

HANDBUCH FÜR BIOLOGISCHE ÜBUNGEN

VON

ROF. DR. PAUL RÖSELER UND
DIREKTOR DER LUISENSCHULE
ZU BERLIN

HANS LAMPRECHT
OBERLEHRER AN DER FRIEDRICHS-WERDER-
SCHEN OBERREALSCHULE ZU BERLIN

ZOOLOGISCHER TEIL

MIT 467 TEXTFIGUREN



BERLIN
VERLAG VON JULIUS SPRINGER
1914

ISBN-13:978-3-642-90311-3 e-ISBN-13:978-3-642-92168-1
DOI: 10.1007/978-3-642-92168-1

Alle Rechte, insbesondere
das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

Copyright 1914 by Julius Springer in Berlin.
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1914

Vorwort.

Mit der Abfassung des vorliegenden Werkes haben wir einen lange gehegten Plan zur Ausführung gebracht. Die Anregung zur Verwirklichung dieses Planes verdanken wir der Verlagsbuchhandlung. Weihnachten 1908 haben wir mit der Firma Julius Springer die nötigen geschäftlichen Vereinbarungen getroffen. Während der fünf Jahre, die seitdem verflossen sind, haben wir Gelegenheit gehabt, das Entgegenkommen des Verlages und seine Bereitwilligkeit, auf alle unsere Wünsche einzugehen, in reichem Maße schätzen zu lernen. Es ist uns daher eine angenehme Aufgabe, bei der Vollendung des Werkes der Verlagsbuchhandlung unseren herzlichsten Dank auszusprechen zu können.

Die Erfahrungen, die in unserem Buche niedergelegt sind, haben wir zu einem Teile aus biologischen Schülerübungen gewonnen. Der Erstunterzeichnete leitete biologische Übungen in seiner früheren Dienststellung am Königstädtischen Realgymnasium zu Berlin von Ostern 1905 bis Michaelis 1913; er gehört somit zu den ersten, die überhaupt biologische Schülerübungen betrieben haben. Der Endesunterzeichnete ist von Ostern 1908 an mit der Leitung biologischer Übungen betraut und hat bereits in der wissenschaftlichen Beilage zum Programm der Friedrichs-Werderschen Oberrealschule von Ostern 1909 über die während eines Semesters in den biologischen Übungen behandelten Pensen berichtet.

Während uns die biologischen Schülerübungen Gelegenheit gaben, hauptsächlich über die Grenzen des Erreichbaren wertvolle Studien zu machen, die uns bei der Abfassung des Werkes in mannigfacher Weise zu gute kamen, haben wir den eigentlichen Inhalt desselben vorwiegend aus den Erfahrungen entnommen, die wir bei der Leitung der vom Kgl. Provinzial-Schul-Kollegium in der alten Urania veranstalteten praktischen Kurse haben sammeln können. Der Erstunterzeichnete hat die zoologischen Übungen in diesen Kursen von der Gründung des Institutes Ostern 1899 an geleitet. Als die Kurse im Laufe der Jahre sich weiter entwickelten und an Inhalt und Umfang beständig wuchsen, so daß die Kraft eines Einzelnen zu einer erfolgreichen Leitung der zoologischen Übungen nicht mehr ausreichte, trat der Endesunterzeichnete Ostern 1905 als Mitarbeiter hinzu. — Aber nicht nur praktische Erfahrungen haben wir aus den Kursen gewonnen; die Arbeit mit den jungen und alten Kollegen, insbesondere die Arbeit mit den Kollegen, die bei Gelegenheit der Ferienkurse aus allen Provinzen unseres engeren Vaterlandes hier zusammenkamen, zeigte uns

auch die Notwendigkeit, ein Werk wie das vorliegende zu schaffen, aus dem ein jeder alles entnehmen könnte, was für die Schülerübungen irgend verwendbar wäre.

So gedenken wir dankbar der Kurse, der reichen Erfahrungen, die wir mit gleichstrebenden Kollegen bei vielen Gelegenheiten austauschen konnten, und der Erfahrungen, die uns die Kurse in praktischer Hinsicht gewährt haben. Wir wollen an dieser Stelle aber auch nicht versäumen, der Erinnerung an den heimgegangenen Geh. Reg.-Rat Dr. Otto Vogel, mit Schwalbe Schöpfer der praktischen Kurse, Worte des Dankes zu widmen. Vogel hat es verstanden, als die Kurse noch in ihren Anfängen waren und die unzureichenden Mittel oft nur unzulängliche Erfolge gestatteten, immer wieder anzuspornen und anzuregen, bis schließlich durch wiederholte Gewährung größerer Mittel, die Vogel mit unermüdlichem Bemühen zu erlangen mußte, die Kurse so ausgestaltet werden konnten, daß es uns möglich geworden ist, Hunderten von jungen und alten Kollegen, wie wir aus ihrem eigenen Munde wissen, wertvolle Unterstützung in ihren Arbeiten und Bestrebungen zu gewähren.

Wie schon gesagt, soll das vorliegende Werk ein Hilfsmittel sein bei der Leitung biologischer Übungen. Es soll jedem Kollegen die Möglichkeit gewähren, sich über das zu informieren, was etwa in biologischen Übungen gearbeitet werden kann und was erreichbar ist. Auch soll es Anregungen geben zu eigener Tätigkeit. Es soll aber nicht Vorschriften darüber geben, wie biologische Übungen gestaltet werden müssen, und was ihr Inhalt sein soll. Wie der Einzelne die Übungen einrichtet und was er auswählt, das bleibt den persönlichen Wünschen und Neigungen überlassen. Unsere Meinung ist es jedenfalls nicht, daß der Inhalt des Buches in der gegebenen Anordnung und in dem gegebenen Umfang auch Inhalt der Übungen werden muß. Es besteht die Möglichkeit allerdings, fast sämtliche Kapitel ganz oder in Auswahl zum Gegenstande der Übungen zu machen, denn ein sehr großer Teil des Inhaltes ist von uns selbst in Schülerübungen erprobt worden. Nur wenige Kapitel (z. B. die Reizversuche) sind in der Hauptsache nur für den Lehrer bestimmt, und nur wenige Methoden (z. B. einige schwierigere histologische Methoden) eignen sich nicht zur Verwendung in den Übungen selbst; aber auch diese sind geeignet, Material für die Übungen gewinnen zu lassen. — Es sei hier gleich bemerkt, daß eine Anzahl von histologischen Methoden, die für die Übungen empfohlen werden, sich aber nicht innerhalb einer Übung erledigen lassen, natürlich von dem Leiter der Übungen so vorzubereiten sind, daß für die Schüler nur noch die in der Übung selbst mögliche Arbeit bleibt. Ebenso sei hier darauf hingewiesen, daß wir im allgemeinen die Herstellung von Dauerpräparaten schildern und diese auch als das zweckmäßigste empfehlen. Bei Arbeiten an Paraffinmaterial kann ja nichts anderes als das Dauerpräparat das Ziel der Arbeit sein; in allen anderen Fällen kann man sich selbstverständlich auch mit dem Momentanpräparat begnügen. Die Herstellung derartiger Präparate ist nicht überall im einzelnen beschrieben, kann aber nach den in dem Buche gemachten Angaben in keinem Falle Schwierigkeiten begegnen.

Was die Art der Darstellung betrifft, so haben wir uns absichtlich, um den Umfang des Buches in engen Grenzen zu halten, meist nur auf die Beschreibung der Beobachtungen, also auf die Wiedergabe der tatsächlichen Befunde beschränkt und haben die biologische Deutung der Tatsachen im allgemeinen nicht gegeben oder doch nur andeutungsweise darauf hingewiesen. Wir haben zwar mit Bedauern Verzicht geleistet auf eine reizvollere Gestaltung des Textes, haben uns dabei aber auch von dem Gedanken leiten lassen, daß ein sehr großer Teil der Erklärungen sich bei aufmerksamer Arbeit von selbst ergibt, andere so bekannt sind, daß uns ein Eingehen darauf überflüssig schien, daß endlich die an manchen Stellen gegebenen kurzen Hinweise ausreichend sein könnten.

Hinsichtlich der Anordnung des Stoffes sei bemerkt, daß wir wohl im großen und ganzen, aber durchaus nicht in allen Einzelheiten den Prinzipien der Systematik gefolgt sind, wobei wir vom Niederen zum Höheren aufgestiegen sind. Es lag uns daran, in sich einheitliche und geschlossene Kapitel zu schaffen, und eben deshalb haben wir auf eine strenge Durchführung der Systematik verzichtet. Auch in den einzelnen Abschnitten sind wir vielfach von der systematischen Reihenfolge abgewichen und haben bisweilen den Abschnitt statt mit der systematisch am tiefsten stehenden mit einer hochstehenden Form eingeleitet. Für derartige Abweichungen von der natürlichen Regel sind stets praktische Gründe maßgebend gewesen. So beginnen wir z. B. den Abschnitt „Würmer“ mit dem stets leicht erhältlichen und auch zur makroskopischen Präparation geeigneten Regenwurm. Ähnliche Gründe waren bei der Anordnung der Protozoen maßgebend usw.

Von den 467 Abbildungen sind nur 28 anderen Werken oder Firmenkatalogen entnommen (nämlich die Figg. 1—7, 14, 20—22, 27, 52, 59—70, 90, 93 und 94). Die übrigen 439 Figuren sind von uns nach eigenen Präparaten hergestellt worden. 28 von diesen Figuren (86—88, 145—150, 155, 156, 161—166, 173—177, 181—186) wurden ursprünglich für den Verlag von Winkelmann u. Söhne angefertigt; wir sind dem genannten Verlage für die Überlassung zu dem vorliegenden Werke dankbar. Fünf von den Figuren (121, 285, 377, 408 und 425), die zur Erläuterung der vielfach behandelten „Gefrierschnitte“ dienen sollen, sind aus einer großen Anzahl von photographischen Aufnahmen ausgewählt, die Herr Oberlehrer Dr. Seelmann und Herr Oberlehrer Hirschlaff in zeitraubender Arbeit für uns hergestellt haben. Wir sprechen den genannten Herren für ihre Mühewaltung unseren Dank aus. Ebenso benutzen wir diese Gelegenheit, Herrn Schlächtermeister Friedrich in Ahrensfelde bei Berlin herzlich zu danken für die Überlassung einer großen Menge wertvollen Materiales, welches wir uns in gleicher Vollkommenheit nur mit großen Umständen hätten beschaffen können.

Wir haben uns bemüht, die Illustrierung gleichmäßig zu gestalten; an manchen Stellen sind wir absichtlich sehr ins Einzelne gegangen, um recht deutlich zu zeigen, wie weit man in der Ausnutzung des Materials gehen kann. An anderen Stellen konnten wir die gewünschte volle Gleichmäßigkeit in der Beigabe von Abbildungen nicht erzielen. Die

nähere Betrachtung der Abbildungen wird aber, so hoffen wir, zeigen, welcher Anstrengungen es bedurft hat, um das Gebotene zu erreichen und wird die vorhandenen Lücken erklärlich scheinen lassen. In der Ausführung der Abbildungen haben wir, wo es anging, nicht nur die Darstellung des tatsächlichen Befundes vor Augen gehabt, sondern auch auf die Präparationsart Bedacht genommen und durch Angabe von Punktlinien auf die weitere Schnittführung hingewiesen.

Dem Zeichnen selbst, dieser für Übungen so wichtigen Betätigung, haben wir im Texte nur einen geringen Raum gewährt. Wir haben uns darauf beschränkt, mehrfach auf die Bedeutung des Zeichnens hinzuweisen und möchten auch an dieser Stelle betonen, daß wir es für selbstverständlich halten, die Schüler so viel wie irgend möglich zur Anfertigung einfacher Skizzen sowohl bei makroskopischen als auch bei mikroskopischen Arbeiten anzuhalten.

Wie aus der Fassung des Titels hervorgeht, ist es unsere Absicht, diesem zoologischen Teile einen botanischen Teil folgen zu lassen. Auch gedenken wir, in Kürze eine kleine Ausgabe, die für die Hand des Schülers bestimmt sein soll, zu veranstalten.

Zum Schlusse richten wir an alle Kollegen, die das Buch zu benutzen gedenken, die Bitte, uns etwaige Wünsche in bezug auf eine weitere Ausgestaltung und Verbesserung des Buches gütigst mitteilen zu wollen, und sprechen die Hoffnung aus, daß unsere Arbeit recht vielen Kollegen Unterstützung und Nutzen gewähren, und ihr Scherflein zur weiteren Verbreitung und Ausgestaltung der biologischen Übungen beitragen möge.

Berlin, Weihnachten 1913.

Röseler.

Lamprecht.

Inhaltsverzeichnis.

Allgemeiner Teil.

	Seite
1. Abschnitt. Das Laboratorium	1
1. Kapitel. Ausstattung des Arbeitsraumes	1
2. Kapitel. Das Mikroskop	4
Ölimmersion	5
Dunkelfeldbeleuchtung	6
2. Abschnitt. Die Behandlungsmethoden des Materials	12
1. Kapitel. Die Betrachtung lebenden Materials	12
2. Kapitel. Dauerpräparate nicht eingebetteter Objekte	15
I. Herstellung des mikroskopischen Präparates	15
II. Das Färben	18
III. Mazerations- und Zupfpräparate	20
a) Mazeration von Muskelbündeln	21
b) Mazeration von Epithel	22
c) Isolierung von Nervenzellen	22
d) Formalin als Mazerationsmittel	23
3. Kapitel. Das Fixieren und Härten	23
4. Kapitel. Das Entkalken	32
5. Kapitel. Das Einbetten und Schneiden sowie das Aufkleben der Schnitte	33
6. Kapitel. Die Färbung histologischer Präparate	43
7. Kapitel. Injektionen	49
I. Spritzen und Injektionsapparate	49
II. Injektionsmassen für makroskopische Arbeiten	52
III. Injektionsmassen für mikroskopische Arbeiten	54
Luftinjektionen	56
IV. Corrosionen	56
3. Abschnitt. Aus der allgemeinen Histologie	59
1. Kapitel. Einzelne lebende Zellen	59
I. Histologische Untersuchung des Blutes	59
II. Das Knochenmark	64
III. Spermatozoen	64
2. Kapitel. Zellen aus Zellverbänden	65
3. Kapitel. Zellteilungen	67
4. Kapitel. Einige Gewebearten	70
I. Knochen	70
II. Bindegewebe	72
III. Knorpel	76
IV. Glatte Muskulatur	79
V. Quergestreifte Muskulatur	80
VI. Nervenfasern	82
4. Abschnitt. Aus der Physiologie	86
1. Kapitel. Verdauung	86
I. Mundverdauung	86
II. Magenverdauung	88
III. Darmverdauung	90

	Seite
2. Kapitel. Milch	94
3. Kapitel. Harn	96
4. Kapitel. Blut	102
5. Kapitel. Atmung	106
6. Kapitel. Aus der Muskel- und Nervenphysiologie	109
I. Reaktion des Muskelfleisches	109
II. Herstellung eines Präparates für die Reizungsversuche	109
III. Reizungserscheinungen (indirekte Muskelreizung)	110
IV. Direkte Muskelreizung	110
V. Reflexbewegungen	111
VI. Galvanis Versuch	111
Spezieller Teil.	
1. Abschnitt. Protozoen	112
1. Kapitel. Sporozoen	112
I. Gregarina blattarum	112
II. Monocystis tenax	113
2. Kapitel. Flagellaten	114
I. Euglena viridis	114
II. Bodo lacertae	116
III. Mundspirochaeten	118
IV. Spirochaeta balbiani	119
3. Kapitel. Ciliaten	119
I. Opalina ranarum	120
II. Paramecium	121
III. Vorticella	123
Anhang: Ophrydium versatile	124
4. Kapitel. Rhizopoden	125
5. Kapitel. Über den Fang, die Konservierung und Bearbeitung der Kleinlebewelt des Süßwassers	128
2. Abschnitt. Coelenteraten	132
1. Kapitel. Porifera. Schwämme	132
I. Leucandra aspera	132
II. Süßwasserschwämme	134
Anhang	136
2. Kapitel. Hydrozoa	137
I. Hydra viridis, der grüne Armpolyp (oder Hydra fusca oder Hydra grisea)	137
II. Marine Hydrozoen	141
3. Kapitel. Scyphomedusen	146
I. Nausithoë punctata	146
II. Aurelia aurita, die Ohrenqualle	146
III. Ephyra	147
4. Kapitel. Anthozoen	148
I. Actina equina	148
II. Alcyonium palmatum	149
III. Corallium rubrum	151
Anhang: Schilfe durch Korallenstücke	152
3. Abschnitt. Vermes, Würmer	153
1. Kapitel. Lumbricus terrestris. Der Regenwurm	153
I. Beobachtungen am lebenden Regenwurm	153
II. Makroskopische Präparation	154
III. Histologische Behandlung	157
2. Kapitel. Marine Anneliden	160
I. Arenicola piscatorum (Helgoland) oder Arenicola Cla- pædii (Neapel)	160

	Seite
	161
3. Kapitel. III. Nereis pelagica (Helgoland)	162
I. Beobachtungen am lebenden Tiere	162
II. Makroskopische Präparation	165
III. Histologische Betrachtung	166
4. Kapitel. Ascaris megaloccephala. Der Pferdespulwurm	171
5. Kapitel. Weitere Nematoden	171
I. Oxyuris vermicularis. Die Kindermade	172
II. Trichina spiralis. Die Muskeltrichine	172
6. Kapitel. Sagitta spec. Pfeilwurm	173
7. Kapitel. Taenia spec. Bandwurm	173
I. Bandwurm	174
II. Finne	175
8. Kapitel. Trematoden. Saugwürmer	177
9. Kapitel. Rotatoria. Rädertiere	179
Anhang: Bryozoen	179
I. Plumatella spec.	180
II. Cristatella mucedo	181
III. Marine Bryozoenstücke	183
4. Abschnitt. Arthropoden	183
1. Kapitel. Astacus fluviatilis. Flußkrebse	183
I. (Allgemeine Beobachtungen)	186
II. Präparationen und Arbeiten an den großen Scheren und an der Schale	189
III. Sektion	195
IV. Bau der Gliedmaßen, Kiemen, Mundteile	197
V. Histologisches	202
VI. Anhang	202
A. Taschenkrebse	203
B. Larvenformen der Kruster	204
2. Kapitel. Mikroskopische Behandlung kleiner Formen der höheren Krebse sowie einiger niederer Krebse	205
I. Schizopoden	206
II. Amphipoden	208
III. Isopoden	208
IV. Copepoden	209
V. Ostracoden	210
VI. Phyllopoden	213
3. Kapitel. Epeira diadema. Kreuzspinne	213
I. Sammeln und Fixieren	214
II. Äußere Inspektion	214
III. Präparate von Chitinteilen	220
IV. Beobachtungen am Paraffinmaterial	222
4. Kapitel. Phalangium opilio. Weberknecht	222
I. (Material)	222
II. Äußere Inspektion	223
III. Präparate von Chitinteilen	225
IV. Zur Behandlung des Paraffinmaterials	225
5. Kapitel. Lithobius forficatus. Steinkriecher	225
I. (Material)	226
II. Äußere Inspektion	226
III. Chitinpräparate	230
Anhang: Julus terrostris. Gem. Tausendfuß	231
6. Kapitel. Chitinpräparate zur Morphologie der Insekten	231
I. Grylotalpa vulgaris	235
II. Heuschrecke	236
III. Libelle	239
IV. Ephemeridenlarven	239
V. Küchenschabe	239
VI. Ohrwurm	239

	Seite
VII. Schmetterlinge	240
VIII. Raupen	242
IX. Ameisenlöwe	243
X. Wasserskorpion	244
XI. Feuerwanze und Bettwanze	244
XII. Fliegen	246
XIII. <i>Culex pipiens</i>	248
XIV. <i>Vespa vulgaris</i>	250
XV. <i>Apis mellifica</i>	251
7. Kapitel. <i>Dyticus marginalis</i> . Gelbrand	253
I. Beobachtungen am lebenden Material	253
II. Äußere Inspektion und mikroskopische Präparate von Chitinteilen	254
III. Sektion	258
IV. <i>Dyticuslarve</i>	261
Anhang: <i>Hydrophilus piceus</i> . Kolbenwasserkäfer	265
5. Abschnitt. Mollusken	268
1. Kapitel. <i>Helix pomatia</i>	268
I. Beobachtungen am lebenden Tier	268
II. Vorbereitung der Sektion	269
III. Präparation	269
IV. Mikroskopische Behandlung einzelner Teile	275
V. Betrachtung der Schale	276
2. Kapitel. <i>Chiton spec.</i>	277
3. Kapitel. <i>Anodonta mutabilis</i> (nebst <i>Unio</i> , <i>Mytilus</i> und <i>Ostrea</i>)	278
I. Beobachtungen am lebenden Tiere	278
II. Tötung und Konservierung	278
III. Schale	279
IV. Sektion	279
V. Mikroskopische Präparate von der mit Chloralhydrat behandelten Muschel	284
VI. Histologische Untersuchung	287
<i>Pecten</i> , Auge	290
Anhang: I. <i>Mytilus edulis</i>	291
II. <i>Ostrea edulis</i>	292
4. Kapitel. <i>Sepia officinalis</i> (nebst <i>Sepiola Rondeletii</i> und <i>Octopus</i>)	294
I. Äußere Inspektion	294
II. Sektion	296
III. Mikroskopische Betrachtung einzelner Teile der präpa- rierten <i>Sepia</i>	300
IV. Histologische Betrachtung	303
6. Abschnitt. Echinodermen	311
1. Kapitel. <i>Astropecten aurantiacus</i> (nebst <i>Asterias</i>)	311
I. Äußere Inspektion	311
II. Mikroskopische Präparation	311
III. Sektion	313
IV. Histologisches	315
Anhang: 1. <i>Bipinnaria</i>	318
2. <i>Amphiura virens</i>	318
3. <i>Pentacrinusstadium</i>	318
2. Kapitel. <i>Echinus esculentus</i> (oder <i>Sphaerechinus granularis</i>)	318
I. Äußere Inspektion	318
II. Sektion	320
III. Mikroskopische Präparate	324
IV. <i>Pluteus</i>	326
3. Kapitel. <i>Holothuria impatiens</i>	326
I. Äußere Inspektion	326
II. Präparation des Situs	326
III. Mikroskopische Präparate aus dem Situs	328

	Seite
Anhang: 1. Kalkkörperchen von Synapta	330
2. Auricularia	331
7. Abschnitt. Tunicaten	332
1. Kapitel. Ascidia mentula	332
I. Äußere Inspektion	332
II. Makroskopische Präparation	332
III. Mikroskopische Präparation	334
Anhang: Fritillaria furcata	337
2. Kapitel. Salpa democratica	337
8. Abschnitt. Vertebraten	339
1. Kapitel. Amphioxus lanceolatus	339
I. Äußere Inspektion und einfache Präparate	339
II. Histologisches	340
2. Kapitel. Cyclostomen (Petromyzon Planeri)	344
I. Makroskopische Präparation	344
II. Mikroskopische Präparation	345
3. Kapitel. Seyllium canicula. Hundshai	348
I. Äußere Inspektion	349
II. Sektion	349
III. Mikroskopische Untersuchung von Teilen des seziierten Fisches	356
IV. Mikroskopische Behandlung der kleinen Haifische	357
V. Mikroskopische Behandlung der Embryonen	363
4. Kapitel. Leuciscus rutilus. Plötze	364
I. Äußere Inspektion	364
II. Sektion	365
III. Gefrierschnitte	370
IV. Mikroskopische Präparate von Knochenfischen	371
5. Kapitel. Frosch	373
I. Äußere Inspektion und Beobachtungen am lebenden Tiere	373
II. Makroskopische Präparation	373
III. Physiologie und mikroskopische Präparation	393
Anhang: Feuersalamander	396
6. Kapitel. Schildkröte	397
I. Äußere Inspektion	397
II. Sektion	398
7. Kapitel. Eidechse	405
I. Beobachtungen am lebenden Tiere und äussere Inspektion	405
II. Sektion	407
8. Kapitel. Schlange	411
I. Beobachtungen am lebenden Tiere und äussere Inspektion	411
II. Sektion	412
9. Kapitel. Taube	419
I. Äußere Inspektion	419
II. Sektion	420
III. Das pneumatische System	436
IV. Mikroskopische Untersuchung der Feder	438
10. Kapitel. Kaninchen. Makroskopische Präparation	441
I. Eröffnung der Leibeshöhle	441
II. Hals- und Mundhöhle	442
III. Darm und Anhangsdrüsen	446
IV. Organe der Brusthöhle	451
V. Urogenitalsystem	454
11. Kapitel. Kaninchen Muskulatur der Gliedmaßen, Gelenke	462
I. Schulterblatt und Vorderbein	463
II. Hinterbein	469
III. Gelenke	476

	Seite
12. Kapitel. Histologische Behandlung des Kaninchens	478
I. Lepus, Lippenhaut mit Haarwurzeln	480
II. Lepus, Speiseröhre	482
III. Lepus, Magen	482
IV. Lepus, Darm	484
V. Lepus, Leber	485
VI. Lepus, Pankreas	487
VII. Lepus, Milz	487
VIII. Lepus, Glandulae mesentericae superiores	488
IX. Lepus, Nebennieren	488
X. Lepus, Nieren	489
XI. Lepus, Harnblase	492
XII. Lepus, Hoden und Nebenhoden	492
XIII. Lepus, Ovarium	494
XIV. Lepus, Uterus	495
13. Kapitel. Speicheldrüsen, Mundhöhle und Zunge (Schaf, Kaninchen)	496
I. Präparation der Speicheldrüsen und Kaumuskeln	496
II. Präparation der Zunge und der Organe der Mundhöhle	498
III. Histologisches	499
14. Kapitel. Nase (Schaf, Katze, Kaninchen)	501
I. Querschnitt durch die Nase des Schafes	501
II. Längsschnitt durch die Nase	502
III. Nasenwurzel der Katze	503
IV. Bau der Nasenschleimhaut	505
15. Kapitel. Auge (Schaf, Kaninchen)	507
I. Bewegungsapparat	507
II. Der optische Apparat (Sektion)	509
III. Mikroskopische Untersuchung	513
16. Kapitel. Gehirn (Schaf, Kaninchen)	516
I. Präparation des Hammelgehirnes	516
II. Präparation des Kaninchengehirnes	525
III. Mikroskopische Behandlung von Gehirn, Rückenmark, Spinalganglien und größeren Nervenstämmen	527
17. Kapitel. Ohr (Schaf, Kaninchen, Meerschweinchen)	537
I. Hammelohr	537
II. Kaninchenohr (makroskopisch)	540
III. Mikroskopische Untersuchung des inneren Ohres	543
18. Kapitel. Kehlkopf, Luftröhre, Lunge (Schwein, Schaf, Kaninchen)	546
I. Kehlkopf (makroskopisch)	547
II. Mikroskopische Behandlung des Kehlkopfes	551
III. Luftröhre und Lunge	554
19. Kapitel. Herz und Gefäße (Schaf, Schwein, Kaninchen)	556
I. Sektion des Schweine- und Hammelherzens	556
II. Gefäßinjektion des Kaninchens	561
III. Mikroskopische Behandlung des Herzens und einiger Gefäße	564
Literatur	565
Druckfehlerverzeichnis	566
Sachregister	567

Allgemeiner Teil.

1. Abschnitt.

Das Laboratorium.

1. Kapitel.

Ausstattung des Arbeitsraumes.

Für die biologischen Übungen ist unter allen Umständen ein besonderes Arbeitszimmer erforderlich. Dasselbe soll so liegen, daß zu der Zeit, in welcher die Übungen gewöhnlich abgehalten werden, das direkte Sonnenlicht nicht in den Raum fällt. Davon abgesehen, wähle man indessen einen möglichst hellen Raum, denn Licht und wieder Licht ist die erste Bedingung für ein gedeihliches biologisches Arbeiten. Man verbaue also auch nicht die Fenster mit Aquarien, Terrarien und ähnlichen Anlagen, sondern bringe diese besser im Sammlungsraum unter und richte unmittelbar vor den Fenstern Arbeitsplätze ein.

Selbstverständlich muß der Raum mehrere Wasserleitungen (Wasserluftpumpe!), reichlich Gasauslässe und Arbeitsstrom enthalten. Für Arbeiten im Winter reicht direktes oder reflektiertes Licht von der Decke her nicht aus. Auch für das makroskopische Arbeiten sind bewegliche Tischlampen (Metallfadenlampen am Stativ mit Glocke) erforderlich.

Wie die allgemein gebrauchten Materialien und Geräte unterzubringen sind, richtet sich nach den besonderen Verhältnissen, doch wird das folgende Inventar an Schränken, Tischen u. dgl. wohl in allen Fällen notwendig sein.

Schränke oder Regale für Glasgeräte. (Inhalt: außer den für die Übungen gebrauchten Apparaten: Glaszylinder verschiedener Größen, Glashäfen, Wannen, Schalen, Glasflaschen mit eingeschlifftem Stopfen, Glasplatten, Glasrohr, Bechergläser, Kolben, Reagenzgläser etc.)

Schränke für konserviertes Material.

Ein Chemikalienschrank.

Ein Instrumentenschrank (mit Glasplatten). (Inhalt: eine Kollektion guter Scheren, eine Anzahl Pinzetten verschiedener Form und Größe, Nadeln, Meißel, Knochensägen, Spritzen etc., sowie Verbandzeug.)

Ein Werkzeugschrank. (Inhalt: Feilen, Beißzangen, Flachzangen, Bohrer, Hammer, Nägel, Draht, Bindfaden, eine Tischlersäge, Schleifsteine etc.)

Ein Schrank mit Fächern, die den Praktikanten während des Semesters zur Verfügung stehen.

Ein Regal mit zwei großen Zinkkästen (Breite 1 m, Tiefe 0,5 m, Höhe 0,4 m) mit eingreifendem Deckel und Hahnauslaß in der Mitte der vorderen Grundkante. In einem dieser Kästen befindet sich denaturierter Spiritus, in dem anderen eine 10% ige Formalinlösung. Die Kästen dienen zum Aufbewahren von großem Material (Kaninchen, Hammelköpfe usw.), das sich nicht in einer Übung durcharbeiten läßt.

Ein großer Tisch für Demonstrationen.

Ein Werk Tisch mit einem sehr großen und einem mittleren Schraubstock.

Ein Tisch für die Wage.

Ein Tisch für das Mikrotom.

Ein Bock für den Ballon mit destilliertem Wasser.

Eine Projektionsvorrichtung.

Ein Tisch für die Kreissäge. Wir benutzen seit einigen Jahren für Knochenschliffe und für viele andere Zwecke eine nach eigenen Angaben konstruierte, durch einen Elektromotor betriebene Kreissäge mit verschiedenen auswechselbaren Sägeblättern. Zu der Säge gehört ein Apparat, welcher einmal gestattet, das zu schneidende Objekt sicher zu befestigen, sodann die Möglichkeit bietet, durch Schrauben, die von Kurbeln getrieben werden, das befestigte Objekt nach drei verschiedenen Richtungen zu bewegen und an der sich drehenden Säge vorüberzuführen. Mit dieser Säge ist es uns gelungen, in kürzester Zeit von harten Knochen Schnitte von weniger als 0,1 mm Dicke herzustellen.

Eine Gefrierkiste. Die von uns verwendete Gefrierkiste besteht aus einer großen, polierten Holzkiste mit gut schließendem Deckel. Die Kiste ist innen etwa 10 cm dick allseitig mit Holzwole ausgepolstert, der Deckel ist auf der Innenseite entsprechend hergerichtet. In der Kiste steht ein Zinkkasten mit Deckel, welcher zur Aufnahme der Kältemischung (Schnee und Kochsalz oder festes CO₂) dient. Für die Vorbereitung des Materials zur Herstellung guter Gefrierschnitte ist der Besitz einer solchen Kiste sehr zu empfehlen.

Als Subsellien benutzen wir einfache Holzschemel verschiedener Höhe mit Querverbindungen zwischen den Beinen.

Von einer Aufzählung aller zu den Übungen notwendigen Stoffe und Gerätschaften, die nicht auf jedem Arbeitsplatz vorhanden zu sein brauchen, wollen wir hier absehen, da es kaum vorkommen wird, daß alle in dem Buche behandelten Methoden an einer Anstalt Gegenstand des Unterrichts sein werden. Man mache also seine Anschaffungen jedesmal nach rechtzeitiger Durchsicht des zu behandelnden Kapitels. Nach wenigen Semestern wird dann das Laboratorium alles enthalten, was der Arbeitsrichtung des betreffenden Leiters entspricht.

Die Tische der Arbeitsplätze sind am besten mit einem mattschwarzen Anstrich zu versehen. Die genügend hohen Schubkästen müssen das Präparierzeug und einige Flaschen aufnehmen können.

Die Mikroskope läßt man in ihren Kästen oder Schränken oder unter Glasglocken auf dem Tische stehen.

Jeder Arbeitsplatz soll enthalten:

Ein Mikroskop.

Eine Mikroskopierlampe.

Eine Schachtel Objektträger (am besten mit abgeschliffenem Rande).

Eine Schachtel Deckgläschen 18×18 mm

Einen Brief gummierte Etiketten für mikroskopische

Präparate.

Von den Schülern selbst zu beschaffen.

Einige Glasstäbe und Glasröhrchen.

Einen Reagenzglashalter.

Einige Reagenzgläser und kleinere Bechergläser.

Eine kleine Glaspipette mit Gummihütchen.

Eine schwarze Glasplatte (1 qdm) und eine Milchglasplatte (1 qdm).

Einen Brief Stecknadeln mit bunten Glasköpfen.

Einige Uhrgläser und Petrischalen.

Filtrierpapier.

Porzellanschalen.

Ein Präparierbesteck (dasselbe muß etwa enthalten: eine starke und eine spitze Schere, zwei verschieden geformte Skalpelle, eine starke und eine feine Pinzette, zwei Präpariernadeln und zwei Lanzettnadeln.

Eine Schachtel Krönigs Deckglaskitt.

Einen Spatel dazu.

Einen Holzblock mit Flaschen, enthaltend eine Flasche Glyzerin, eine Flasche absol. Alkohol, eine Flasche Xylol, ein Glas Glyzeringelatine, ein Balsamglas mit Kanadabalsam (in Xylol gelöst).

Zwei (besser vier) Holzklötze mit je sechs Färbekuvetten.

Zwei Cornetpinzetten.

Ein Rasiermesser.

Ein hölzernes Präparierbrett 30×50 cm.

Eine Zinkwanne mit Wachsausguß (15×25 cm).

Einen Bunsenbrenner.

Die Präparierwannen aus Zink haben oberhalb des Bodens nach innen geknickte Seitenwände. Sie werden mit einer erhärtenden Masse ausgegossen, die nach dem Erkalten wegen der Form der Seitenwand nicht herausfallen kann. Man benutzt zum Ausgießen der Wannn gelbes Wachs, das mit etwas Lampenruß aufgeköcht ist. Statt Wachs kann man auch das billige Ceresin (Mineralwachs) verwenden. Außer den Wannn vom Format 15×25 cm, die sich auf jedem Platz finden sollen, schaffe man sich noch einige von abweichender Form an, z. B. eine von derselben Grundfläche, aber etwa 10 cm Tiefe, die sich zur Sektion von Schildkröten eignet, und eine flache vom Format 20×60 cm, die bei der Präparation der Schlange Verwendung findet.

Betreffs weiterer Einzelheiten über die Einrichtung des Laboratoriums geben die reich illustrierten Kataloge der größeren Firmen er-

schöpfende Auskunft. Vor allem sei auf den Spezialkatalog der Berliner Filiale der Firma Ernst Leitz, Wetzlar, über Apparate und Gerätschaften für den biologischen Unterricht hingewiesen.

2. Kapitel.

Das Mikroskop.

Es ist hier nicht der Ort, eine Theorie der mikroskopischen Bilderzeugung zu geben, wir wollen uns in diesem Abschnitt auf einige Ratschläge bei der Anschaffung und Haltung der Mikroskope beschränken. Vor allen Dingen muß man beim Kauf von Mikroskopen das Prinzip der Sparsamkeit fallen lassen. Das Mikroskop liefert uns in der Biologie einen großen Teil der Sinneswahrnehmungen, aus denen wir unsere Schlüsse zu ziehen haben. Ein schlechtes Instrument kann den ganzen Vorteil des unmittelbaren Anschauens für den Schüler hinfällig machen. Im allgemeinen sollte man danach streben, jeden Praktikanten an ein besonderes Instrument zu stellen, doch kann man sich zur Not auch mit einem Mikroskop für je zwei Praktikanten behelfen. Diese müssen sich dann ihre Arbeit so einteilen, daß der eine präpariert, während der andere beobachtet und umgekehrt.

Es kommt für unsere Zwecke meist nicht darauf an, eine möglichst starke Vergrößerung zu erzielen. Völlig wertlos ist diese, wenn sie auf Kosten eines stärkeren Okulars erreicht wird. Die Fehler der Abbildung des Objektivs werden durch ein solches nur vergrößert, während auf das Auflösungsvermögen des Objektivsystems das Okular natürlich gar keinen Einfluß hat. Grundsatz soll also sein, nach Möglichkeit mit schwachen Okularen auszukommen.

Das Objektivsystem zeigt uns um so mehr Einzelheiten und um so feinere Strukturverhältnisse, je größer seine numerische Apertur ist. Diese von Abbé eingeführte Größe ist für Trockensysteme bei gerader Beleuchtung $a = \sin u$, wo u der Winkel ist, den die optische Achse mit dem äußersten, vom Mikroskop noch aufgenommenen Beugungsmaximum bildet. Man sieht, daß für ein Trockensystem a höchstens gleich 1 werden kann. Die stärkere Auflösungskraft der Immersionsysteme beruht darauf, daß für diese $a = n \cdot \sin u$ ist, wo n den Brechungsindex der Immersionsflüssigkeit bedeutet. Hier ist es möglich, eine numerische Apertur > 1 zu erhalten. Man kann a auch vergrößern, indem man den Spiegel aus der optischen Achse herausrückt und seitlich dreht. Bei schiefer Beleuchtung ist $a = 2 \cdot \sin u$. Beim Einkauf von Objektiven achte man also bei der Auswahl zwischen mehreren Objektiven annähernd gleicher Vergrößerung vor allem auf eine möglichst große numerische Apertur.

Es sollen im folgenden einige praktische Zusammensetzungen von Kursusmikroskopen aufgestellt werden.

I. Mikroskop von E. Leitz, Wetzlar, Stativ III hat grobe Einstellung mit Zahn und Trieb, Feinstellung durch Mikrometerschraube sowie einen Revolver für die Objektive. Man wähle etwa Objektiv 3, 5 und 7, sowie Okular I und III. Die zu erzielenden Vergrößerungen sind dann 51, 82, 167, 267, 290 und 465. Der

Preis beträgt 150 Mk. Ölimmersionen lassen sich an diesem Instrument nicht benutzen, da das Stativ keine Beleuchtungsapparate enthält. Hierfür hätte man ein Instrument anzuschaffen, welches aus Stativ III B, Objektiv 3 und 6, Ölimmersion $\frac{1}{12}$, sowie Okular I, III, IV zusammengesetzt ist (260 Mk.). Die Vergrößerung reicht bis 1000 mal.

2. Otto Himmler, Berlin. Stativ IIc, hat Zahn und Trieb, Mikrometerschraube, Revolver, sowie einen einfachen Beleuchtungsapparat mit Irisblende, welcher gegen eine Zylinderblende auswechselbar ist. Man wähle Objektiv 1, 4, 8 und Okular I und III. Die Vergrößerungen betragen 20, 36, 56, 101, 265, 475 (Preis 146 Mk.). An diesem Instrument läßt sich auch die Ölimmersion 2 mm anbringen (75 Mk.), welche mit den genannten Okularen Vergrößerungen von 450 und 800 mal gibt.

3. Carl Zeiß, Jena. Stativ V B hat Zahn und Trieb, Mikrometerschraube, Revolver und einfachen Beleuchtungsapparat mit einem Kondensator von der numerischen Apertur 1,0. Man erzielt mit den Objektiven A, B, E und den Okularen 1 und 3 die Vergrößerungen 63, 115, 270, 495 (Preis 234 Mk.). Die Ölimmersion $\frac{1}{12}$ (125 Mk.) gibt mit den angeführten Okularen die Vergrößerungen 420 und 770.

4. Carl Zeiß, Jena. Stativ V B mit den Objektiven a_2 , A, DD und den Okularen 2 und 4 gibt die Vergrößerungen 15, 28, 56, 97, 220, 390 (Preis 214 Mk.). Die Ölimmersion $\frac{1}{12}$ gibt mit den Okularen 2 und 4 die Vergrößerungen 530 und 940.

5. C. Reichert, Wien. Mittleres Stativ C ist umlegbar, hat Zahn und Trieb, Mikrometerschraube und Einsteckkondensator. Es gibt mit den Objektiven 0, 4, 7a und den Okularen I und IV die Vergrößerungen 14, 28, 70, 145, 260 und 540. (Preis ohne Revolver am Tubus 179 Mk.)

Mit Rücksicht auf die sehr beschränkten Mittel vieler Anstalten sollen noch einige Zusammenstellungen ganz kleiner Mikroskope folgen, deren Leistungsfähigkeit natürlich hinter den bisher aufgeführten in jeder Weise bedeutend zurücksteht.

1. E. Leitz, Wetzlar. Stativ VI mit grober Einstellung durch Zahn und Trieb, ohne Mikrometerschraube und Blenden, mit Objektiv 3 und den Okularen O und IV gibt Vergrößerungen von 41 und 103 (45 Mk.).

2. O. Himmler, Berlin. Stativ VI mit grober Einstellung durch Hülsenverschiebung, Feinstellung am Tisch, teilbarem Objektiv und einem Okular gibt die Vergrößerungen 40, 80 und 120 (30 Mk.).

3. Derselbe. Stativ V mit grober Einstellung durch Zahn und Trieb, Objektiv 3 und Okular I und IV vergrößert 40 mal und 100 mal (48 Mk.).

4. Reichert, Wien. Stativ VIII ohne Kondensator, mit Drehscheibenblende, Objektiv 3 und Okular I und V gibt Vergrößerungen von 50 und 130 mal (50 Mk.).

Man versäume nicht, wenigstens ein Mikroskop reicher auszustatten, um die Möglichkeit zu besitzen, durch Demonstration feinere Objekte und Strukturen zur Anschauung zu bringen. Außer einer reicheren Ausstattung an Objektiven und Okularen sind für dieses Mikroskop eine Ölimmersion und ein Apparat zur Dunkelfeldbeleuchtung erforderlich.

Ölimmersion.

Das größere Auflösungsvermögen der Ölimmersion beruht darauf, daß die Größe $\sin u$ hier noch mit dem Brechungsindex des Immersionsöles multipliziert wird. Als solches benutzen wir das eingedickte Zedernholzöl. Man bringt auf das Deckgläschen des fertigen Präparates einen kleinen Tropfen des Öles und senkt den Tubus so weit herunter, daß er in dasselbe eintaucht, wobei man peinlich darauf zu achten hat, daß keine Luftblasen mit eingeschlossen werden. Hat das Immersionsobjektiv eine Korrektionsfassung, so muß auch die Deckglasdicke

berücksichtigt werden. Diese Korrektionsfassung (Fig. 1) besteht in einem äußerlich sichtbaren Ringe mit einer Einteilung, auf der die

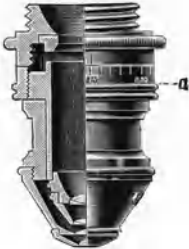


Fig. 1. Objektiv mit Korrektionsfassung.

Deckglasdicken in Hundertstelmillimetern angegeben sind. Am Halse des Objektivs befindet sich eine Marke. Man dreht nun den Ring so, daß der Teilstrich mit der Zahl, welche die Deckglasdicke angibt, genau an der Marke sich befindet. Durch diese Drehung werden die oberen Linsen des Immersionssystems ganz wenig gehoben oder gesenkt. Die Deckglasdicke ist mit einem Dickenmesser zu bestimmen. Bei den größeren Firmen sind auch Deckgläser von bestimmter Dicke käuflich. Nach dem Gebrauche wird die Frontlinse des Immersionsobjektivs mit einem weichen Tuche sorgfältig geputzt, das benutzte Deckgläschen mit einem in Chloroform getauchten Pinsel gereinigt.

Dunkelfeldbeleuchtung.

Im allgemeinen wird das mikroskopische Bild in der Weise gewonnen, daß Licht mit dem Spiegel von unten gegen das Objekt geworfen wird, das Präparat durchsetzt und in das Objektiv gelangt. Wir sehen also die durch Absorption und Phasenverzögerung des auf sie fallenden Lichtes dunkler erscheinenden Teile des Präparates auf einem voll beleuchteten, hellen Untergrunde (Hellfeldbeleuchtung). Da aber bei feineren Strukturen im Objekt auch Beugungserscheinungen auftreten, indem die lichtdurchlässigeren Teile der Struktur als selbstleuchtende Körper wirken, so entsteht aus diesen gebeugten Strahlen ein zweites Bild, welches vom Auge mit dem direkten Bild kombiniert wird. Die feineren Einzelheiten der Struktur, welche durch dieses Beugungsbild abgebildet werden können, kommen natürlich nicht mehr in Betracht, wenn die Apertur des verwendeten Objektivs so gering ist, daß das erste Beugungsmaximum schon außerhalb des Umfanges der Frontlinse zustande kommt. In diesem Falle zeigt das Instrument die betreffenden feinen Strukturen überhaupt nicht; aber auch anderenfalls stört die große Helligkeit des direkt durchfallenden Lichtes häufig die Beobachtung der feinsten Einzelheiten, welche in den Beugungsbildern enthalten sind. Man sucht daher, durch das vom Spiegel kommende Licht das Objekt zwar von unten her stark zu beleuchten, verhindert aber, daß der Lichtkegel weiter ins Auge des Beobachters fällt, so daß dieser nur die Bilder sieht, welche durch das im Präparate abgebeugte Licht erzeugt werden. Der Untergrund des Gesichtsfeldes erscheint dann dunkel und die Objekte darauf sehr hell (Dunkelfeldbeleuchtung). Diese Methode leistet zur schnellen Sichtbarmachung von Protozoen, Bakterien usw., sowie zum Studium ihrer Bewegungen und sonstigen Lebenserscheinungen ausgezeichnete Dienste.

Man kann Dunkelfeldbeleuchtung auf verschiedene Weise erhalten. Das Präparat muß sehr stark beleuchtet und der zentrale Beleuchtungs-

kegel entweder schon im Kondensator oder aber erst im Objektiv abgeblendet werden.

Die Abblendung innerhalb des Objektivs erfordert den größten Aufwand an Kosten. Sie ist die in der Ultramikroskopie im engeren Sinne angewendete Methode und empfiehlt sich für Schulzwecke vor der Hand noch nicht.

Die Abblendung im Kondensator läßt sich einmal dadurch erreichen, daß man besonders gestaltete Blenden in die Fassung einlegt und so den zentralen Lichtkegel ausschaltet, oder dadurch, daß man einen Kondensator benutzt, in dem das vom Spiegel kommende Licht das Präparat nur beleuchtet, dann aber durch totale Reflexion verhindert wird, in das Auge zu gelangen.

Zur ersten Gruppe von Dunkelfeldbeleuchtungen gehören:

1. Die Abblendung im Immersionskondensator von Zeiß.
2. Entsprechende Vorrichtungen einiger anderer Firmen, z. B. die Dunkelfeldblende von O. Himmler.

Zur zweiten Gruppe gehören:

1. Der Paraboloidkondensator nach Siedentopf (Zeiß).
2. Der Spiegelkondensator nach v. Ignatowsky (Leitz).
3. Der Spiegelkondensator von Reichert.

Erste Gruppe. 1. Die Abblendung im Immersionskondensator nach Zeiß läßt sich an allen Stativen anbringen, welche einen Abbéschen Beleuchtungsapparat besitzen, dessen Kondensator die numerische Apertur 1,4 hat. Die Irisblende des Beleuchtungsapparates wird vollständig geöffnet und in das Diaphragma eine Zentralblende eingelegt, welche den mittleren Teil des Feldes verdunkelt. Die Zentralscheibe der Blende läßt sich gegen solche von anderer Größe auswechseln. Der Diaphragmenträger wird dann eingeklappt und der Beleuchtungsapparat durch den Trieb so weit wie möglich nach oben gebracht. Die Kondensatorfläche liegt dann etwa 0,1 mm unter der Objektischebene. Als Lichtquelle kann man eine Auerlampe mit vorgesetzter Schusterkugel benutzen. Beim Arbeiten ist der Planspiegel anzuwenden und so zu stellen, daß er vollkommen mit Licht erfüllt ist (Probe durch Vorhalten eines Stückes weißen Papiers!).

Auf die Decklinse des Kondensators wird dann ein Tropfen Immersionsöl gebracht, der absolut frei von Luftblasen sein muß. Jedes Staubteilchen, das dem Objektträger anhaftet, macht sich dadurch störend bemerkbar, daß es einen hellen Hof im Bilde erzeugt und das Dunkelfeld unbrauchbar macht. Der Objektträger ist daher mit einem Pinsel nicht nur am Anfange der Beobachtung, sondern auch öfter während derselben vom Staube zu reinigen. Die Dicke der Objektträger ist für jeden Kondensator genau bestimmt. Man suche dieselben daher sorgfältig aus und bestimme ihre Dicke vorher mit einer Kontaktschraube. Auch die Deckgläschen sollen der auf dem Objektiv angegebenen Dicke entsprechen. Sie sind ebenfalls vor und während der Beobachtung staubfrei zu machen. Als Regel gilt ferner, bei Dunkelfeldbeleuchtung starke Okulare anzuwenden. Die zu untersuchenden lebenden Objekte liegen in Wasser.

2. Die Anwendung der übrigen Vorrichtungen nach diesem Prinzip geschieht in entsprechender Weise.

Zweite Gruppe. 1. Der Paraboloidkondensator nach Siedentopf (Fig. 2). Der gewöhnliche Kondensator wird aus dem Abbéschen

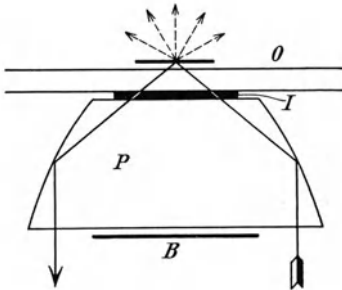


Fig. 2. Strahlengang im Paraboloidkondensator.

P. Glaskörper; Ausschnitt aus einem Rotationsparaboloid. — I. Immersionsöl zwischen Kondensator und Objektträger. — B. Zentralblende. — O. Objektträger.

Beleuchtungsapparat herausgenommen und dafür der Paraboloidkondensator eingesetzt. Durch den Trieb wird der Beleuchtungsapparat so hoch wie möglich eingestellt und die Irisblende ganz geöffnet. Hat man nicht den großen Beleuchtungsapparat zur Verfügung, so läßt sich der Paraboloidkondensator auch in jede andere Kondensatorhülse einschieben, die die normale Weite von 36,8 mm besitzt. Zwischen die Decklinse des Kondensators und den Objektträger wird wieder unter peinlichster Vermeidung von Luftbläschen Immersionsöl gebracht. Die Bestimmungen über die Beseitigung des Staubes sowie über die Dicke von Objektträger und Deckgläschen sind genau wie bei der

Abblendung im Immersionskondensator.

Der Paraboloidkondensator ist ein senkrecht zur Achse abgechnittenes Rotationsparaboloid, dessen Seitenwände vollkommen und dessen

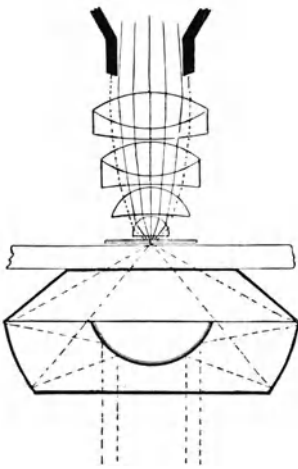


Fig. 3. Strahlengang im Spiegelkondensator A (Leitz).

untere Schnittfläche bis auf eine schmale, ringförmige Randzone geschwärzt sind. Die Strahlen des Beleuchtungskegels, welche durch den ungeschwärzten Rand in den Glaskörper gelangen und deren Apertur $> 1,1$ ist, werden an den Seitenflächen so reflektiert, daß sie das Objekt auf dem Objektträger beleuchten, dann aber durch totale Reflexion am Deckglase verhindert werden, in das Objektiv zu gelangen. Dorthin kommen also nur die Strahlen, welche durch Beugung an den Strukturen des Objekts erzeugt werden. Da die Strahlen in diesem Apparat durch Spiegelung und nicht durch Brechung gesammelt werden, so ist vollkommene chromatische Korrektur erzielt, und wegen der Paraboloidform ist die sphärische Korrektur außerordentlich groß¹⁾.

2. Der Spiegelkondensator A nach v. Ignatowsky (Leitz) (Fig. 3) besitzt

zwei reflektierende Flächen, eine innere und eine äußere. Der Gang der Strahlen ist aus der Figur ersichtlich. Die Aperturen der

¹⁾ Noch vollkommener ist der ebenfalls von Siedentopf konstruierte Cardioidkondensator (Zeiß).