaahb. (Bd. 594.)
- Internationale Leben, Das, der Gegenwart.** Von Dr. h. c. H. G. Fried. Mit 1 Taf. (Bd. 226.)

Island, d. Band u. d. Volk. V. Prof. Dr. B. Verrmann. M. 9 Abb. (Bd. 461.)
Kaisertum und Papsttum. Von Prof. Dr. A. Hofmeister. (Bd. 576.)
Kartenkunde. Vermessungs- u. K. 6 Bde. Mit Abb. I. Geogr. Ortsbestimmung. Von Prof. Schmauder. (Bd. 606.)
II. Erdmessung. Von Prof. Dr. O. Egger. (Bd. 607.) III. Landmessung. Von Sieuerat Sudow. (Bd. 608.) IV. Ausgleichsrechnung. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. E. Hegemann. (Bd. 609.)
V. Photogrammetrie und Stereophotogrammetrie. Von Dipl.-Ing. H. Lüscher. (Bd. 610.) VI. Kartenkunde. Von Finanzrat Dr.-Ing. A. Egger. 1. Einführung in d. Kartenverständnis. 2. Kartenherstellung (Landesaufn.). (Bd. 611/612.)
Kirche i. Staat u. K.
Kolonialgeschichte, Allgemeine. Von Prof. Dr. F. Keutgen 2 Bde. (Bd. 545/546.)
Kolonien, Die deutschen. (Band u. Leute.) Von Dr. A. Heilborn. 3. Aufl. Mit 28. Abb. u. 8 Karten. (Bd. 98.)
Königtum. Französisches. Von Prof. Dr. R. Schwemer (Bd. 574.)
Krieg und Sieg. Eine kurze Darstellung der mod. Kriegskunst. Von Major a. D. C. F. Endres. (Bd. 519.)
— Kulturgeschichte d. Krieges. Von Prof. Dr. R. Weule. Geh. Hofrat Prof. Dr. E. Wethe, Prof. Dr. W. Schmeidler, Prof. Dr. A. Doren, Prof. Dr. B. Herre. (Bd. 561.)
— Der Dreißigjährige Krieg. Von Dr. Frit. Endres. (Bd. 577.)
— i. auch Feldherren.
Kriegsschiffe. Unsere. Ihre Entstehung u. Verwendung. V. Geh. Mar.-Baur. a. D. C. Krieger. 2. Aufl. v. Geh. Mar.-Baur. Fr. Schürer. M. 60 Abb. (389.)
Luther, Martin L. u. d. dtsche. Reformation. Von Prof. Dr. W. Köhler. M. 1 Bildn. Luthers. 2. verb. Aufl. (Bd. 515.)
— i. auch Von L. zu Bismard.
Marr, Karl. Versuch einer Einführung. Von Prof. Dr. R. Wilbrandt. (621.)
Mensch u. Erde. Skizzen v. den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von Geh. Nat. Prof. Dr. A. Kirchhoff. 4. Aufl. — i. a. Eiszeit; Mensch Abt. V. (Bd. 31.)
Mittelalter. Mittelalterl. Kulturideale. V. Prof. Dr. B. Bedel. I.; Helbenleben. II.; Ritterromantik. (Bd. 292, 293.)
— i. auch Städte u. Bürger i. M.
Moltke, B. Kaiserl. Ottoman. Major a. D. F. C. Endres. Mit 1 Bildn. (Bd. 415.)
Münze. Grundriss d. Münzkunde. 2. Aufl. I. Die Münze nach Wesen, Gebrauch u. Bedeutung. V. Hofrat Dr. A. Luchin v. Ebengreuth. M. 53 Abb. II. Die Münze v. Altertum b. z. Gegenwart. Von Prof. Dr. H. Buchenau. (Bd. 91/657.)
— i. a. Finanzwiss., Geldwesen Abt. VI.
Mythenische Kultur, Die. Von Prof. Dr. F. C. Lehmann-Haupt. (Bd. 581.)

Mythologie i. Abt. I.
Napoleon I. Von Prof. Dr. F. Bitterauf. 3. Aufl. Mit 1 Bildn. (Bd. 195.)
Nationalbewußtsein siehe Volk.
Natur u. Mensch. V. Realgymnasial-Direktor Prof. Dr. M. G. Schmidt. M. 19 Abb. (Bd. 458.)
Naturvölker. Die geistige Kultur der N. V. Prof. Dr. R. F. v. C. u. B. M. 9 Abb. — i. a. Völkertunde, allg. (Bd. 452.)
Neugriechenland. Von Prof. Dr. A. Seisenberg. (Bd. 613.)
Neuseeland i. Australien.
Orient i. Indien, Palästina, Türkei.
Österreich. Ds. innere Geschichte von 1848 bis 1895. V. R. Charma. 3. verb. Aufl. I. Die Vorherrschaft der Deutschen. II. Der Kampf der Nationen. (653/652.)
— Geschichte der auswärtigen Politik ds. im 19. Jahrhundert. V. R. Charma. 2. verb. Aufl. I. Bis zum Sturz Metternichs. II. 1848—1895. (653/654.)
— Österreich innere u. äußere Politik von 1895—1914. V. R. Charma. (655.)
Östmark i. Abt. VI.
Dietrich, Das. V. Prof. Dr. G. Braun. M. 21 Abb. u. 1 mehrf. Karte. (Bd. 367.)
— i. auch Baltische Provinzen, Finnland, Palästina und seine Geschichte. Von Prof. Dr. H. Frh. von Soden. 3. Aufl. Mit 2 Karten, 1 Plan u. 6 Ans. (Bd. 6.)
— V. u. i. Kultur in 5 Jahrtausenden. Nach d. neuest. Ausgrab. u. Forschungen dargestellt. Von Prof. Dr. E. Thomesen. 2. neubearb. Aufl. Mit 37 Abb. (260.)
Papsttum i. Kaisertum.
Papst i. Antikes Leben.
Polarforschung. Geschichte der Entdeckungsreisen zum Nord- u. Südpol v. d. ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. V. Prof. Dr. R. Gassert. 3. Aufl. M. 6 Kart. (Bd. 38.)
Polen. Mit einem geschichtl. Überblick Ab. d. polnisch-ruthen. Frage. V. Prof. Dr. R. F. Kaundl. 2. verb. Aufl. M. 6 Kart. (547.)
Politik. V. Dr. A. Grabowski. (Bd. 537.)
— Unruhen der Weltpolitik. V. Prof. Dr. J. Passagen. 3 Bde. I: 1871 bis 1907. 2. Aufl. II: 1908—1914. 2. Aufl. III. D. polit. Ereign. währ. d. Krieges. (Bd. 553/555.)
— Politische Geographie. Von Prof. Dr. E. Schöne. Mit 7 Kart. (Bd. 353.)
— Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrhundert. Von Prof. Dr. R. F. v. Heigel. 4. Aufl. von Dr. Fr. Endres. (Bd. 129.)
Pompeii, eine hellenistische Stadt in Italien. Von Prof. Dr. Fr. v. Duhn. 3. Aufl. Mit 62 Abb. i. T. u. auf 1 Taf., sowie 1 Plan. (Bd. 114.)
Preussische Geschichte i. Brandenburg-Pr. G. Reaktion und neue Ära i. Gesch., deutsche. Reformation i. Calvin, Luther.
Reich, Das Deutsche R. von 1871 b. z. Weltkrieg. V. Archivar Dr. F. Fraet. (575.)
Religion i. Abt. I.

- Reformation und Revolution siehe Geschichte, deutsche.
- Revolution, Geschichte der Franzöf. N. v. Prof. Dr. Th. Bitter auf 2. Aufl. Mit 8 Bildn. (Bd. 346.)
— 1848, 6 Vorträge. Von Prof. Dr. O. Weber. 3. Aufl. (Bd. 53.)
- Rom, Das alte Rom. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. O. Richter. Mit Silberanhang u. 4 Plänen. (Bd. 386.)
— Soziale Kämpfe i. alt. Rom. V. Privatdozent Dr. E. Bloch. 3. Aufl. (Bd. 22.)
— Roms Kampf um die Welt Herrschaft. V. Prof. Dr. J. Kromayer. (Bd. 368.)
- Ältere Geschichte der A. Von Prof. Dr. R. v. Scala (Bd. 578.)
— siehe auch Hellenist.-röm. Religionsgeschichte Abt. I; Pompeii Abt. II.
- Rusland, Geschichte, Staat, Kultur. Von Dr. A. Luther. (Bd. 563.)
Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit. Von Prof. Dr. O. Weise. 4. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 4.)
— I. a. Buch, Wie ein B. entsteht. Abt. VI. Schmetz, Die. Land, Volk, Staat u. Wirtschaft. Von Reg.- u. Ständerat Prof. Dr. O. Bretzner. Mit 1 Karte. (Bd. 482.)
- Sekrieg s. Kriegsgesch. f.
- Sitten und Gebräuche in alter und neuer Zeit. Von Prof. Dr. E. Samter. (682.)
- Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung. Von G. Mater. 5. Aufl. (Bd. 2.)
— I. a. Marx, Rom; Sozialism. Abt. VI. Staat, St. u. Kirche in ihr. gegenw. Verhältnis seit d. Reformation. V. Pfarrer Dr. phil. A. Pfannkuche. (Bd. 485.)
- Städte, Die. Geogr. betrachtet. V. Prof. Dr. R. Saffert. M. 21 Abb. (Bd. 163.)
— Dicht. Städte u. Bürger i. Mittelalter. V. Prof. Dr. B. Sell. 3. Aufl. Mit zahlr. Abb. u. 1 Doppeltafel. (Bd. 43.)
— Verfassung u. Verwaltung d. deutschen Städte. V. Dr. M. Schmid. (Bd. 466.)
— Historische Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland. V. Reg.-Baum. a. D. A. Erbe. M. 59 Abb. (Bd. 117.)
— I. a. Griech. Städte, Pompeii, Rom.
- Stern Glaube und Sterndeutung. Die Geschichte u. d. Wesen d. Astrologie. Unt. Mitwirk. v. Geh. Rat Prof. Dr. C. Bezold dargestellt. v. Geh. Hofr. Prof. Dr. F. z. V. Pfl. M. 1 Sternk. u. 20 Abb. (Bd. 638.)
- Student, Der Leipziger, von 1409 bis 1909. Von Dr. W. Bruchmüller. Mit 25 Abb. (Bd. 273.)
- Studententum, Geschichte d. deutschen St. Von Dr. W. Bruchmüller. (Bd. 477.)
- Türkei, Die. V. Reg.-Rat B. R. Krause. Mit 2 Karten i. Text und auf 1 Tafel. 2. Aufl. (Bd. 469.)
- Ungarn siehe Österreich.
- Urzeit s. german Kultur in der U.
- Verfassung, Grundzüge der V. des Deutschen Reiches. Von Geheimrat Prof. Dr. E. Löning. 4. Aufl. (Bd. 34.)
- Verfassungsrecht, Deutsches, in geschichtlicher Entwicklung. Von Prof. Dr. E. D. Hubrich. 2. Aufl. (Bd. 86.)
- Vermessungs- u. Kartenkunde s. Kartenk. Volk. Vom deutschen V. zum dt. Staat. Eine Gesch. d. dt. Nationalbewusstseins. V. Prof. Dr. B. Joachimien. (Bd. 511.)
- Völkerkunde, Allgemeine. I: Feuer, Nahrungserwerb, Wohnung, Schmud und Kleidung. Von Dr. A. Heilborn. M. 54 Abb. (Bd. 487.) II: Waffen u. Werkzeuge, Industrie, Handel u. Geld, Verkehrsmittel. Von Dr. A. Heilborn. M. 51 Abb. (Bd. 488.) III: Die artigen Kultur der Naturvölker. Von Prof. Dr. R. Th. Preuß. M. 9 Abb. (Bd. 452.)
- Volkstrümche, deutsche, siehe Feste.
- Volkstämme, Die deutschen, und Landsschichten. Von Prof. Dr. O. Weise. 5., völlig umgearb. Aufl. Mit 30 Abb. i. Text u. auf 20 Taf. u. einer Dialektkarte Deutschlands. (Bd. 16.)
- Volkstrachten, Deutsche. Von Pfarrer R. Spieß. Mit 11 Abb. (Bd. 342.)
- Vom Bund zum Reich siehe Geschichte.
- Von Jena bis zum Wiener Kongress. Von Prof. Dr. G. Koloff. (Bd. 465.)
- Von Luther zu Bismarck. 12 Charakterbild. a. deutscher Gesch. V. Prof. Dr. O. Weber. 2 Bde. 2. Aufl. (Bd. 123/124.)
- Vorgeschichte Europas. Von Prof. Dr. S. Schmidt. (Bd. 571/572.)
- Weltgeschichte s. Christentum.
- Welthandel s. Handel.
- Weltpolitik s. Politik.
- Wirtschaftsgeschichte, Antike. V. Privatdoz. Dr. D. Neurath. 2., umgearb. A. (258.)
— I. a. Antikes Leben u. d. ägypt. Baport.
- Wirtschaftsleben, Deutsches. Auf geogr. Grundl. gesch. V. Prof. Dr. Chr. Gruber. 3. Aufl. V. Dr. S. Reinlein. (42.)
— I. auch Abt. VI.

V. Mathematik, Naturwissenschaften und Medizin.

- Aberglaube, Der, in der Medizin u. s. Gefahr f. Gesundh. u. Leben. V. Prof. Dr. D. v. Hansemann. 2. Aufl. (Bd. 83.)
- Abstammungslehre u. Darwinismus. V. Pr. Dr. R. Hesse. 5. A. M. 40 Abb. (Bd. 39.)
- Abstammungs- und Vererbungslehre. Experimentelle. Von Prof. Dr. E. Lehmann. Mit 26 Abb. (Bd. 379.)
- Abwehrkräfte des Körpers, Die. Eine Einführung in die Immunitätslehre. Von Prof. Dr. med. S. Kammerer. Mit 52 Abbildungen. (Bd. 479.)
- Algebra siehe Arithmetik.
- Ameisen, Die. Von Dr. med. S. Brun. (Bd. 601.)

Anatomie d. Menschen, Die. Prof. Dr. R. v. Bardeleben. 6 Bde. Jeder Bd. mit zahlr. Abb. (Bd. 418/423.) I. Skelet und Gewebe, Entwicklungsgeschichte Der ganze Körper. 3. Aufl. II. Das Skelett. 2. Aufl. III. Das Muskel- u. Gefäßsystem. 2. Aufl. IV. Die Eingeweide (Darm-, Atmungs-, Harn- und Geschlechtsorgane, Haut). 3. Aufl. V. Nervensystem und Sinnesorgane. 2. Aufl. VI. Mechanik (Statik u. Kinetik) d. menschl. Körpers (der Körper in Ruhe u. Bewegung). 2. Aufl. — siehe auch **Wibelreie**.

Quarum, Das. Von E. W. Schmidt. Mit 15 Fig. (Bd. 335.)

Arbeitsleistungen des Menschen, Die. Einführung in d. Arbeitsphysiologie. B. Prof. Dr. S. Borutta u. M. 14 Fig. (Bd. 539.)

— **Berufswahl, Begabung u. Arbeitsleistung in i. gegenl. Beziehungen.** Von B. S. Nuttmann. Mit 7 Abb. (Bd. 522.)

Arithmetik und Algebra zum Selbstunterricht. Von Prof. A. Cranz. 2 Bände. I.: Die Rechnungsarten, Gleichungen 1. Grades mit einer u. mehreren Unbekannten, Gleichungen 2. Grades. 5. Aufl. M. 9 Fig. II.: Gleichungen, Arithmetik u. geometr. Reib., Binomial- u. Rentenrechnung, Komol. Zahlen, Binom. Behrtrag. 4. Aufl. Mit 21 Fig. (Bd. 120, 205.)

Arzmittel und Genußmittel. Von Prof. Dr. O. Schmitzberger. (Bd. 363.)

Arzt, Der. Seine Stellung und Aufgaben im Kulturleben der Gegenwart. Ein Leitfaden der sozialen Medizin. Von Dr. med. M. Fürst. 2. Aufl. (Bd. 265.)

Astronomie, Probleme d. mod. A. V. Prof. Dr. S. Oppenheimer. 11 Fig. (Bd. 355.)

— **Die A. in ihrer Bedeutung für das praktische Leben.** Von Prof. Dr. A. Marcuse. Mit 26 Abb. (Bd. 378.)

— **siehe auch Weltall, Weltbild, Sonne, Mond, Planeten; Sternlaube. Abt. I. Atome, Moleküle und Atome.** B. Prof. Dr. G. Mie. 4. Aufl. M. 8 Fig. (Bd. 58.)

— **I. a. Weltalter.**

Auge, Das, und die Brille. Von Prof. Dr. M. v. Rohr. Mit 84 Abb. u. 1 Taf. 2. Aufl. (Bd. 372.)

Ausgleichsrechnung siehe Kartentunde Abt. IV.

Bakterien, Die, im Haushalt und der Natur des Menschen. Von Prof. Dr. G. Gutzeit. 2. Aufl. Mit 13 Abb. (242.)

— **Die krankheitserregenden Bakterien.** Von Prof. Dr. M. Boehlein. Mit 33 Abb. (Bd. 307.)

— **I. a. Abwehrkräfte, Desinfektion, Pilze, Schädlinge.**

Bau u. Tätigkeit d. menschl. Körpers, Einl. in die Pathologie d. Menschen. B. Prof. Dr. S. Sachs. 4. Aufl. M. 34 Abb. (Bd. 32.)

Begabung i. Arbeitsleistung.

Befruchtungsvorgang, Der, sein Wesen und i. Bedeutung. B. Dr. G. Teichmann. 2. Aufl. M. 9 Abb. u. 4 Doppeltaf. (Bd. 70.)

Bewegungslehre i. Mechan., Aufg. a. d. M. I. Biochemie, Einführung in die B. in elementarer Darstellung. Von Prof. Dr. M. Pöb. Mit 8 Fig. 2. Aufl. v. Prof. S. Friedensthal. (Bd. 352.)

Biologie, Allgemeine, Einführ. i. d. Hauptprobleme d. organ. Natur. B. Prof. Dr. S. Miehe. 2. Aufl. 52 Fig. (Bd. 130.)

— **Experimentelle, Regeneration, Transplantat und verwandte Gebiete.** Von Dr. E. Theising. Mit 1 Tafel und 69 Textabbildungen. (Bd. 337.)

— **siehe a. Abstammungslehre, Bakterien, Befruchtungsvorgang, Fortpflanzung, Lebewesen, Organismen, Schädlinge, Tiere, Urtiere.**

Blumen, Unsere Bl. u. Pflanzen im Garten. Von Prof. Dr. U. Dammmer. Mit 69 Abb. (Bd. 366.)

— **Aufbl. u. Pflanzen i. Zimmer.** B. Prof. Dr. U. Dammmer. 65 Abb. (Bd. 359.)

Blut, Sera, Blutgefäße und Blut und ihre Erkrankungen. Von Prof. Dr. S. Rosin. Mit 18 Abb. (Bd. 312.)

Botanik, B. d. praktischen Lebens. B. Prof. Dr. B. Gillevis. M. 24 Abb. (Bd. 173.)

— **siehe Blumen, Lebewesen, Bilanzen, Pilze, Schädlinge, Wald; Kolonialbotanik, Tabak** Abt. VI.

Brille, Das Auge und die Br. Von Prof. Dr. M. v. Rohr. Mit 84 Abb. und 1 Lichtdrucktafel. 2. Aufl. (Bd. 372.)

Chemie, Einführung in die allg. Ch. B. Studienrat Dr. B. Babinl. M. 24 Fig. (Bd. 582.)

— **Einführung in die organ. Chemie; Naturf. u. künstl. Bilanzen- u. Tierstoffe.** Von Studienrat Dr. B. Babinl. M. 6 Abb. i. Text. 2. Aufl. (Bd. 187.)

— **Einführung i. d. anorganische Chemie.** B. Studienrat Dr. B. Babinl. (598.)

— **Einführung i. d. analyt. Chemie.** B. Dr. F. Rüsberg. 2 Bde. (Bd. 524, 525.)

— **Die künstliche Herstellung von Naturstoffen.** B. Prof. Dr. E. Rüch. (Bd. 674.)

— **Ch. in Küche und Haus.** Von Dr. F. Klein. 4. Aufl. (Bd. 76.)

— **siehe a. Biochemie, Elektrochemie, Luft, Photoch.; Agrilkulturch., Sprengstoffe, Technil. Chem. Abt. VI.**

Chirurgie, Die, unierer Zeit. Von Prof. Dr. F. Feiler. Mit 52 Abb. (Bd. 339.)

Darwinismus, Abstammungslehre und D. Von Prof. Dr. R. Sesse. 5. Aufl. Mit 40 Textabb. (Bd. 39.)

Desinfektion, Sterilisation und Konfervierung. Von Reg.- u. Med.-Rat Dr. O. Solbrig. M. 20 Abb. i. T. (Bd. 401.)

Differentialrechnung unter Berücksichtig. d. prakt. Anwendung in der Technik mit zahlr. Beispielen u. Aufgaben versehen. Von Studienrat Dr. M. Lindow. 2. Aufl. M. 45 Fig. i. Text u. 161 Aufg. (387.)

— **siehe a. Integralrechnung.**

Dynamik i. Mechanik, Aufg. a. d. techn. M. 2. Bd., ebenso Thermodynamik.

Sigzell, Dr. und der vorgezeichnete Mensch. Von Geh. Bergrat Prof. Dr. G. Steinmann. 2. Aufl. Mit 24 Abb. (Bd. 302.)
Elektrochemie. Von Prof. Dr. L. Arndt. 2. Aufl. Mit 26 Abb. (Bd. 234.)
Elektrotechnik, Grundlagen der E. Von Oberingenieur A. Roth. 2. Aufl. Mit 74 Abb. (Bd. 391.)
Energie, D. Lehre v. d. G. B. Oberlehr. A. Stein. 2. Aufl. M. 13 Fig. (Bd. 257.)
Entwicklungsgeschichte d. Menschen. B. Dr. A. Heilborn. M. 60 Abb. (Bd. 383.)
Erde i. Weltentstehung u. -untergang.
Ernährung und Nahrungsmittel. 3. Aufl. von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. R. B. u. d. Mit 6 Abb. i. T. u. 2 Taf. (Bd. 12.)
Experimentalkemie f. Luft usw.
Experimentatshuif f. Buif.
Farben f. Sicht u. F.: i. a. Farben Abt. VI. Sehtslehre f. Statf.
Sortpflanzung, B. und Geschlechtsunter- schiebe d. Menschen. Eine Einführung in die Sexualbiologie. B. Prof. Dr. S. S. ruttan. 2. Aufl. M. 30 Abb. (Bd. 540.)
Garten. Der Klein. Von Redakteur Joh. Schneider. 2. Aufl. Mit 26 Abb. (498.)
 — Der Hausgarten. Von Gartenach- telh B. Schubert. Mit 26 Abb. (Bd. 392.)
 — Siehe auch Blumen, Pflanzen, Gar- tenkunst, Gartenstadtbewegung Abt. VI.
Sehif. Das menschl. f. Ernährung u. Pflege. Von Zahnarzt Fr. Jäger. Mit 24 Abbildungen. (Bd. 229.)
Seitenskrankheiten. B. Geh. Med.-Rat Ober- habsarzt Dr. G. J. Berg. 2. Aufl. (151.)
Seufsmittel siehe Arzneimittel u. Se- ußmittel; Tabak Abt. VI.
Geographie f. Abt. IV.
 — Math. G. f. Mikronomie u. Erdkunde Abt. IV.
Geologie, Allgemeine. Von Geheimem Bergrat Prof. Dr. Fr. Frech. 6 Bde. (Bd. 207/211 u. Bd. 61.) I.: Gullane einst und jetzt. 3. Aufl. Mit Titelbild u. 78 Abb. II.: Gebirgsbau und Erd- bebene. 3., weifentl. erw. Aufl. Mit Titel- bild u. 57 Abb. III.: Die Arbeit des fließenden Wassers. M. 56 Abb. 3. Aufl. IV.: Die Bodenbildung, Mittelgebirgs- formen und Arbeit des Ozeans. Mit 1 Titelbild und 68 Abb. 3., weifentl. erw. Aufl. V.: Steinkohle, Wäßen und Klima der Vorzeit. Mit Titelbild und 49 Abb. 2. Aufl. VI.: Gletscher einst u. jetzt. M. Titelbild u. 65 Abb. 2. Aufl.
 — f. a. Kohlen, Salzlagertät. Abt. VI.
Geometrie, Anatot. G. d. Ebene s. Selbst- unterricht. Von Prof. B. Fran. Mit 55 Fig. (Bd. 504.)
 — Geometr. Zeichen. Von Zeichenlehrer A. Schudeisf. (Bd. 568.)
 — f. a. Mathematik, Prakt. M., Planim., Projektionsl., Stereometr., Trigonometr.
Geomorphologie f. Allgem. Erdkunde.

Seitenskrankheiten. Dr. Ihr Weien, ihre Beschreibung, Bekämpfung u. Verhütung. Für Gebilbten aller Stände bearb. v. Gene- rararzt Prof. Dr. B. Schumburg. 4. Aufl. Mit 4 Abb. u. 1 mehrfarb. Taf. (251.)
Seitenskrankheiten f. Fortpflanzung.
Seitenskrankheiten. Von Obermed.-Rat Prof. Dr. M. v. Gruber. 4. Aufl. Mit 26 Abbildungen. (Bd. 1.)
 — G. für Frauen. Von Dir. Prof. Dr. R. Ballch. Mit 11 Abb. (Bd. 538.)
 — f. a. Abwehrkräfte, Bakterien, Leibschüß.
Seuf. Darstellung. Die. S. Sofrat Prof. Dr. S. Kuzebach. M. 100 Abb. (437.)
Seufhalt siehe Bakterien, Chemie, Des- infektion, Naturwissenschaften, Bbnif.
Seufstiere. Die Stammesgeschichte unterz. B. Von Prof. Dr. C. Keller. 2. Aufl. 2. Aufl. (Bd. 252.)
 — f. a. Kleintierzucht, Tierzucht, Abt. VI.
Seuf. Blutgefäße und Blut und ihre Er- krankungen. Von Prof. Dr. S. Kofin. Mit 18 Abb. (Bd. 312.)
Seufstiere f. Schulhygiene, Stimme.
Seufstismus und Suggestion. Von Dr. E. Trömmner. 2. Aufl. (Bd. 199.)
Seufstismuslehre f. Abwehrkräfte d. Körp.
Seufstmalrechnung. Einführung in die 3. Von Prof. Dr. S. Kowalewff. 2. Aufl. Mit 13 Fig. (Bd. 197.)
Seufstmalrechnung mit Aufgabenammlung. B. Studentat Dr. M. Lindow. 2. Aufl. Mit 13 Fig. (Bd. 673.)
Seufstmal, Der. Von Prof. Dr. B. F. Wistlicenus. 2. Aufl. (Bd. 69.)
Seufst. Die. Wesen, Erzeugung u. Wert. Von Dr. S. W. 45 Abb. (Bd. 311.)
Seufstmatographie f. Abt. VI.
Seufstrierung siehe Desinfektion.
Seufstmal u. and. griffenbild. Tiere. B. Prof. Dr. B. Praag. Mit 45 Abb. (Bd. 231.)
Seufstmal. Ein kurzer Abrif der ärztlichen Verschönerungslehre. Von Dr. J. Saut- del. Mit 10 Abb. im Text. (Bd. 489.)
Seufstmal. Die Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander. Von Prof. Dr. R. Kraepelin. 2. Aufl. M. 132 Abb. I. Der Tiere zueinander. II. Der Pflan- zen zueinander u. zu d. Tier. (Bd. 426/427.)
 — f. a. Biologie, Organismen, Schädlinge, Leibschüßungen, Die. und ihre Bedeutung für die Seufstmal. Von Prof. Dr. R. Jander. 4. Aufl. M. 27 Abb. (Bd. 13.)
 — f. auch Turnen.
Seufst. Das. a. d. Farben. Einführung in die Optik. Von Prof. Dr. S. Graeb. 4. Aufl. Mit 100 Abb. (Bd. 17.)
Seufst. Wasser, Licht und Wärme. Neun Vorträge aus d. Gebiete d. Experiment- alchemie. B. Geh. Reg.-Rat Dr. H. Bloch- mann. 4. Aufl. M. 115 Abb. (Bd. 5.)
Seufststoff. D. u. f. Wertigkeit. B. Prof. Dr. R. Kaiser. 2. Aufl. M. 156. (Bd. 318.)
Seufstmal und Messen. Von Dr. B. Bloch. Mit 34 Abb. (Bd. 385.)
Seufstmal f. Weltfäher.

Mathematik. Einführung in die Mathematik. Von Oberlehrer W. Mendelssohn. Mit 42 Fig. (Bd. 503.)
 — **Math. Formelsammlung.** Ein Wiederholungsbuch der Elementarmathematik. Von Prof. Dr. S. Jakobi. (Bd. 567.)
 — **Naturwissensch. u. M. I. klass. Altertum.** Von Prof. Dr. Joh. L. Heiberg. Mit 2 Fig. (Bd. 370.)
 — **Praktische M.** Von Prof. Dr. R. Neundorff. I. Graphische Darstellungen. Verkürztes Rechnen. Das Rechnen mit Tabellen. Mechanische Rechenhilfsmittel. Kaufmännisches Rechnen i. dgl. Leben. Wahrscheinlichkeitsrechnung. 2. Verb. A. M. 29 Fig. i. L. u. 1 Taf. II. Geom. Zeichnen. Projektionsl. Flächenmessung. Körpermessung. M. 133 Fig. (341. 526.)
 — **Mathemat. Spiele.** V. Dr. W. Ahrens. 3. Aufl. M. Titel u. 77 Fig. (Bd. 170.)
 — **f. a. Arithmetik. Differentialrechnung. Geometrie. Infinitesimalrechnung. Integralrechnung. Perspektive. Planimetrie. Projektionslehre. Trigonometrie. Vektorrechnung. Wahrscheinlichkeitsrechnung.**
Mechanik. Von Prof. Dr. Hamel. 3 Bde. I. Grundbegriffe der M. II. M. d. festen Körper. III. M. d. flüss. u. luftförm. Körper. (Bd. 654/686.)
 — **Aufgaben aus d. techn. Mechanik.** V. Prof. A. Schmitt. M. zahlr. Fig. f. Bewegungs- u. Statik. 166 Auf. u. Bst. II. Dynamik. 140 Aufg. u. Bst. (558/559.)
 — **siehe auch Statik.**
Meer. Das M., i. Erforsch. u. i. Leben. Von Prof. Dr. O. Sars. 3. Aufl. M. 40 Fig. (Bd. 30.)
Mensch u. Erde. Skizzen von den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von Prof. Dr. A. Petzsch. 4. Aufl. (Bd. 31.)
 — **f. auch Eiszeit. Entwicklungsgeichte. Urzeit.**
 — **Natur u. Mensch** siehe Natur.
Menschl. Körper. Bau u. Tätigkeit d. menschl. K. Einführung. i. d. Physiol. d. M. V. Prof. Dr. H. Sachs. 4. Aufl. M. 34 Abb. (32.)
 — **f. auch Anatomie. Arbeitsleistungen. Auge. Blut. Gehör. Herz. Fortpflanzg. Nervensystem. Physiol. Sinne. Verbild.**
Mikroskop. Das. Allgemeinverständlich. dargestellt. Von Prof. Dr. W. Scheffer. Mit 99 Abb. 2. Aufl. (Bd. 35.)
Moleküle u. Atome. Von Prof. Dr. G. Mie. 4. Aufl. Mit Fig. (Bd. 58.)
 — **f. a. Weltäther.**
Mond. Der. Von Prof. Dr. F. Franz. Mit 34 Abb. 2. Aufl. (Bd. 90.)
Nahrungsmittel. f. Ernährung u. M.
Natur u. Mensch. V. Direkt. Prof. Dr. M. G. Schmidt. Mit 19 Abb. (Bd. 458.)
Naturlehre. Die Grundbegriffe der modernen N. Einführung in die Physik. Von Dozent Prof. Dr. F. Auerbach. 4. Aufl. Mit 71 Fig. (Bd. 40.)
Naturphilosophie. Die mod. V. Privatdoz. Dr. J. M. Berwien. 2. Aufl. (Bd. 491.)

Naturwissenschaften. Religion und N. in Kampf u. Frieden. Ein geschichtl. Rückblick. V. Barrer. Dr. M. Pfannkuche. 2. Aufl. (Bd. 141.)
 — **N. und Technik.** Am laufenden Webstuhl d. Zeit. Übersicht Ab. d. Wirkungen d. Natur u. Technik a. d. ges. Kulturleben. V. Prof. Dr. W. Launhardt. 3. Aufl. Mit 3 Abb. (Bd. 23.)
 — **N. u. Math. I. klass. Altert.** V. Prof. Dr. J. L. Heiberg. 2 Fig. (Bd. 370.)
Nerven. Dem Nervensystem, sein. Bau u. sein. Bedeutung für Leib u. Seele in gesund. u. krank. Zustände. V. Prof. Dr. R. Sander. 3. Aufl. M. 27 Fig. (Bd. 48.)
 — **siehe auch Anatomie.**
Optik. Die opt. Instrumente. Lupe, Mikroskop, Fernrohr, photogr. Objektiv u. ihnen verwandte Instr. V. Prof. Dr. M. v. Rohr. 3. Aufl. M. 89 Abb. (88.)
 — **f. a. Auge. Brille. Kinematik. Licht u. Farbe. Mikrosk. Spektroskopie. Strahlen.**
Organismen. D. Welt d. D. In Entwickl. und Zusammenhang dargestellt. Von Oberstudient Prof. Dr. F. Lambert. Mit 52 Abb. (Bd. 236.)
 — **siehe auch Lebewesen.**
Paläozoologie siehe Tiere der Vorwelt.
Perspektive. Die. Grundzüge d. P. nebst Anwendung. V. Prof. Dr. R. Doeblmann. Mit 91 Fig. u. 11 Abb. (Bd. 510.)
Pflanzen. Die Fleischfress. Pfl. V. Prof. Dr. A. Wagner. Mit 82 Abb. (Bd. 344.)
 — **Ans. Blumen u. Pfl. I. Garten.** V. Prof. Dr. U. Dammmer. M. 69 Abb. (Bd. 360.)
 — **Ans. Blumen u. Pfl. I. Zimmer.** V. Prof. Dr. U. Dammmer. M. 65 Abb. (Bd. 359.)
 — **f. auch Botanik. Garten. Lebewesen. Pilze. Schädlinge.**
Pflanzenphysiologie. V. Prof. Dr. S. Moench. Mit 63 Fig. (Bd. 569.)
Photochemie. Von Prof. Dr. G. Rammell. Mit 23 Abb. i. Text u. a. 1 Taf. 2. Aufl. (Bd. 227.)
Photographie f. Abt. VI.
Physik. Derwegang d. mod. Ph. V. Oberl. Dr. H. Keller. M. Fig. 2. Aufl. (343.)
 — **Experimentalphysik. Gleichgewicht u. Bewegung.** Von Geh. Reg.-Rat. Prof. Dr. R. Börsch. M. 90 Abb. (371.)
 — **Physik in Küche und Haus.** Von Prof. S. Veitkamp. M. 51 Abb. (Bd. 478.)
 — **Große Physikler.** Von Prof. Dr. F. A. Schulze. 2. Aufl. Mit 6 Bildn. (324.)
 — **f. auch Energie, Naturlehre, Optik, Relativitätstheorie, Wärme; ebenso Elektrotechnik** Abt. VI.
Physiologie. Ph. d. Menschen. V. Privatdoz. Dr. A. B. Pischke. 4 Bde. I: Allgem. Physiologie. II: Physiologie d. Stoffwechsels. III: Ph. d. Atmung, d. Kreislaufs u. d. Ausscheidung. IV: Ph. der Bewegungen und der Empfindungen. (Bd. 527—530.)
 — **siehe auch Arbeitsleistungen, Menschl. Körper, Pflanzenphysiologie.**

- Bilze, Die.** Von Dr. A. Eichinger. Mit
— 1. a. Bakterien. 164 Abb. (Bd. 334.)
- Planeten, Die.** Von Prof. Dr. B. Peter.
Mit Fig. 2. Aufl. von Dr. G. Räu-
mann. (Bd. 240.)
- Planimetrie u. Selbstunterricht.** V. Prof.
F. Cranz M. 94 Fig. 2. Aufl. (340.)
- Praktische Mathematik f. Mathematiker.**
- Projektionslehre.** In kurzer leichtfaßlicher
Darstellung f. Selbstunterricht u. Schulgebr.
Von Reichen. A. Schudeitsch. Mit
208 Fig. im Text. (Bd. 564.)
- Radium, Das, und die Radioaktivität.** V.
Dr. M. Centner-Szwer. M. 33 Abb.
(Bd. 406.)
- Rechenmaschinen, Die, und das Rechen-
rechnen.** Von Reg.-Rat Dipl.-Ing. R.
Lenz. Mit 43 Abb. (Bd. 490.)
- Relativitätstheorie, Einführung in die.**
Von Dr. B. Bloch. (Bd. 618.)
- Röntgenstrahlen, D. N. u. ihre Anwendung.** V.
Dr. med. G. Budy. M. 85 Abb. i. T.
u. auf 4 Tafeln. (Bd. 556.)
- Sänglingspflege.** Von Dr. E. Kobral.
2. Aufl. Mit Abb. (Bd. 154.)
- Schachspiel, Das, und seine strategischen
Prinzipien.** V. Dr. M. Lange. 3. veränd.
Aufl. Mit 2 Bildn., 1 Schachbretttafel
u. 43 Darst. v. Übungsbispiel. (Bd. 281.)
- Die Haupterretter der Schachspiel-
kunst u. d. Eigenart ihrer Spielführung.
Von Dr. M. Lange. (Bd. 531.)
- Schädlinge, Die, im Tier- u. Pflanzenreich
u. i. Bekämpfung.** V. Geh. Reg.-Rat Prof.
Dr. R. G. Stein. 3. A. M. 36 Fig. (18.)
- Schulhygiene.** Von Prof. Dr. L. Burper-
stein. 3. Aufl. Mit 43 Fig. (Bd. 96.)
- Serualbiologie f. Fortpflanzung, Pflanzen-
Serualtheil.** V. Prof. Dr. H. E. Tiner-
ding. (Bd. 592.)
- Sinne d. Mensch., D. Sinnesorgane u. Sin-
nesempfindungen.** V. Hofrat Prof. Dr.
J. Kreisig. 3. Aufl. M. 30 Abb. (27.)
- Sonne, Die.** Von Dr. A. Krause. Mit
64 Abb. (Bd. 357.)
- Serfrostkapie.** Von Dr. L. Grebe. 2. Aufl.
Mit Abbild. (Bd. 284.)
- Spiel** siehe Mathem. Spiele, Schachspiel.
- Sprache, Entwicklung der Spr. und Deu-
lung ihrer Gebrechen bei Normalen,
Schwachsinnigen und Schwerhörigen.** V.
Lehrer A. Nidel. (Bd. 586.)
- siehe auch Rhetorik, Sprache Abl. III.
- Statik, Mit Einschluß der Festigkeitslehre.**
V. Baugewerkschuldirektor Reg.-Baum.
W. Schan. Mit 149 Fig. i. T. (Bd. 497.)
- siehe auch Mechanik.
- Sterilisation** siehe Desinfektion.
- Stickstoff** f. Luftstickstoff.
- Stimme, Die menschliche St. und ihre
Hygiene.** Von Prof. Dr. P. G. Gerber.
3. veränd. Aufl. Mit 20 Abb. (Bd. 196.)
- Strahlen, Sichtbare u. unsichtb.** V. Prof.
Dr. R. Wörnstein und Prof. Dr. E.
Mardwald. 3. Aufl. von Prof. Dr. G.
Regener. Mit Abb. (Bd. 64.)
- Suggestion, Hypnotismus und Suggestion.**
V. Dr. E. Tröchner. 2. Aufl. (Bd. 199.)
- Süßwasser-Plankton, Das.** V. Prof. Dr.
O. Scharinas. 2. A. 57 Abb. (Bd. 156.)
- Thermodynamik** f. Abt. VI.
- Tiere, L. der Norwelt.** Von Prof. Dr. O.
Abel. Mit 31 Abb. (Bd. 399.)
- Die Fortpflanzung der L. V. Prof.
Dr. R. Goldschmidt. Mit 77 Abb.
(Bd. 253.)
- Tierkunde, Eine Einführung in die
Zoologie. Von Privatdozent Dr. R.
Henning. Mit 31 Abb. (Bd. 142.)
- Lebensbedingungen und Verbreitung
der Tiere. Von Prof. Dr. D. Raab.
Mit 11 Karten und Abb. (Bd. 139.)
- Zwiergeist der Geißler in der
Tierwelt (Dimorphismus). Von Dr. Fr.
Knauer. Mit 37 Fig. (Bd. 148.)
- f. auch Aquarium, Bakterien, Haus-
tiere, Korallen, Lebewesen, Schädlinge,
Urtiere, Vogelleben, Vogelzug, Wirbel-
tiere.
- Tierzucht** siehe Abt. VI: Kleintierzucht,
Tierzucht.
- Trigonometrie, Ebene, u. Selbstunterricht.** V.
Prof. F. Cranz. 2. Aufl. M. 50 Fig.
(Bd. 431.)
- Sphärische Tr. Von Prof. F. Cranz.
(Bd. 605.)
- Tuberkulose, Die, Wesen, Verbreitung,
Ursache, Verhütung und Heilung.** Von
Generalarzt Prof. Dr. B. Schumburg.
2. Aufl. M. 1 Taf. u. 8 Fig. (Bd. 47.)
- Turnen.** Von Oberl. F. Ehardt. Mit
1 Bildnis Jabas. (Bd. 583.)
- f. auch Leibesübungen, Anatomie d.
Menschen Bd. VI.
- Arterie, Die, Einführung i. d. Wissen-
schaft vom Leben.** Von Prof. Dr. R. Gold-
schmidt. 2. A. M. 44 Abb. (Bd. 160.)
- Arzt, Der Mensch d. U. Vier Vorlesung,
aus der Entwicklungsgeschichte des Men-
schenaeschlechts.** Von Dr. A. Heilborn.
3. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 62.)
- Bektarrechnung, Einführung in die.** Von
Prof. Dr. F. Jung. (Bd. 668.)
- Berbildungen, Körperliche, im Kindesalter
u. ihre Verhütung.** Von Dr. M. David.
Mit 26 Abb. (Bd. 321.)
- Berbung, Ers. Abstammgs.- u. B.-Lehre.**
Von Prof. Dr. E. Lehmann. Mit 20
Abbildungen. (Bd. 379.)
- Geistige Veranlagung u. B. Von Dr.
phil. et med. G. Sommer. (Bd. 512.)
- Vogelleben, Deutsches, Zugleich als
Erfassungsbuch für Vogelreunde.** V. Prof.
Dr. A. Reigt. 2. Aufl. (Bd. 221.)
- Vogelzug und Vogelzug.** Von Dr. B. R.
Ehardt. Mit 6 Abb. (Bd. 218.)
- Wahrscheinlichkeitsrechnung, Einführ. in
die.** Von Prof. Dr. R. Sappan-
schitsch. (Bd. 580.)
- Wald, Der dtische.** V. Prof. Dr. S. Haus-
rat. 2. Aufl. M. Viberan. u. 2. Karten.
— siehe auch Holz Abt. VI. (Bd. 153.)

Wärme. Die Lehre v. d. W. S. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. H. Bödenlein. Mit Abb. 2. Aufl. v. Prof. Dr. A. Wigand. (172.)
 — f. a. Luft, Wärmestrommach., Wärmelehre, techn. Thermodynamik Abt. VI.
Wasser. Das. Von Geh. Reg.-Rat Dr. D. Anselmino. Mit 44 Abb. (Bd. 291.)
Weidwerk. D. dtsch. B. Forstwir. S. Forst. v. Nordenflicht. R. Titels. (Bd. 436.)
Weltall. Der Bau des B. Von Prof. Dr. J. Scheiner. 4. A. M. 26 Fig. (Bd. 24.)
Weltalter und Materie. Von Prof. Dr. G. Me. Mit Fig. 4. Aufl. (Bd. 59.)
 — f. auch Kometen.
Weltbild. Das astronomische B. im Wandel der Zeit. Von Prof. Dr. S. Oppenheim. 2. Aufl. Mit 19 Abb. (Bd. 110.)
 — siehe auch Astronomie.
Weltentstehung. Entstehung d. B. u. d. Erde nach Sage u. Wissensch. V. Prof. Dr. R. B. Weinstein. 2. Aufl. (Bd. 223.)

Weltuntergang. Untergang der Welt und der Erde nach Sage und Wissenschaft. V. Prof. Dr. R. B. Weinstein. (Bd. 470.)
Wetter. Unter B. Eine Einführung in die Klimatologie Deutschl. an d. Hand v. Wetterkarten. 2. Aufl. V. Dr. R. Henning. Mit Abb. (Bd. 349.)
 — Einführung in die Wetterkunde. Von Prof. Dr. S. Weber. 3. Aufl. von Wind und Wetter. Mit 28 Fig. u. 3 Taf. (Bd. 55.)
Wirbeltiere. Vergleichende Anatomie der Stimmorgane der B. Von Prof. Dr. B. Lubowich. Mit 107 Abb. (Bd. 282.)
Zahnheilkunde siehe Gebiß.
Zellen- und Gewebelehre siehe Anatomie des Menschen. Biologie.
Zoologie f. Abstammungsl., Aquarium, Biologie, Schädlinge, Tiere, Urtiere, Vogelleben, Vogelzug, Weidwerk, Wirbeltiere.

VI. Recht, Wirtschaft und Technik.

Agrilkulturchemie. Von Dr. B. Krusche. Mit 21 Abb. (Bd. 314.)
Angriffsliste siehe Kaufmännische A.
Antike Wirtschaftsgeschichte. V. Priv.-Doz. Dr. D. Reurath. 2., umgearb. A. (258.)
 — siehe auch Antikes Leben Abt. IV.
Arbeitskreis und Arbeiterversicherung. S. Geh. Hofrat Prof. Dr. O. v. Brieden-Südenhorst. 2. Aufl. (78.)
Arbeitsleistungen des Menschen. Die Einführung in d. Arbeitsphysiologie. V. Prof. Dr. S. Borzuta. M. 14 Fig. (Bd. 539.)
 — Berufswahl, Begabung u. A. in ihren gegenseitigen Beziehungen. Von W. J. Ruttmann. Mit 7 Abb. (Bd. 522.)
Arzneimittel und Genußmittel. Von Prof. Dr. D. Schmiedeberg. (Bd. 363.)
Arzt. Der. Seine Stellung und Aufgaben im Kulturleben der Gegenwart. Von Dr. med. R. Fürst. (Bd. 265.)
Automobil. Das. Eine Einf. in d. Bau d. heut. Personen-Kraftwagens. V. Ob.-Ing. R. H. Lau. 3., überarb. Aufl. M. 98 Abb. u. 1 Titelbild. (Bd. 166.)
Baukunde f. Eisenbetonbau.
Baufunk siehe Abt. III.
Beleuchtungsweisen. Das moderne. Von Ing. Dr. S. Lur. M. 54 Abb. (Bd. 433.)
Bergbau. Von Bergassessor F. B. Wedding. (Bd. 467.)
Bewegungslehre f. Mechanik. Aufg. a. b. M.
Bierbrauerei. Von Dr. A. Bau. Mit 47 Abb. (Bd. 333.)
Bilanz f. Buchhaltung u. B.
Blumen. Anf. Bl. u. Pfl. i. Garten. Von Prof. Dr. R. Dammer. Mit 69 Abb. (Bd. 360.)
 — Anf. Bl. u. Pfl. i. Zimmer. V. Prof. Dr. A. Dammer. M. 65 Abb. (Bd. 359.)
 — siehe auch Garten.
Brauerei f. Bierbrauerei.

Buch. Wie ein B. entsteht. V. Prof. A. W. Unger. 4. Aufl. M. 7 Taf. u. 26 Abb. im Text. (Bd. 175.)
 — f. a. Schrift- u. Buchwesen Abt. IV.
Buchhaltung u. Bilanz. Kaufm., und ihre Beziehungen z. buchhalter. Organisation, Kontrolle u. Statistik. V. Dr. P. Gerüner. Mit 4 schemat. Darstell. 2. Aufl. (Bd. 507.)
Chemie in Küche und Haus. Von Dr. J. Klein. 4. Aufl. (Bd. 76.)
 — f. auch Agrilkulturchemie, Elektrochemie, Farben, Sprengstoffe, Technik; ferner Chemie Abt. V.
Dampfessel siehe Feuerungsanlagen.
Dampfmaschinen. Die. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 2 Bde. I: Wirkungsweise des Dampfes im Kessel und in der Maschine. 4. Aufl. M. 37 Abb. (Bd. 393.)
 II: Ihre Gestaltung und Verwendung. 2. Aufl. Mit 105 Abb. (Bd. 394.)
Desinfektion. Sterilisation und Konservierung. Von Reg.- u. Med.-Rat Dr. O. Solbrig. Mit 20 Abb. (Bd. 401.)
Deutsch f. Handel, Handwerk, Landwirtschaft, Verfassung, Weidwerk, Wirtschaftsleben. Zivilprozeßrecht; Reich Abt. IV.
Drahte und Kabel. Ihre Anfertigung und Anwend. in d. Elektrotechnik. V. Telegr.-Insb. S. Veld. M. 43 Abb. (Bd. 285.)
Dynamik f. Mechanik. Aufg. a. b. M. 2. Bd., ebenso Thermodynamik.
Eisenbahnwesen. Das. Von Eisenbahnbau- u. Betriebsinsp. a. D. Dr.-Ing. E. Biermann. 2. Aufl. M. 56 Abb. (144.)
Eisenbetonbau. Der. B. Dipl.-Ing. E. Gaimovici. 2. Aufl. M. Abb. u. 38 Skizzen sowie 8 Rechnungsbeisp. (Bd. 275.)
Eisenhüttenwerken. Das. Von Geh. Berg-Prof. Dr. S. Wedding. 5. Aufl. v. Bergassessor F. B. Wedding. M. Fig. (20.)

- Elektrische Kraftübertragung.** Die. B. Ing. P. Rohm. Mit 137 Abb. (Bd. 424.)
Elektrodynamik. Von Prof. Dr. R. Arndt. Mit 38 Abb. (Bd. 234.)
Elektrotechnik. Grundlagen d. E. B. Obering. u. Rottg. 2. Aufl. Nr. 74 Abb. (391.)
— f. auch Drähte u. Kabel. Telegraphie.
Erbrecht. Testamenterrichtung und G. Von Prof. Dr. F. Leonhard. (Bd. 429.)
Ernährung u. Nahrungsmittel f. Abt. V. Farben u. Farbstoffe. J. Erzeug. u. Verwend. G. Dr. A. Bart. 31 Abb. (Bd. 483.)
— siehe auch Ncht. Abt. V.
Fernbrechtechnik f. Telegraphie.
Feuerungsanlagen, Industr. u. Dampfkesel. B. Ing. J. C. Mayer. 88 Abb. (Bd. 348.)
Finanzwissenschaft. Von Prof. Dr. E. P. Alimann. 2 Bde. 2. Aufl. I. Abt. Teil. II. Besond. Teil. (Bd. 549—550.)
— siehe auch Geldwesen.
Funkentelegraphie siehe Telegraphie.
Fürsorge siehe Kriegsbeschädigtenfürsorge, Kinderfürsorge.
Garten. Der Kleingarten. 3. Hauptschriftl. Joh. Schneider. 2. Aufl. Mit Abb. (Bd. 498.)
— Der Vorgarten. Von Gartenarchitekt W. Schubert. Mit Abb. (Bd. 502.)
— siehe auch Blumen.
Gartenkunst. Gesch. d. G. B. Baurat Dr. Ing. Chr. Rand. M. 41 Abb. (Bd. 274.)
Gartenkabinettbewegung. Die. Von Landeswohnungsinvestor Dr. S. Kampffmeier. 2. Aufl. M. 43 Abb. (Bd. 259.)
Gefängniswesen f. Verbrechen.
Geldwesen. Zahlungsverkehr u. Vermögensverwaltung. Von G. Maier. 2. Aufl. (398.)
— f. a. Finanzwissenschaft.; Münze Abt. IV.
Genußmittel siehe Arzneimittel und Genussmittel, Tabak.
Geschäfte. Von Generalmajor a. D. R. Bahn. (Bd. 365.)
Gewerblicher Rechtsschutz i. Deutschland. B. Patentamt. B. Toltsdorf. (Bd. 138.)
— siehe auch Urheberrecht.
Graphische Darstell. Die. B. Hofrat Prof. Dr. F. Auerbach. M. 100 Abb. (Bd. 437.)
Handel. Geschichte d. Welt. Von Reichsmassialdirektor Dr. M. G. Schmidt. 3. Aufl. (Bd. 118.)
— Geschichte des deutschen Handels. Seit d. Ausgang des Mittelalters. Von Dr. Prof. Dr. W. Langenbeck. 2. Aufl. Mit 16 Tabellen. (Bd. 237.)
Handfeuerwaffen. Die. Entwickl. u. Techn. B. Major R. Weiß. 69 Abb. (Bd. 364.)
Handwerk. D. deutsche. In f. Kulturgeschichte. Entwickl. B. Geh. Schulr. Dr. E. Otto. 4. Aufl. M. 33 Abb. auf 12 Taf. (Bd. 14.)
Haushalt f. Chemie, Desinfektion, Garten, Jurisprudenz, Hyg., Nahrungsmittel Abt. IV; Bakterien Abt. V.
Hauserbau siehe Baukunde, Beleuchtungs- wesen, Heizung und Lüftung.
Hebzeuge. Hilfsmittel zum Heben fester, flüssiger und gasf. Körper. Von Geh. Bergat Prof. R. Vater. 2. Aufl. Nr. 67 Abb. (Bd. 196.)
Heizung und Lüftung. Von Ingenieur J. C. Mayer. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)
Holz. Das D., seine Bearbeitung u. seine Verwendung. B. Ing. J. C. Grosmann. Mit 39 Originalabb. f. Z. (Bd. 473.)
Hötelwesen. Das. Von H. Damm- Etienne. Mit 30 Abb. (Bd. 331.)
Hüttenwesen siehe Eisenhüttenwesen.
Japaner. Die. i. d. Weltwirtschaft. B. Prof. Dr. R. Rathgen. 2. Aufl. (Bd. 72.)
Immunitätslehre f. Abwehrkräfte Abt. V.
Ingenieurtechnik. Schöpfungen d. J. der Kreuzzeit. Von Geh. Regierungsrat R. Sittel. Mit 32 Abb. (Bd. 28.)
Instrumente siehe Optische J.
Kabel f. Drähte und K.
Kälte. Die. ihr Wesen, ihre Erzeugung und Bewertung. Von Dr. S. Alt. Mit 45 Abb. (Bd. 311.)
Kaufmann. Das Recht des K. Ein Leit- faden f. Kaufleute, Studier u. Juristen. B. Justizrat Dr. M. Strauß. (Bd. 409.)
Kaufmännischer Angestellter. D. Recht d. K. Von Justizrat Dr. M. Strauß. (Bd. 361.)
Kinderfürsorge. Von Prof. Dr. Chr. J. Plunier. (Bd. 620.)
Kinematographie. Von Dr. S. Lehmann. Mit Abb. 2. Aufl. von Dr. W. Mertel. (Bd. 358.)
Klein- u. Straßenbahnen. Die. B. Obering. a. D. Oberlehrer U. Siebmann. Mit 85 Abb. (Bd. 322.)
Kleintierzucht. Die. Von Hauptpfleiler Joh. Schneider. Mit 59 Fig. i. Text u. auf 6 Tafeln. (Bd. 604.)
— siehe auch Tierzucht.
Kohlen. Unsere. B. Bergass. B. Kukul. Mit 60 Abb. i. Text u. 3 Taf. (Bd. 396.)
Kolonialbotanik. Von Prof. Dr. F. Töb- ler. Mit 21 Abb. (Bd. 184.)
Kolonisation. Innere. Von A. Bren- ning. (Bd. 261.)
Konfervierung siehe Desinfektion.
Konsumgenossenschaft. Die. Von Prof. Dr. F. Staudinger. (Bd. 222.)
— f. auch Mittelstandsbewegung, Wirt- schaftliche Organisationen.
Kraftanlagen siehe Feuerungsanlagen und Dampfkesel, Dampfmaschine, Wärme- kraftmaschine, Wasserkraftmaschine.
Kraftübertragung. Die elektrische. Von Ing. P. Rohm. Mit 137 Abb. (Bd. 424.)
Krieg. Kulturgeschichte d. K. B. Prof. Dr. R. Weule, Geh. Hofrat Prof. Dr. E. Wethe, Prof. Dr. W. Schmeidler, Prof. Dr. A. Doren, Prof. D. B. Serre. (Bd. 561.)

Kriegsbeschädigtenfürsorge. In Verbindung mit Med.-Rat. Oberstabsarzt u. Chefarzt Dr. Rebenstich, Gewerbe-Inspektor S. Bad, Direktor des Städt. Arbeitsamts Dr. P. Schlotter herausgegeben von Dr. S. Kraus, Leiter des Städt. Fürsorgeamts für Kriegshinterbliebene in Frankfurt a. M. Mit 2 Abbildungstafeln. (Bd. 525.)

Kriegsschiffe. Unsere. Ihre Entstehung und Verwendung. Von Geh. Marinebaurat a. D. C. Krieger. 2. Aufl. von Marinebaurat Fr. Schürer. Mit 63 Abbildungen. (Bd. 332.)

Kriminalistik. Moderne. Von Amtsrichter Dr. G. Hellwig. M. 18 Abb. (Bd. 476.)

— I. a. Verbrechen, Verbrecher.

Küche siehe Chemie in Küche und Hauswirtschaft. Die. V. Dr. W. Claassen. 2. Aufl. M. 15 Abb. u. 1 Karte. (215.)

— I. auch Textilurchemie, Kleintierzucht, Luftschiff, Tierzucht; Haus-tiere, Tierkunde Abt. V.

Landwirtschaft. Maschinenteile. V. Prof. Dr. G. Fischer. 2. Aufl. M. 155 (316.)

Luftfahrt. Die, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und ihre technische Entwicklung. Von Dr. R. Rimschäfer. 3. Aufl. v. Dr. Fr. Suth. M. 60 Abb. (Bd. 304.)

Luftschiff. Der. u. i. Verw. V. Prof. Dr. R. Kaiser. M. 13 Abb. (Bd. 313.)

Leistung, Heizung und L. Von Ingenieur J. E. Maner. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)

Mary, Karl. Versuch einer Einführung. Von Prof. Dr. H. Bilbrandt. (621.)

— I. auch Sozialismus.

Maschinen i. Hebezeuge. Dampfmaschine, Landwirtschaftl. Maschinenteile, Wärmekraftmasch., Wasserkraftmasch.

Maschinenelemente. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 2. A. M. 175 Abb. (Bd. 301.)

Mäße und Messen. Von Dr. W. Bloch. Mit 34 Abb. (Bd. 385.)

Mechanik. V. Prof. Dr. G. Hamel. 3 Bde. I. Grundbegriffe d. M. II. M. der festen Körper. III. M. d. Flüss. u. luftförm. Körper. (Bd. 684/686.)

— Aufgaben aus der technischen M. f. d. Schul- u. Selbstunterricht. V. Prof. R. Schmitt. M. Jahr. Fig. I. Bewegungsl. Statik. 156 Aufg. u. Lösungen. II. Dynam. 140 A. u. Löf. (Bd. 558/559.)

Messen siehe Maße und Messen.

Metalle. Die. Von Prof. Dr. R. Scheib. 3. Aufl. Mit 11 Abb. (Bd. 29.)

Miete. Die, nach d. BGB. Ein Handb.-lein f. Juristen, Mieter u. Vermieter. V. Justizrat Dr. R. Strauß. (194.)

Mikroskop. Das. Gemeinverständlich dargestellt von Prof. Dr. W. Scheffer. 2. Aufl. Mit 99 Abb. (Bd. 35.)

Milch. Die, und ihre Produkte. Von Dr. A. Reib. Mit 16 Abb. (Bd. 362.)

Mittelhandelsbewegung. Die moderne. Von Dr. J. Rüsselmann. (Bd. 417.)

— siehe Konsumgenoss., Wirtschaftl. Org., Nahrungsmittel I. Abt. V.

Naturwissensch. u. Techn. Am sauf. Bedenkt d. Zeit. überi. Ab. d. Wirken. d. Entw. d. R. u. L. a. d. gei. Kulturleb. V. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. W. Launhardt. 3. Aufl. Mit 3 Abb. (Bd. 23.)

Nautik. Von Dir. Dr. J. Rüller. M. 58 Abb. (Bd. 255.)

Optische Instrumente. Die. Lupe, Mikroskop, Fernrohr, photogr. Objektiv u. ihnen verw. Inst. Von Prof. Dr. R. v. Rohr. 3. Aufl. M. 89 Abb. (Bd. 88.)

Organisationen. Die wirtschaftlichen. Von Prof. Dr. E. Lederer. (Bd. 428.)

Östmark. Die. Eine Einführ. i. d. Probleme ihrer Wirtschaftsgesch. Hrsg. von Prof. Dr. W. Ritscherlich. (Bd. 351.)

Patente u. Patentrecht i. Gewerbl. Rechtssch. Verpetuum mobile. Das. V. Dr. Fr. Schaf. Mit 38 Abb. (Bd. 462.)

Photogenie. Von Prof. Dr. G. Kämmerell. 2. Aufl. Mit 23 Abb. I. Text u. auf 1 Tafel. (Bd. 227.)

Photographie. Die, ihre wissenschaftlichen Grundlagen u. i. Anwendung. V. Dr. D. Prellinger. 2. Aufl. Mit 15 Abb. (414.)

— Die künstlerische Ph. V. Dr. W. Barbat. Mit Bilderaub. (2 Tafeln.) (416.)

— Angewandte Liebhaber-Photographie, ihre Technik und ihr Arbeitsfeld. Von Dr. W. Barbat. Mit 15 Abb. (Bd. 535.)

Physik in Küche und Haus. Von Prof. Dr. S. Speilam v. M. 51 Abb. (Bd. 478.)

— siehe auch Physik in Abt. V.

Postwesen. Das. Von Kaiserl. Oberpostrat D. Stehlik. 2. Aufl. (Bd. 182.)

Rechenmaschinen. Die, und das Maschinenrechnen. Von Reg.-Rat Dipl.-Ing. R. Lenz. Mit 43 Abb. (Bd. 490.)

Recht siehe Erbrecht, Gewerbl. Rechtssch., Kaufm. Angeh., Urheberrecht, Verbrechen, Kriminalistik, Verfassungsrecht, Zivilprozessrecht.

Rechtsprobleme. Moderne. V. Geh. Justizrat Prof. Dr. J. Kohler. 3. Aufl. (Bd. 128.)

Salzlagerküsten. Die deutschen. Ihr Vorkommen, ihre Entstehung und die Bewertung ihrer Produkte in Industrie und Landwirtschaft. Von Dr. C. Riemann. Mit 27 Abb. (Bd. 407.)

— siehe auch Geologie Abt. V.

Schiffen siehe Kriegsschiffe.

Schmuck. Die, u. d. Schmucksteinindustrie. V. Dr. A. Eybler. M. 64 Abb. (Bd. 376.)

Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung. Von G. Vater. 5. Aufl. (Bd. 2.)

— I. a. Arbeiterschug u. Arbeiterversicher., Sozialismus, Gesch. der sozialist. Ideen I. 19. Jrd. B. Privatdoz. Dr. Fr. R. u. d. I. 2. A. I. D. ration. Soz. II. Frouhoun u. d. entwicklungsgeschichtl. Soz. (Bd. 269, 270.)

- Sozialismus** siehe auch Marx; Rom, Soziale Kämpfe im alten Rom. Abt. IV.
Spinnerrei, Die. Von Dr. Prof. M. Lehmann. Mit 35 Abb. (Bd. 338.)
 Sprengstoffe, Die, ihre Chemie u. Technologie. V. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. R. Vledermann. 2. Aufl. M. 12 Fig. (286.)
Staat siehe Abt. IV.
Statist. Mit Einschluß der Festigkeitslehre. Von Reg.-Baum. Bauingenieur v. Sch. A. Sch. u. M. 149 Fig. i. T. (Bd. 497.)
— siehe auch Mechanik, Aufg. a. d. M. I.
Statistik. V. Prof. Dr. S. Schott. (442.)
 Strafe und Verbrechen, Geschichte u. Organik d. Gefängniswes. V. Strafanstaltsdir. Dr. med. P. Pollig. (Bd. 323.)
 Straßenbahnen, Die Klein- u. Straßenb. Von Oberingenieur a. D. Oberlehrer A. Viehmann. M. 82 Abb. (Bd. 322.)
 Tabak, Der, Anbau, Handel u. Verarbeitung. V. Jac. Wolf. M. 17 Abb. (Bd. 416.)
 Technik, Die chemische. Von Dr. A. Müller. Mit 24 Abb. (Bd. 191.)
 Telegraphie, Das Telegraphen- u. Fernsprechwesen. Von Kaiserl. Oberpostrat D. Sieblitt. 2. Aufl. (Bd. 133.)
— Telegraphen- und Fernsprechtechnik in ihrer Entwicklung. V. Oberpost-Insb. S. Bria. 2. A. Mit 65 Abb. (Bd. 235.)
— Die Funkentelegr. V. Telegr.-Insb. S. Thurn. 4. Aufl. M. 51 Abb. (Bd. 167.)
— siehe auch Drähte und Kabel.
 Testamenterrichtung und Erbrecht. Von Prof. Dr. F. Leonhard. (Bd. 429.)
 Thermodynamik, Praktische, Aufgaben u. Beispiele zur mechanischen Wärmelehre. Von Geh. Bergrat Prof. Dr. R. Vater. Mit 40 Abb. i. Text u. 3 Taf. (Bd. 596.)
— siehe auch Wärmelehre.
 Tierzucht, Von Tierzucht-Direktor Dr. G. Wildsdorf. Mit 40 Abb. im Text und 12 Taf. 2. Aufl. (Bd. 369.)
— siehe auch Kleintierzucht.
 Uhr, Die, Grundlagen u. Technik d. Zeitmessg. V. Prof. Dr.-Ing. S. Bod. 2., umgearb. Aufl. Mit 55 Abb. i. T. (216.)
 Urheberrecht, Das Recht an Schrift- und Kunstwerken. Von Rechtsanw. Dr. R. Mothes. (Bd. 435.)
— siehe auch gewerblich. Rechtsschutz.
 Verbrechen, Strafe und V. Geschichte u. Organisation d. Gefängniswesens. V. Strafanst.-Dir. Dr. med. P. Pollig. (Bd. 323.)
— Moderne Kriminalistik. V. Amtsrichter Dr. A. Hellwig. M. 18 Abb. (Bd. 476.)
 Verbrechen, Die Psychologie des V. (Kriminalpsych.) V. Strafanstaltsdir. Dr. med. P. Pollig. 2. A. M. 5 Diagr. (Bd. 248.)
— i. a. Handschriftenbeurt. Abt. I.
 Verfassung, Grundz. d. V. d. Deutsch. Reiches. V. Geheimrat Prof. Dr. E. Loening. 4. Aufl. (Bd. 34.)
 Verfassung, und Verwaltung der deutschen Städte. Von Dr. M. Schmid. (466.)
— Deutsch. Verfassung. i. geschichtl. Entwickl. V. Dr. Dr. E. H. u. b. r. i. c. h. 2. A. (Bd. 80.)
 Verkehrsmitteilung, i. Deutschl. 1800 bis 1900 (fortsetz. b. i. Segenwart). Vorträge über Deutschlands Eisenbahnen u. Stummengassenstraßen und ihre Entwicklung und Verwaltung mit ihrer Bedeutung f. d. heutige Volkswirtschaft. Von Prof. Dr. W. Bog. 4. Aufl. (Bd. 15.)
 Versicherungsweisen, Grundzüge des V. (Privatversicher.). V. Prof. Dr. phil. et jur. A. Manes. 3. Aufl. (Bd. 105.)
 Waffentechnik siehe Handfeuerwaffen.
 Wald, Der deutsche. V. Prof. Dr. Hausen. 2. Aufl. V. Silberan u. Kart. (Bd. 153.)
 Wärmekraftmaschinen, Die neueren. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 2. Bde. I: Einführung in die Theorie u. d. Bau d. Gasmasch. 5. Aufl. M. 42 Abb. (Bd. 21.)
II: Gaserzeuger, Großgasmasch., Dampf- u. Gasturb. 4. Aufl. M. 43 Abb. (Bd. 86.)
— siehe auch Kraftanlagen.
 Wärmelehre, Einführ. i. d. techn. (Thermodynamik). Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. M. 40 Abb. i. Text. (Bd. 518.)
— i. a. auch Thermodynamik.
 Wasser, Das. Von Geh. Reg.-Rat Dr. D. Kaelin-Linno. Mit 44 Abb. (Bd. 291.)
— i. a. Luft, Wass. Licht, Wärme Abt. V.
 Wasserkraftmaschinen, Die, u. b. Ausfühg. d. Wasserkräfte V. Kauf. Geh. Reg.-Rat A. v. Böhmering. 2. A. M. 57 Abb. (Bd. 228.)
 Weidwerk, Das deutsche. V. Forstmeister G. Frhr. v. Nordenflicht. M. Tielbild. (Bd. 436.)
 Weinbau und Weinbereitung. Von Dr. F. Schmitt-Henner. 34 Abb. (Bd. 332.)
Welthandel siehe Handel.
 Wirtschaftsgeographie Von Prof. Dr. F. Heiderich. (Bd. 633.)
 Wirtschaftsgesch. i. Antike W., Skandinav.
 Wirtschaftsleben, Deutsch. Aufgeograph. Grundl. gesch. v. Prof. Dr. Chr. Gruber. 3. A. v. Dr. S. Reinlein. (42.)
— Die Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens i. letzten Jahrh. V. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. V. Bohle. 3. A. (57.)
— Deutschl. Stellung i. d. Weltwirtschaft. V. Prof. Dr. V. Arndt. 2. A. (Bd. 179.)
— Die Japaner in d. Weltwirtschaft. V. Prof. Dr. R. Rathgen. 2. A. (Bd. 72.)
 Wirtschaftlichen Organisationen, Die. Von Prof. Dr. E. Leberer. (Bd. 428.)
— i. Konjunkturges., Mittelstandsbeweg.
 Zeichen, Techn. Von Prof. Dr. S. Hartmann. (Bd. 548.)
 Zeitungsweisen. V. Dr. S. Diez. (Bd. 328.)
 Zivilprozeßrecht, Das Deutsche. Von Justizrat Dr. M. Strauß. (Bd. 315.)

==== Weitere Bände sind in Vorbereitung. ====

Druck von B. G. Teubner in Dresden

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Die besten Einführungen in die Hauptwissensgebiete bietet in den inhaltlich vollständig in sich abgeschlossenen und einzeln erhältlichen Bänden

DIE KULTUR DER GEGENWART IHRE ENTWICKLUNG UND IHRE ZIELE HERAUSGEGEBEN VON PROF. PAUL HINNEBERG

Eine systematisch aufgebaute, geschichtlich begründete Gesamtdarstellung unserer heutigen Kultur, die eine Zahl erster Namen aus Wissenschaft und Praxis vereint und Darstellungen der einzelnen Gebiete jeweils aus der Feder des dazu Berufensten in gemeinverständlicher, künstlerisch gewählter Sprache auf knappstem Raume bietet.

VERLAG VON B. G. TEUBNER IN LEIPZIG UND BERLIN

I. Teil. Die geisteswissenschaftlichen Kulturgebiete.

1. Hälfte. Religion und Philosophie, Literatur, Musik und Kunst (mit vorangehender Einleitung zu dem Gesamtwerk). [14 Bände.]

(* erschienen.) In Halbfranz geb. jeder Band 6 Mark mehr.

- *Die allgemeinen Grundlagen der Kultur der Gegenwart. (I, 1.) 2. Aufl. M. 18.—, M. 20.—
Die Aufgaben und Methoden der Geisteswissenschaften. (I, 2.)
- *Die Religionen des Orients und die altgermanische Religion. (I, 3, 1.) 2. Auflage. M. 8.—, M. 10.—
Die Religionen des klassischen Altertums. (I, 3, 2.)
- *Geschichte der christlichen Religion. Mit Einleitung: Die israelitisch-jüdische Religion. (I, 4, 1.) 2. Auflage. M. 18.—, M. 20.—
- *Systematische christliche Religion. (I, 4, 2.) 2. Auflage. M. 6.60, M. 8.—
- *Allgemeine Geschichte der Philosophie. (I, 5.) 2. Auflage. M. 14.—, M. 16.—
- *Systematische Philosophie. (I, 6.) 2. Auflage. M. 10.—, M. 12.—
- *Die orientalischen Literaturen. (I, 7.) M. 10.—, M. 12.—
- *Die griechische und lateinische Literatur und Sprache. (I, 8.) 3. Aufl. M. 12.—, M. 14.—
- *Die osteuropäischen Literaturen und die slawischen Sprachen. (I, 9.) M. 10.—, M. 12.—
Die deutsche Literatur u. Sprache. (I, 10.)
- *Die romanischen Literaturen u. Sprachen. Mit Einschluß des Keltischen. (I, 11, 1.) M. 12.—, M. 14.—
Englische Literatur und Sprache, skandinavische Literatur und allgemeine Literaturwissenschaft. (I, 11, 2.)
Die Musik. (I, 12.)
Die orientalische Kunst. Die europäische Kunst des Altertums. (I, 13.)
Die europäische Kunst des Mittelalters und der Neuzeit. Allgemeine Kunstwissenschaft. (I, 14.)

II. Teil. Die geisteswissenschaftlichen Kulturgebiete.

2. Hälfte. Staat und Gesellschaft, Recht und Wirtschaft. [10 Bände.]

- Völker-, Länder- u. Staatenkunde. (II, 1.)
- *Allgemeine Verfassungs- und Verwaltungsgeschichte. (II, 2, 1.) M. 10.—, M. 12.—
Staat und Gesellschaft des Orients von den Anfängen bis zur Gegenwart. (II, 3.)
- *Staat und Gesellschaft der Griechen und Römer. (II, 4, 1.) M. 8.—, M. 10.—
Staat und Gesellschaft Europas im Altertum und Mittelalter. (II, 4, 2.)
- *Staat und Gesellschaft der neueren Zeit (bis zur Französischen Revolution). (II, 5, 1.) M. 9.—, M. 11.—
Staat und Gesellschaft der neuesten Zeit (v. Beg. d. Franz. Revol.) (II, 5, 2.)
- System der Staats- und Gesellschaftswissenschaften. (II, 6.)
- *Allgemeine Rechtsgeschichte. I. Hälfte. (II, 7, 1.) M. 9.—, M. 11.—
- *Systematische Rechtswissenschaft. (II, 8.) 2. Auflage. M. 14.—, M. 16.—
Allgemeine Wirtschaftsgeschichte mit Geschichte der Volkswirtschaftslehre. (II, 9.)
- *Allgem. Volkswirtschaftslehre. (II, 10, 1.) 2. Auflage. M. 7.—, M. 9.—
Spezielle Volkswirtschaftslehre. (II, 10, 2.)
System der Staats- und Gemeindevirtschaftslehre (Finanzwissenschaft). (II, 10, 3.)

Teuerungszuschläge auf sämtliche Preise 30% einschließlich 10% Zuschlag der Buchhandlung

Probeheft mit Inhaltsübersicht des Gesamtwerkes, Probeabschnitten, Inhaltsverzeichnissen und Besprechungen umsonst und postfrei durch B.G. Teubner, Leipzig, Poststr. 3

Deutschland und der Friede

Notwendigkeiten und Möglichkeiten deutscher Zukunft

erörtert von Dr. Gertrud Bäumer · Dr. W. Beumer · Silvio Broedrich · Prof. Dr. S. Dade · Univ.-Prof. E. Dänell · Prof. Dr. R. Davidsohn · A. Dix · Major a. D. Fr. C. Endres · Oberstleutnant Direktor Prof. Dr. S. Gaudig · Geh. Rat Univ.-Prof. R. Hampe · Ingenieur J. Hendrichs · Geh. Rat Univ.-Prof. S. Hertner · Prof. Dr. E. Jäcks · Prof. Dr. H. Jannasch · Dr.-Ing. Roenemann · Dr. P. Lensch · Vizeadmiral C. v. Maltzahn · Geh. Rat Univ.-Prof. S. Nauck · Geh. Hofrat Univ.-Prof. S. Piloty · Dr. A. Pohle · Univ.-Prof. R. Rathgen · Univ.-Prof. J. Salomon · Axel Schmidt · Univ.-Prof. R. Sieger · Wirtl. Geh. Rat Erz. H. Solf · Univ.-Prof. R. Stählin · Dr. R. von den Steinen · Prof. Dr. G. Steinhausen · Th. Wanner · Geh. Rat Univ.-Prof. S. Waentig · Dr. L. Wegener · Univ.-Prof. W. Wygodzinski · Geh. Rat Prof. S. Zoepfl

hrsg. unter Mitw. von Prof. O. Hoffmann von Geh. Hofrat Prof. W. Goeh
Etwa 500 S. gr. 8. Geh. ca. M. 10.—, (Fidp.-Ausg. ca. M. 10.—), geb. ca. M. 12.—

Inhaltsübersicht: I. Kriegursachen und Kriegsziele. — II. Grundfragen des Friedens: Völkerfrieden. (Abrüstung, Freiheit der Meere und Schiedsgerichte.) Nationalitätenfrage. (Das Selbstbestimmungsrecht.) Wirtschaftskrieg und Wirtschaftsfrieden. Militärische Notwendigkeiten: Allgemeines — zu Lande — zur See. — III. Einzelfragen des Friedens: Mitteleuropa. Die Kolonien. Österreich-Ungarn. Türkei. Bulgarien. Der Balkan. Russland. Finnland. Die Ostseeprovinzen und Estland. Polen. Die Ukraine. England. Frankreich. (Das Erbreech von Triest.) Italien. Belgien. (Das politische Problem. Die slawische Frage. Das wirtschaftliche Problem.) Die Vereinigten Staaten. Mittel- und Südamerika. Ostasien. — IV. Der deutsche Friede: Kriegsergebnisse und Folgerungen. Die geschichtliche Bedeutung des Krieges. — V. Die deutsche Zukunft: Die äußere Politik. Das Auslandsdeutschtum. Das Finanzwesen. Die Landwirtschaft. Handel, Industrie und Handwerk. Die Arbeiterfrage. Beamte und freie Berufe. Die Frau. Die innere Politik.

Von deutscher Art und Kunst

Eine Deutschkunde. Herausgegeben von Dr. W. Hoffstaetter.
Mit 32 Tafeln, 2 Karten u. 8 Abb. Geh. M. 4.50

„Ich möchte sagen, dem unbefangenen Leser tut sich in diesem knappen Buche das deutsche Wunder auf, Welch ein Reichtum des von unserem Volke Geschaffenen, welch eine Fülle des Packeren und Wissenswerten! Zu rühmen ist auch die Fülle prächtiger Abbildungen, die dem billigen Buche beigegeben sind, sowie das Verzeichnis von Werken, die dem Weiterstrebenden manchen guten Hinweis geben.“ (Konsero. Monatschrift.)

Geschichte der deutschen Dichtung

Von Dr. Hans Köhl. 2. Aufl. Geh. M. 3.—, Geschenkausgabe M. 4.—

„Mit großem Geschick weiß der Verf. in knappen Worten einen Zeitabschnitt, das Wirken einer Persönlichkeit trefflich zu charakterisieren, ein Dichtwerk zu analysieren oder die Beziehung zwischen Leben und Werken bei dem einzelnen Dichter hervorzuheben.“ (Südwestdeutsche Schulbl.)

Sr. Baumgarten, Sr. Poland, R. Wagner:

Die hellenische Kultur

3., stark vermehrte Auflage. Mit 479 Abbild., 9 bunten, 4 einfarbigen Tafeln, einem Plan und einer Karte. Geh. M. 10.—; geb. M. 12.50

Die hellenistisch-römische Kultur

Mit 440 Abb., 11 Taf., 4 Karten u. Plänen. Geh. M. 10.—, geb. M. 12.50

„Was dem Werke einen hohen Wert verleiht, ist neben dem reichen, vorzüglich verarbeiteten Inhalte die geradezu glänzende, mit allen Mitteln der modernen Illustrationstechnik geschaffene Ausstattung.“ (Schweizerische Rundschau.)

Feuerungszuschläge auf sämtl. Preise 30% einschließl. 10% Zuschlag der Buchhandlung

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Teubners Künstlersteinzeichnungen

Wahlfeile farbige Originalwerke erster deutscher Künstler fürs deutsche Haus
Die Sammlung enthält jezt über 200 Bilder in den Größten 100×70 cm (M. 2.50), 75×55 cm
(M. 6.—), 103×41 cm u. 60×50 cm (M. 5.—), 55×42 cm (M. 4.50), 41×30 cm (M. 3.—)
Rahmen aus eigener Werkstatt in den Bildern angepassten Ausführungen äußerst preiswürdig.

R. W. Diefenbachs Schattenbilder

„Per aspera ad astra“

„Göttliche Jugend“

Album, die 34 Teile d. s. vollst. Wandtisches
fortf. wiederg. (20¹/₂×25 cm) M. 15.—
Teilbilder als Wandtische (42×80 cm)
je M. 5.—, (37×8 cm) je M. 1.25
lehtere u. Glas m. Leinwd. Einf. je M. 4.—

2 Mappen, 1. 2. Aufl., mit je 20 Blatt
(25¹/₂×34 cm) je M. 8.—
Einzelbilder je M. —.75
unter Glas u. Leinwandeing. je M. 9.—

Karl Bauers Federzeichnungen

Führer und Helden im Weltkrieg. Einzelne Blätter (28×36 cm) M. —.75,
Liebhaberausgabe M. 1.25, 2 Mappen, enthaltend je 12 Blätter, je . . . M. 3.—

Charakterköpfe 7. deutschen Geschichte. Mappe, 32 Bl. (28×36 cm) M. 6.95,
12 Bl. M. 3.50, Einzelblätter M. —.85. Liebhaberausgabe auf Karton geteilt M. 1.25

Aus Deutschlands großer Zeit 1813. In Mappe, 16 Bl. (28×36 cm) M. 4.50,
Einzelblätter M. —.85. Liebhaberausgabe auf Karton geteilt . . . M. 1.25
Rahmen zu den Blättern passend von M. 4.— bis M. 7.—

Scherenschnitte von Rolf Winkler

1. Reihe: „Aus der Kriegszeit“. 6 Blätter, Scherenschnitte des Künstlers wiedergebend,
1. Abschied des Landwehrmannes. 2. Auf der Wacht. 3. In Feuerstellung. 4. Stipatrouille.
5. Treue Kameraden. 6. Am Grabe des Kameraden.

Auf Kart. m. verschiedenfarb. Tonunterdruck: Einz. M. 1.25, 6 Bl. in Mappe M. 5.—
Unter Glas in Leinwand-Einfassung: M. 4.—. In Mahagonirähmchen: M. 7.—

Deutsche Kriegsheiben

Scheibenbilder erster Münchener Künstler wie v. Vestregger, J. Diez, E. Gräbner,
H. v. Habermann, Th. Th. Heine, A. Jank, v. Jügel u. a. Sie bringen köstlich
humorvolle, zumeist auf den Krieg bezügliche Darstellungen, wie den groß-
mäuligen Engländer, die Entente, „Russen-Invasion“, U 21 auf der Jagd, u. a. und sind
zur Schießausbildung und als Zimmerschmuck gleich geeignet und wertvoll.

Preis je ca. M. 1.50. Auf Pappe mit grünem Kranz je ca. M. 1.80. Auf Holz
mit grünem Kranz je ca. M. 5.50. — Bei größeren Besten ermäßigen sich die Preise.
Als 12er Scheiben (Platten) Stück 15 Pf., 12 Stück M. 1.—

Postkartenausgaben

Jede Karte 15 Pf., Reihe von 12 Karten in Umschlag M. 1.50, jede Karte unter Glas
mit schwarzer Einfassung und Schnur M. 1.—

Teubners Künstlersteinzeichnungen in 11 Reihen (davon 50 versch. Motive auch u. Glas in
ovalen Rahmen je M. 2.—, in eckigen Holzrähmchen je M. 2.25). Bauers Führer u. Helden in
2 Reihen. Winklers Scherenschnitte, 6 Kart. in Umschl. M. —.80. Kriegsheiben-Karten
in 2 Reihen (diese nicht mit Einl. käuflich). Denkwürdige Stätten aus Nordfrankreich.

12 Karten nach Orig.-Lithogr. von K. Lohr. Diefenbachs Schattenbilder in 6 Reihen
(diese auch in viereckigen oder ovalen Holzrähmchen zu je M. 2.25 bzw. M. 2.50). Aus dem
Kinderleben, 6 Karten nach Bleistiftzeichn. von Hela Peters. 1. Der gute Bruder.
2. Der böse Bruder. 3. Wo drückt der Schuh? 4. Schmeißelkäthen. 5. Püppchen, aufgepösel!

6. Große Wäsche. In Umschl. M. —.50. Schattenrisstafeln von Gerda Luise Schmidt:
1. Reihe: Spiel u. Tanz, Fest im Garten, *Blumenoratel, Die kleine Schürerin, Belauschter Dichter,
Kattensänger von Hameln. 2. Reihe: *Die Freunde, *Der Besuch, Im Grünen, *Reisenspiel,
*Ein Frühlingstausch, *Der Liebesbrief. 3. Reihe: *Der Brief an „Ihn“, *Annäherungsversuch,
*Am Spineti, *Weim Wein, *Ein Märchen, *Der Geburtstag. Jede Reihe in Umschl. M. —.80

* Diese Schattenrisstafeln von Gerda Luise Schmidt auch als Bilder im Format
20×15 cm je M. —.50. In Mahagonirähmchen m. Glas einschl. Bild je M. 5.50

Vollst. Kat. f. künstl. Wandschm. m. farb. Wiederg. v. ü. 200 Bl. geg. Einsendg. v. 75 Pf.
(Ausl. 85 Pf.) Ausf. Verz. d. Postkartenausg. umsonst. Beide v. Verlag in Leipzig, Poststr. 3.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



I-301511



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000295874