

- Beispielhafter Auszug aus der digitalisierten Fassung im Format PDF -

Das Mikroskop und die Mikroskopische Technik.

Heinrich Frey

Die Digitalisierung dieses Werkes erfolgte im Rahmen des Projektes BioLib (www.BioLib.de).

Die Bilddateien wurden im Rahmen des Projektes Virtuelle Fachbibliothek Biologie (ViFaBio) durch die [Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg \(Frankfurt am Main\)](#) in das Format PDF überführt, archiviert und zugänglich gemacht.

DAS
MIKROSKOP

UND DIE
MIKROSKOPISCHE TECHNIK.

EIN HANDBUCH
FÜR ÄRZTE UND STUDIRENDE

VON

DR. HEINRICH FREY,

PROFESSOR DER MEDIZIN IN ZÜRICH.

MIT 358 FIGUREN IN HOLZSCHNITT
UND PREISVERZEICHNISSEN MIKROSKOPISCHER FIRMEN.

FÜNFTE VERMEHRTE AUFLAGE.

16.
A DEBRECZENI M. N. R. T. D. EGYPTEM

KÖNYVPIRATA

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1873.

Dr. Jendrássik



16.000
=

INHALT.

	Seite
Einleitung	1
Erster Abschnitt.	
Die Theorie des Mikroskops	3
Zweiter Abschnitt.	
Apparate zum Messen und Zeichnen	23
Dritter Abschnitt.	
Das binokuläre, das stereoskopische und das Polarisationsmikroskop	32
Vierter Abschnitt.	
Die Prüfung des Mikroskops	35
Fünfter Abschnitt.	
Der Gebrauch des Mikroskops. Die mikroskopische Beobachtung	51
Sechster Abschnitt.	
Die Präparation mikroskopischer Objekte	64
Siebenter Abschnitt.	
Zusatzflüssigkeiten und chemische Reagentien. Titrimethode	69
Achter Abschnitt.	
Die Tinktionsmethoden, die Metallimprägnationen, das Trocknungs- und Gefrierungs- verfahren	88
Neunter Abschnitt.	
Das Injektionsverfahren	100
Zehnter Abschnitt.	
Herstellung mikroskopischer Präparate. Sammlung derselben	121
Elfter Abschnitt.	
Blut, Lymphe, Chylus, Schleim und Eiter	137
Zwölfter Abschnitt.	
Epithelien, Nägel, Haare	151
Dreizehnter Abschnitt.	
Bindegewebe und Knorpel	161
Vierzehnter Abschnitt.	
Knochen und Zähne	175

	Seite
	Fünfzehnter Abschnitt.
Muskeln und Nerven	186
	Sechzehnter Abschnitt.
Gefäße und Drüsen	223
	Siebzehnter Abschnitt.
Verdauungswerkzeuge	247
	Achtzehnter Abschnitt.
Pankreas, Leber, Milz	272
	Neunzehnter Abschnitt.
Athemwerkzeuge	288
	Zwanzigster Abschnitt.
Harnwerkzeuge	299
	Einundzwanzigster Abschnitt.
Geschlechtswerkzeuge	318
	Zweiundzwanzigster Abschnitt.
Sinneswerkzeuge	330
—————	
Nachträge	364
Register	365
Preisverzeichnisse mikroskopischer Firmen	390
—————	

Einleitung.

»To endeavour to discover new methods of investigation appears to me to be one of the most important duties of every observer. To communicate these to his pupils must be the desire of every teacher of any branche of naturel science.«

(L. BEALE. *How to work with the microscope.* p. 3.)

Seit den letzten Dezennien ist das Mikroskop, dieses Instrument, welches den Naturwissenschaften eine neue Welt des Kleinen erobert hat, zu einer allgemeinen Verbreitung gelangt. Schon aus den grossen, berühmtesten Instituten Europas geht jährlich eine bedeutende Menge derartiger Werkzeuge hervor, und nicht minder beträchtlich ist die Anzahl derselben, welche von weniger renommirten Optikern konstruirt und in den Verkehr gebracht werden. Bereits ist die Ansicht eine eingebürgerte, dass das Mikroskop für die wissenschaftlichen Bedürfnisse des Mediziners ebenso unentbehrlich sei, wie für die praktischen Stethoskop und Plessimeter.

Durch SCHWANN'S klassische Arbeit haben wir erfahren, dass der menschliche Körper in allen Theilen von den Zellen und deren Abkömmlingen erbaut wird, und in der Zelle die letzte organisirte Einheit des thierischen Lebens kennen gelernt. Wie es auf anatomischem Gebiete unmöglich ist, die Struktur eines Körperteiles ohne die Kenntniss dieser kleinen mikroskopischen Bausteine zu verstehen, ebenso wenig geklingt es, die physiologische Leistung zu begreifen, wollte man absehen von den Einzelleistungen dieser letzten organisirten Einheiten. Die Gesamtarbeit des Organes ist eben nur das Resultat aller jener Einzelarbeiten der Zellen, der »Elementar-Organismen«, wie man sie später bezeichnend genannt hat. In dieser Weise ist die Gewebelehre ein unentbehrliches Glied in der Reihe der anatomisch-physiologischen Wissenschaften geworden.

Gesundheit und Krankheit sind dem naiven Blicke des Menschen durch eine weite Kluft geschieden, eine Ansicht, welche auch auf wissenschaftlichem Gebiete durch so manche nosologische Systeme früherer Tage wie ein rother Faden sich hindurchzieht. Mit Recht hat man die Erkenntniss des Gegentheiles als einen grossen Fortschritt physiologischer Anschauung begrüsst. Das Geschehen im kranken Körper ist uns gegenwärtig nur eine Modifikation des normalen; dieselben physiologischen Gesetze kommen hier wie dort zur Geltung, und auch dasjenige, was in stofflicher Hinsicht im erkrankten Körper stattfindet, die Umwandlung, Auflösung und Neubildung seiner Bestandtheile, gehorcht den gleichen Gesetzen des Zellenlebens, welche uns der normale Organismus erkennen lässt. Die hohe Bedeutung der pathologischen Gewebelehre bedarf wohl keiner weiteren Erörterung, und das Instrument, durch welches die Histologie überhaupt geschaffen worden ist, keiner Empfehlung mehr.

Indessen es ist ein eigenes Ding mit den mikroskopischen Arbeiten, wie ein Theil unserer Leser bei ihren Erstlingsversuchen erfahren haben wird. Wie mancher Studirende, wie mancher Arzt hat nicht, durchdrungen von dem hohen Werthe derartiger Studien, ein Mikroskop erworben, um bald hinterher zu seinem grössten

Missbehagen einzusehen, wie wenig er es zu gebrauchen im Stande sei. Auch hier wie auf allen Gebieten menschlicher Thätigkeit ist eine Lehrzeit erforderlich, eine mühevollende Periode des Aussäens, ehe an den Segen der Ernte gedacht werden darf.

Das Mikroskop ist ein feines Werkzeug, dessen Gebrauch erlernt sein will, wie derjenige anderer komplizirter Instrumente. Die Fähigkeit, mit demselben zu sehen, muss ebenfalls erworben werden, und auch dazu bedarf es einiger Ausdauer, wenn es sich um das hier unerlässliche sichere Sehen handelt.

Die Kunst, zu beobachten und zu untersuchen, erfordert die Anwendung und Kenntniss vieler kleiner und darum anfangs unwichtig erscheinender Hilfsmittel. Die Zeit ist vorüber, wo man glaubte, an einem frischen Gewebestückchen durch Zerzupfen, etwa noch unter der Beihülfe von Druck und Essigsäure, feinere Texturverhältnisse ergründen zu können. Die moderne Chemie, welcher die Medizin so ausserordentlich viel verdankt, hat auch dem Mikroskopiker eine Reihe der wichtigsten Hilfsmittel geliefert. So kommen gegenwärtig bei der Untersuchung der Körpertheile Messer und Nadeln, die Injektionsspritze, die Waage, zahlreiche Reagentien und mancherlei sonstige Kunstgriffe zur Verwendung.

Nach dem eben Erwähnten werden wir begreifen, dass unsere so industrielle Epoche auf mikroskopischem Gebiete neben so vielen tüchtigen Untersuchungen auch jährlich gewisse voreilige Arbeiten zu Tage fördert, welche zeigen, wie wenig ihre Verfasser die ersten Schwierigkeiten zu bewältigen gelernt haben.

Doch, nicht um abzuschrecken, schreiben wir diesen Satz nieder; er soll vielmehr nur darauf hinweisen, dass es unerlässliche Vorbedingung jeder mikroskopischen Forschung sein muss, auf das Genaueste mit dem Gebrauche des Instrumentes und mit der ganzen Technik bekannt zu sein.

Bleibt nun auch immer die beste Schule diejenige, welche die praktische Unterweisung eines Lehrers darbietet, so ist es eben doch nicht einem Jeden vergönnt, diesen Weg des Erlernens zu gehen. Hier findet nun die Anleitung durch das geschriebene Wort ihre Stelle, und dieselbe, wenn sie anders eine zweckmässige und praktische ist, kann einen genügenden Ersatz gewähren und den Anfänger zum mikroskopischen Beobachter erziehen.

Die Literatur des Mikroskops ist schon jetzt eine ansehnliche. Treffliche umfangreiche Werke haben wir in deutscher, holländischer und englischer Sprache aufzuweisen, wie diejenigen von MOHL, HARTING und CARPENTER. Dagegen an kürzeren, die praktischen Bedürfnisse des Mediziners besonders berücksichtigenden Schriften fehlt es den Deutschen sehr, indem nur eine veraltete Arbeit von VOGEL vorliegt. Für England hat L. BEALE zwei tüchtige Hilfsbücher verfasst.

Möge unsere kleine Schrift dazu dienen, dem Studirenden und Arzte eine derartige Anleitung zu gewähren, wenigstens so lange, bis eine bessere Feder einen besseren Ersatz liefert.

Dass wir die Einrichtung des Instruments und den Gebrauch seiner einzelnen Theile vorausschicken, liegt auf der Hand, muss ja doch die Kenntniss des Werkzeuges jeder Arbeit mit demselben vorhergehen. Dass wir uns in diesem Abschnitte nur auf das Wichtigste und Unentbehrlichste beschränkt und die so schwierige, wie keineswegs in allen Punkten festgestellte optische Theorie des Mikroskops nur wenig berührt haben, glauben wir nicht rechtfertigen zu müssen. Ein anderer Theil unserer Arbeit bespricht die verschiedenen zur Zeit üblichen Untersuchungsmethoden. Ein dritter endlich bringt die Anleitung zur Erforschung der verschiedenen Gewebe und Körpertheile im gesunden und krankhaften Zustande. Im pathologischen Gebiete haben wir uns möglicherweise für einen Theil unserer Leser allzukurz gefasst. Pflegen ja doch in derartigen Schriften die Untersuchungen der Sputa, des Eiters, der Harnsedimente, der Geschwülste einen weit grössern Raum einzunehmen. Unserem Grundsatz getreu, dass die genaueste Kenntniss des normalen Verhaltens jeder Erforschung des pathologischen vorherzugehen habe, bemühten wir uns jenes zunächst zu erörtern und letzteres nach-

träglich anzureihen. Ohnehin sind die Untersuchungsmethoden krankhafter Gewebe und Körpertheile fast dieselben, wie auch jede pathologische Neubildung den Typus einer normalen Struktur mehr oder weniger wiederholt.

Aus der Literatur des Mikroskops heben wir folgende Schriften hervor:

J. VOGEL, Anleitung zum Gebrauche des Mikroskops. Leipzig 1841. — H. v. MOHL, Mikrographie. Tübingen 1846. — P. HARTING, Das Mikroskop, 2. deutsche Originalausgabe, besorgt von THEILE, 3 Bde., Braunschweig 1866. — W. CARPENTER, The Microscope. 4. Auflage. London 1868. — L. BEALE, How to work with the Microscope. 4. Auflage. London 1867, und The Microscope in its application to practical medicine. 3. Auflage. London 1866. — H. SCHACHT, Das Mikroskop. 3. Auflage. Berlin 1862. — C. NÄGELI und S. SCHWENDENER, Das Mikroskop. Leipzig 1867. — L. DIPPEL, Das Mikroskop und seine Anwendung. Braunschweig Bd. 1, 1867 und Bd. 2, 1869 (1872). — C. ROBIN, Traité du Microscope etc. Paris 1871.

Erster Abschnitt.

Die Theorie des Mikroskops.

Man hat das menschliche Auge, das wundervolle Organ, vielfach einer Camera obscura verglichen, und in der That ist dieser Vergleich ein treffender. Wie bei letzterer die Sammellinse ein umgekehrtes verkleinertes Bild im Hintergrunde des Apparates entwirft, welches von der matten Glasplatte aufgefangen wird, so erzeugt die Gesamtheit der brechenden Medien des Auges in der Tiefe desselben das nämliche umgekehrte verkleinerte Bild, welches die Nervenhaut aufnimmt.

Wohl einem jeden unserer Leser dürfte es bekannt sein, dass das Ausmaass, welches ein Gegenstand dem Auge zu besitzen scheint, von der Grösse des sogenannten Seh winkels abhängig ist, eines Winkels, den man erhält, wenn man die korrespondirenden beiden Endpunkte des Objectes und des in dem Auge entworfenen Bildes durch gerade Linien verbindet.

Ein Blick auf Fig. 1 wird das eben Erwähnte versinnlichen. Die gekrümmte

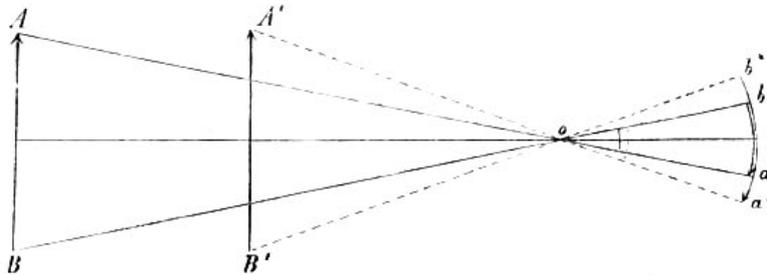


Fig. 1. Sehwinkel und scheinbare Grösse des Gegenstandes.

Linie bei ba stellt das in dem Grunde des Auges entworfene Bild des bei AB vor dem Sehwerkzeug befindlichen Pfeiles dar: a ist durch eine Linie mit A , b durch eine zweite mit B verbunden. Es entsteht so der Sehwinkel $AoB = boa$. Alle Körper, deren Endpunkte die Linien Aa und Bb berühren, ergeben sich dem Auge gleich gross. Eine dicht vor das Auge gehaltene Nadel kann unter diesen Um-

ständen das gleiche Ausmaass wie eine entfernte im Freien aufgestellte hohe Stange zu besitzen scheinen. Rückt der Pfeil dem Auge näher, etwa nach A^1B^1 , so entwirft er das Bild b^1a^1 ; es entsteht der Sehwinkel A^1oB^1 ; der Pfeil erscheint also grösser. Sinkt der Sehwinkel unter eine gewisse Kleinheit herab, so hört der Gegenstand auf sichtbar zu sein. Einen starken Draht in grosser Entfernung nimmt beispielsweise unser Auge nicht mehr wahr. Nähern wir den Draht mehr und mehr, wobei also der Sehwinkel steigt, so erscheint er zunächst als feiner Faden, dann unter zunehmendem Quermesser. Kleine Gegenstände betrachtet man darum instinktmässig in einer gewissen Nähe.

Allein eine fortgesetzte Annäherung findet schliesslich auch ihre Grenze; der Draht, welchen wir eben noch deutlich sahen, wird undeutlich und zuletzt, dem Auge ganz nahe gerückt, hört er auf sichtbar zu sein.

Worauf beruht nun dieser letztere Umstand?

Es ist bekannt, dass das durch eine Sammellinse entworfene Bild eines Körpers seine Lage ändert, wenn dieser entfernt oder genähert wird. In ersterem Falle rückt jenes Bild der Linse näher, im letzteren steht es in grösserer Entfernung hinter derselben. Da nun das menschliche Auge einer Linse ähnlich wirkt und nur dann ein genaues Sehen stattfindet, wenn die von einem Punkte des Gegenstandes kommenden Lichtstrahlen so gebrochen werden, dass sie auf der Retina wieder zur Vereinigung gelangen, so würde eigentlich nur bei einer einzigen Entfernung ein scharfes Bild möglich sein. Allein die tägliche Beobachtung lehrt etwas Anderes. Wir sehen entfernte und nahe Gegenstände nach einander gleich genau. Das Auge muss also einen Korrekptionsapparat in sich besitzen, um seine brechenden Medien nahen und fernen Körpern anzupassen; es *akkommodirt* sich, wie der Physiologe sagt.

Dieses Akkommodationsverfahren, abgesehen von allen individuellen Schwankungen, ist aber nur ein begrenztes. Das Bild des dem Auge mehr und mehr genäherten Gegenstandes fällt endlich hinter die Retina. In unserer Fig. 2 wird der bei A stehende Pfeil ein deutliches Bild ergeben, indem die von einem Punkte p ausgehenden divergenten Lichtstrahlen auf dem Punkte r der Nervenhaut des Auges zur Vereinigung gelangen.

Wird der Pfeil aber bis B dem Sehwerkzeuge genähert, so ist jene Vereinigung auf der Nervenhaut nicht mehr möglich. Die von p^1 austretenden Lichtstrahlen treffen erst hinter jener bei r^1 zusammen.

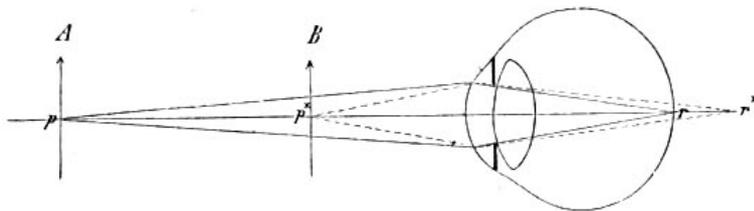


Fig. 2. Stellung eines Gegenstandes und Vereinigung der von ihm ausgehenden Strahlenkegel im Auge.

Sehr kleine Gegenstände werden also bei einer übermässigen Annäherung dem menschlichen Auge nicht ohne Weiteres sichtbar; es bedarf hierzu, wie wir bald sehen werden, anderer Hilfsmittel.

Man nennt die Entfernung, bei welcher ein mittelgrosser Körper von dem Auge am schärfsten wahrgenommen wird, die *mittlere Sehweite*. Einem normalen Auge pflegt man eine solche von 8 oder 10 Zoll oder auch von 25 Centimeter zuzuschreiben. *Nahpunkt* wird die grösste Annäherung genannt, bei welcher ein Objekt noch deutlich sichtbar ist. Kurzsichtige Augen gestatten eine Annäherung um einige Zoll mehr, weitsichtige finden schon früher ihre Grenze; erstere brechen stärker, letztere schwächer.

Wohl aber kann ein derartiger kleiner Körper sichtbar gemacht werden, wenn wir zwischen ihn und das Auge eine sammelnde Linse einschieben. Der Grund davon ist leicht einzusehen.

Der Punkt Fig. 3 in der Stellung bei O entwirft sein Bild erst bei r , ist also dem Auge nicht mehr wahrnehmbar. Schieben wir die Linse L , deren Brennpunkt bei F ist, dazwischen, so erhalten die Lichtstrahlen die durch die ausgezogenen Linien angedeutete Richtung, gelangen in schwacher Divergenz an das Auge und kommen auf der Nervenhaut bei R zur Vereinigung. Hier entsteht also ein deutliches Bild.

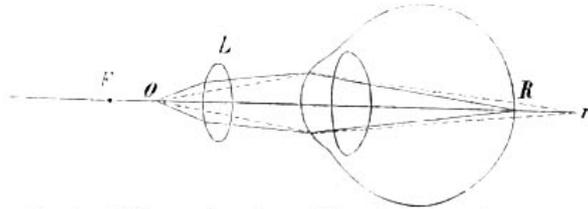


Fig. 3. Wirkung einer Sammellinse bei einem dem Auge genäherten Objekt.

Man wird bei Anwendung einer derartigen Sammellinse aber auch noch die Beobachtung machen, dass das so gewonnene Bild des Körpers in vergrößerter Gestalt zur Wahrnehmung kommt.

Worauf beruht nun dieses?

Nehmen wir an, das Objekt Fig. 4 stehe bei AB , und zwischen es und das Auge sei eine Sammellinse gebracht worden. Die von einem Punkte des Pfeiles,

z. B. von A , ausgehenden Strahlenkegel lassen ihre Strahlen Ab , AC , Ac an die Linse herantreten und dieselben, mit Ausnahme des Strahles AC , werden durch die Linse gebrochen nach bI und cI . Sie gelangen also in schwach divergenter Richtung, als ob sie von dem entfernter gelegenen Punkte A^* hergekommen seien, an das Auge und werden auf der Retina zum Punkte vereinigt.

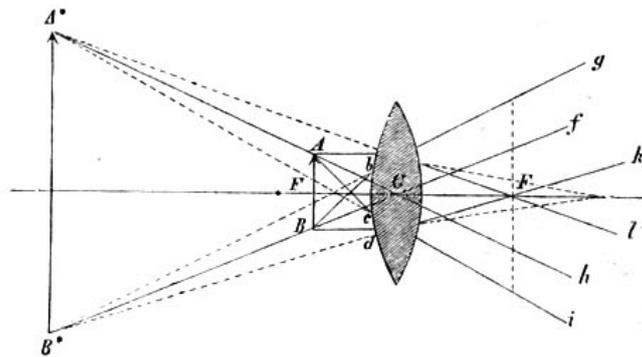


Fig. 4. Vergrößerung eines Gegenstandes durch die Sammellinse.

Dasselbe wiederholt sich für den Strahlenkegel B u. s. w.; es entsteht somit also ein umgekehrtes Bild des Pfeiles im Auge. Der Gegenstand erscheint aber dem Sehwerkzeuge nicht bei AB , sondern bei A^*B^* gelegen, also vergrößert. Um sich zu überzeugen, dass das durch eine Sammellinse gewonnene Bild immer entfernter gesehen wird, als das Objekt selbst, betrachte man den Rand eines Papierblattes durch die Linse und versuche mit einer Nadelspitze jenen Rand zu treffen. Man wird dabei regelmässig in einiger Entfernung unterhalb des Blattes die Nadelspitze hin führen.

Man pflegt derartige Sammellinsen mit dem Namen der Lupen zu versehen, so lange ihre vergrößernde Kraft nur eine schwächere bis etwa 15 und 20 ist, und so lange sie bei dem Gebrauche bequem durch die menschliche Hand geführt werden können. Ist das Vergrößerungsvermögen solcher Linsen ein stärkeres, so dass zu ihrem Gebrauche ein Gestell, welches sie trägt, nothwendig wird, so ergiebt beides vereinigt das einfache Mikroskop. Es versteht sich von selbst, dass es eine scharfe Grenze zwischen beiderlei Instrumenten nicht giebt, indem



Fig. 5. Einfacher Lupenträger von Nachet.

man auch schwache Sammellinsen an dem Stativ befestigt und mannichfache sogenannte Lupenträger existiren (Fig. 5).

Man besitzt sehr verschiedenartige Lupen, über welche wir auf ausführlichere Schriften verweisen müssen. Ihr Werth und ihre Anwendung für die Naturforschung sind ebenfalls allzubekant, als dass wir nöthig hätten, davon weiter zu sprechen. Eine gute, etwa 10—15 Mal vergrößernde Lupe ist unentbehrlich.

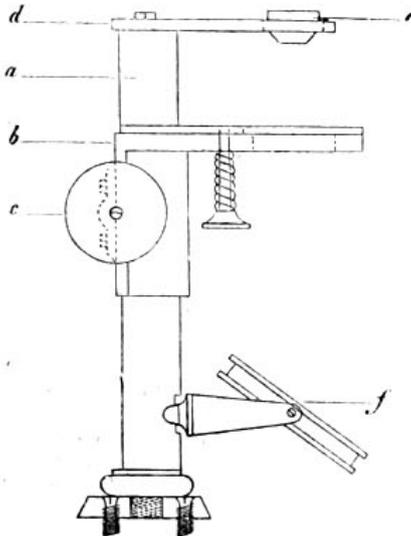


Fig. 6. Einfaches Mikroskop von Plössl.

Das einfache Mikroskop von Plössl in Wien erblicken wir in Fig. 6. Eine metallene Stange (a) trägt in halber Höhe eine im Zentrum durchbohrte horizontale Platte, den sogenannten Tisch des Mikroskops (b). Dieser kann durch das Triebwerk (c) höher und tiefer gestellt werden. Zur Erleuchtung des auf der Tischplatte ruhenden Untersuchungsobjektes dient der unterhalb jener angebrachte bewegliche Spiegel (f). Will man den Gegenstand nicht bei durchfallendem, sondern bei auffallendem Lichte, nach der Art unseres gewöhnlichen Sehens, durchmustern, so wird der Spiegel ausser Wirksamkeit gesetzt oder eine undurchsichtige Platte auf den Tisch gelegt. Der am oberen Ende der Stange befindliche horizontale Arm (d) trägt das vergrößernde Glas, die Linse (e). Sie kann aus der Oeffnung des Armes herausgenommen und durch eine andere ersetzt werden.

Ebenfalls eine ganz zweckmässige Form besitzt das einfache Mikroskop von NACHET in Paris (Fig. 7). Die Bewegung geschieht durch ein Triebwerk, welches die Linse höher oder tiefer stellt, im Gegensatze zum Plössl'schen Stativ, wo der Tisch auf- und niedergeht. Zwei herabgebogene Ansatzplatten an letzterem dienen zum Auflegen der Hände bei der Präparation. Zur Fixirung des Objektes besitzen beide Instrumente Klammern auf dem Tisch.



Fig. 7. Einfaches Mikroskop von NACHET.

Das einfache Mikroskop ist als Präparirinstrument noch heutigen Tages dem Naturforscher ein ganz unentbehrliches Werkzeug. Es kommt jedoch für wissenschaftliche Untersuchungen gegenwärtig wenig oder gar nicht mehr zur Verwendung.

Verbindet man die vergrößernde Linse des einfachen Mikroskops mit einer darüber befindlichen Röhre, so wird, wenn der Gegenstand sich etwas ausserhalb des Brennpunktes der Linse befindet, von jenem im Innern der Röhre ein vergrössertes umgekehrtes Bild entworfen. Wir können aus Fig. 8 dieses Verhältniss leicht ersehen. Verbinden wir die Linse L mit einem Trichter, dessen Diameter von e^* nach d^* reicht, so können wir an dieser Stelle durch eine matte Glasplatte das Bild auffangen.

Wird dieses Luftbild durch eine Sammellinse abermals vergrössert, so erhalten wir das zusammengesetzte dioptrische Mikroskop. Die Verschiedenheit beider Instrumente beruht also darin, dass wir durch das einfache Mikroskop den Gegenstand selbst, durch das zusammengesetzte dagegen das vergrösserte verkehrte Bild des Gegenstandes erblicken. Unsere Fig. 8 kann uns so in einfachster Form das zusammengesetzte Mikroskop versinnlichen. Die in der

Höhe von e^* d^* vereinigten Strahlenkegel c^* a^* b^* erreichen divergierend die obere Linse und gelangen durch diese gebrochen unter schwacher Divergenz zum menschlichen Auge. Zugleich aber finden wir, dass die von den Endpunkten d und e des Pfeiles ausstrahlenden Lichtkegel zwar in d^* und e^* zur Vereinigung kommen, aber nicht mehr von der oberen Linse übersehen werden. Wir überblicken also in unserem Beispiele nur die Länge $b-c$ des Pfeiles. Ein kleinerer, in diese Dimensionen eingegrenzter Pfeil (s. Fig. 8 unten) würde dagegen ganz zur Wahrnehmung gelangen. Die punktierten Linien, welche nach c^{**} und b^{**} leiten, die Verlängerungen der durch die obere Linse gebrochenen Strahlen, ergeben zugleich die scheinbare Grösse, unter welcher wir den Pfeil b^*c^* erblicken.

Noch in einer Hinsicht bedarf das Bild des Pfeiles $c^* a^* b^*$ einer Erörterung, indem es gekrümmt erscheint, während der Pfeil selbst geradlinig ist. Halten wir fest, dass der Vereinigungspunkt eines Strahlenkegels in Folge der Annäherung weiter hinter die Linse zurückfällt, als derjenige eines entfernteren, und bedenken wir, dass b und d , c und e weiter vom optischen Mittelpunkt der Linse abstehen als a , so wird schon hieraus eine Wölbung der Bildfläche begreiflich.

Die Kenntniss vergrößernder Gläser und die Kunst, sie zu schleifen, besaßen schon das Alterthum und das frühe Mittelalter. Die Erfindung des zusammengesetzten Mikroskops fällt dagegen in eine beträchtlich spätere Epoche. Es unterliegt wohl keinem Zweifel mehr, dass ein einfacher holländischer Brillenschleifer, ZACHARIAS JANSSEN in Middelburg, wahrscheinlich um das Jahr 1500 das erste derartige Instrument hergestellt hat. Ohne hinreichende Begründung sind von anderen Seiten der Niederländer CORNELIUS DREBBEL, GALILEI und ein anderer Italiener, FONTANA, als Entdecker genannt worden. Mit gewohnter Sorgfalt hat vor Jahren HARTING diese Erfindungsfrage untersucht.

Die ältesten zusammengesetzten Mikroskope waren aber sehr unvollkommene, mit den grössten optischen Mängeln behaftete Instrumente. Jene Unvollkommenheiten machten sich schon bei schwächeren Vergrößerungen fühlbar genug und erreichten in rascher Progression bei etwas stärkeren Gläsern eine solche Ausdehnung, dass das Ganze geradezu unbrauchbar wurde.

Um dieses einzusehen, müssen wir uns einige bekannte Sätze der Dioptrik in das Gedächtniss zurückrufen.

Mit dem Namen des Oeffnungswinkels der Linse bezeichnet man den Winkel, welcher durch den Fokus und die beiden Endpunkte des Linsendurchmessers erhalten wird. So ist gfn der Oeffnungswinkel unserer Fig. 9. Nur so lange dieser Winkel klein bleibt, gelangen die Rand- und Zentralstrahlen wirklich

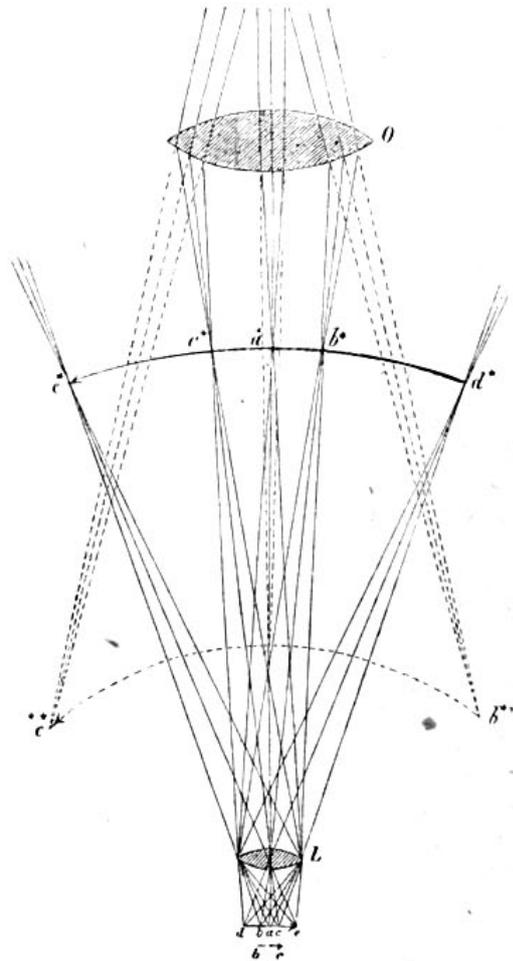


Fig. 8. Das zusammengesetzte Mikroskop in vereinfachter Gestalt.

... und die nächsten 10 Seiten ...
... and the next 10 pages ...

skop in Gestalt doppelrandiger tropfen- und klumpenartiger Massen, und kommt ebenfalls nicht auf das Nervensystem beschränkt vor.

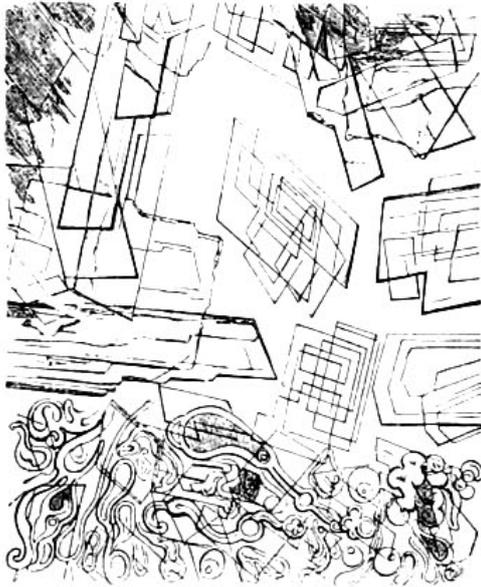


Fig. 188. Krystalle des Cholestearin und Abscheidungen des sogenannten Myelin.

57° 20'), und ist meistens so leicht kennbar. Ebenso zeigt es gewisse charakteristische Reaktionen. Setzt man den Krystallen unseres Stoffes unter dem Mikroskop ein Gemenge von 5 Theilen Schwefelsäure (von 1,85 spez. Gew.) und 1 Theil Wasser zu, so entsteht ein eigenthümlicher Farbenwechsel. Die Ränder der Tafeln werden karminroth, dann unter einer beginnenden Auflösung zu Tropfen violett. Wendet man Iod und Schwefelsäure an, so nimmt reines Cholestearin ein blaues, verunreinigtes ein violettes, röthliches oder auch missfarbiges Kolorit an. Das Ganze gewährt ein hübsches mikroskopisches Bild, ist aber in der Regel, da meistens die Krystallform zur Erkennung des Cholestearin vollkommen ausreicht, ohne allen praktischen Werth.

Wir haben endlich noch der für die Erkennung der Nervenendigungen zur Zeit üblichen Untersuchungsmethoden zu gedenken.

Dieselben sind je nach der Beschaffenheit der in Frage kommenden Theile sehr verschiedener Art, indem neben dem Durchmustern des möglichst frischen und veränderten Organtheiles noch eine Unzahl verschiedener Methoden, je nach den Körpertheilen zur Verwendung kommen.

Beginnen wir mit der Endigungsweise der motorischen Nerven, und zwar derjenigen in den quergestreiften Muskeln.

Es ist hier zunächst das dem eben getödteten Thiere entnommene Gewebe zu verwenden, da gerade vor Eintritt der Todtenstarre die Muskelfäden eine beträchtliche Durchsichtigkeit darbieten, welche sie bald gegen eine trübere Beschaffenheit vertauschen. Bei derartigen Beobachtungen wird das Objekt entweder ohne alle Zusätze untersucht, und nur mit einem dünnen Glasplättchen bedeckt (das man höchstens, um eine glatte Oberfläche zu erzielen, sehr vorsichtig etwas andrücken darf), oder unter Beigabe indifferenten Flüssigkeiten. Indessen eignen sich zu solchen Beobachtungen nur einzelne, besonders dünne, membranöse Muskeln.

Die Augenmuskeln kleiner Säugethiere und unter ihnen auch der Retractor bulbi (Katze), sowie der Psoas jener, ferner die platten Muskeln, welche beim Frosch vom Zungenbein zum Unterkiefer treten, und der Hautbrustmuskel dieses

Unsere Fig. 188 kann uns in ihrer unteren Hälfte von dieser optischen Beschaffenheit jener Substanz eine Vorstellung gewähren. Der obere Theil der Zeichnung wird dagegen eingenommen von den Krystallen des sogenannten Cholestearin, einer eigenthümlichen, durch den Thierkörper weit verbreiteten Substanz (welche später auch durch BENEKE und KOLBE in der Pflanze entdeckt worden ist). Dieses Cholestearin bildet einen Bestandtheil der Nervensubstanz, kommt freilich in sehr geringer Menge im Blut, reichlicher in der Galle (und besonders in Gallensteinen), ebenso, mit Ausnahme des Harns, auch in den meisten andern thierischen Säften vor; endlich tritt es in pathologischen Flüssigkeiten und Geschwülsten auf, und hat die Bedeutung eines Zersetzungsproduktes.

Es erscheint in sehr zierlichen, dünnen, rhombischen Tafeln (mit spitzen Winkeln von 79° 30', aber auch 87° 30', ja nur

Thieres, die sehr kurzen Schwanzmuskeln der Eidechse etc., können mit Nutzen verwendet werden.

So gelingt es dem auch beim Frosche, an passenden Objekten ohne Mühe Bilder nach Art unserer Fig. 189 zu erhalten, die Theilung der dunkelrandigen Primitivfasern in markhaltige Aeste und die fortgehende Zerspaltung in feinere dunkle Zweige zu verfolgen, bis endlich blasse feine Endzweige an den Muskelfäden zu endigen scheinen. Und in der That glaubte man Jahre lang hier zu den letzten Terminalästen vorgedrungen zu sein.

Eine Reihe in der letzten Zeit vorgenommener Untersuchungen lehren, dass diese früheren Ansichten jedenfalls unhaltbar sind, und dass die Nervenverbreitung über jene angeblichen Terminalzweige hinaus statt findet. Die Ergebnisse der von KÜHNE, MARGO, KÖLLIKER, ROUGET, KRAUSE, ENGELMANN u. A. angestellten Beobachtungen gehen indessen aus einander. Doch lässt sich nach unbefangenen Prüfungen nicht mehr bezweifeln, dass der Nerv des Sarkolemma durchbohrt (wobei sein Neurilem in letzteres übergeht), und unter demselben in einer kernführenden feinkörnigen plattenartigen Masse sein Ende nimmt. Diese letztere geht aber an ihren Rändern und der Innenfläche ununterbrochen in die Fleischmasse des Muskelfadens über (ROUGET, ENGELMANN).

Die betreffenden Terminalgebilde, welche man mit dem Namen der »Endplatten« passend bezeichnet hat, zeigt unsere Fig. 190 aus dem Psoas des Meer-schweinchens links im Profil, rechts von oben her. Bei Säugethieren, wo sie wohl ausgebildet erscheinen, besitzen die Endplatten ein im Mittel zwischen 0,004 bis 0,0060mm wechselndes Ausmaass. Die Zahl ihrer Kerne schwankt zwischen 4, 6, 10 und 20.

Bei den niederen Wirbelthieren vereinfacht sich die Endplatte mehr und mehr.

Indessen, wie neuere Untersuchungen (KÜHNE, ENGELMANN) gezeigt haben, ist in jener Endplatte noch nicht das ganze Verhältniss wiedergegeben. Passende Profilansichten lehren, dass der Axenzylinder unter Theilung zu einer baumförmigen Figur in dem Aussentheile der Endplatte sich verbreitert. Unter ihm »wie eine Sohle« liegt die granulierte, kernführende Masse.

Die meisten Hülfsmittel, deren man sich zur Zeit bedient hat, sind einmal darauf

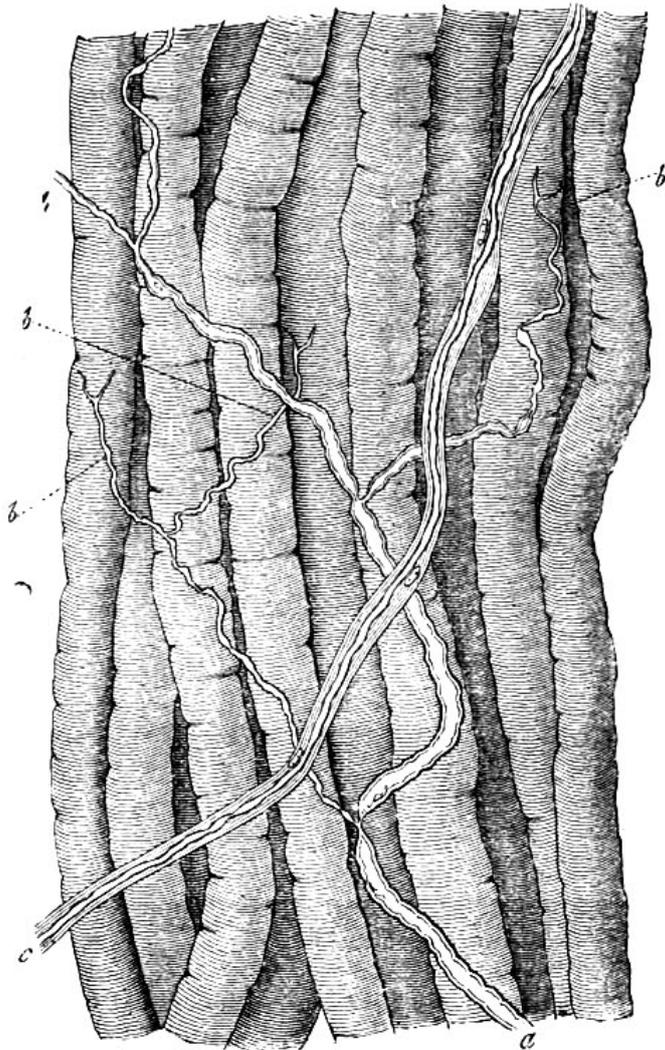


Fig. 189. Ausstrahlung der Nerven in den willkürlichen Muskeln vom Frosche. Eine Nervenfasern *a* ohne Neurilem mit mehrfach sich wiederholender Theilung bis zu einigen feineren Aesten *bb*; *c* eine Nervenfasern mit einem Neurilem einfachster Art ohne Theilung.

berechnet, dem ganzen Muskel oder wenigstens einem Theil desselben eine möglichst grosse Durchsichtigkeit zu verleihen, um so die Ausbreitung der Nervenfasern besser verfolgen zu können, als es das unveränderte Gewebe gestattet, dann zweitens, die quergestreiften Muskelfäden unter möglichster Schonung isolirt, von ihrem interstitiellen Bindegewebe befreit, der Beobachtung zu unterwerfen.

Zum ersteren Zwecke sind Alkalien unbrauchbar, sehr gut dagegen verschiedene Säuren in hochgradiger Verdünnung.

KÖLLIKER empfiehlt S. 12—16 Tropfen des Acidum acet. concentr. der bayerischen Pharmakopoe von 1,045 spez. Gewicht mit Wasser auf 100 Kcm. zu verdünnen und in demselben den Brusthautmuskel des Frosches $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden lang einzulegen, nach welcher Zeit er glasartig durchsichtig werden soll. Ich habe mit 1—2 Tropfen Essigsäurehydrat auf 50 Kcm. Wasser das gleiche Resultat erzielt. Auch für die Muskeln anderer Thiere erweist sich hochverdünnte Essigsäure sehr brauchbar (ENGELMANN) — und auch ich möchte jener Säure für derartige Zwecke den ersten Rang einräumen. — In einer Essigsäure von 1—2 $\frac{0}{0}$ können alsdann derartig aufgehellte Muskeln einige Zeit lang aufbewahrt werden.

Ebenfalls ist die Salzsäure von 0,1 $\frac{0}{0}$ ein zweckmässiges Reagens. Nach 8—12 Stunden bei der gewöhnlichen Zimmertemperatur hat sie den Muskel in einen ähnlichen Zustand versetzt.

Auch die Salpetersäure von der gleichen Konzentration wie die Chlorwasserstoffsäure mit 24stündiger Einwirkung ist brauchbar.

Behandlungen mit Höllenstein empfiehlt uns COHNHEIM, ebenso mit Goldchlorid, wo KRAUSE beistimmt.

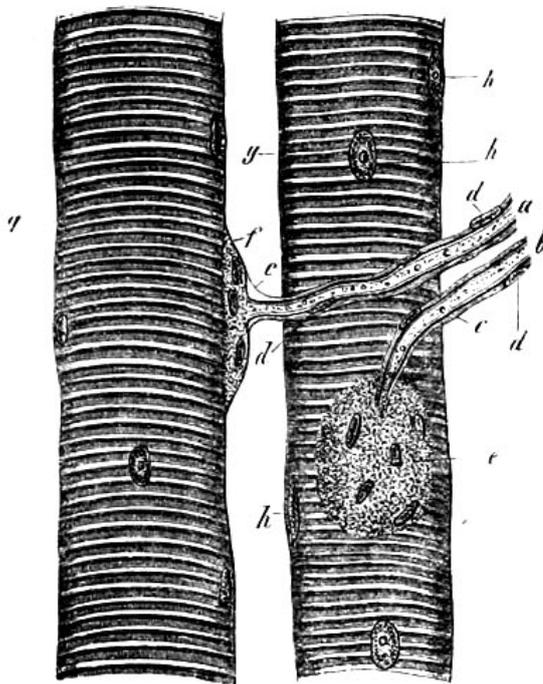


Fig. 190. Zwei Muskelfäden aus dem Psoas des Meer-schweinchens. *ab* die Primitivfasern und ihr Uebergang in die beiden Endplatten *ef*; *c* Neurilem übergehend in das Sarkolemma *gg*; *h* Muskelkerne.

Zerzupfen aus dem gequollenen Bindegewebe zu isoliren. Auch das Einlegen in eine 2 $\frac{0}{0}$ ige Solution des chromsauren Kali lieferte ihm taugliche Präparate mit nachfolgender Essigsäureeinwirkung von 25 $\frac{0}{0}$. Ferner rühmt er Sublimatlösungen von 0,3—0,5 $\frac{0}{0}$, welche nachträglich mit der gleichen Säure behandelt werden, und endlich Schwefelsäure von 0,1 $\frac{0}{0}$.

Indessen auch die noch lebenden Muskelfasern, glücklich auf mechanischem Wege isolirt, geben oft die bezeichnendsten Bilder.

Zur weiteren Isolirung der Muskelfäden (natürlich in möglichst schonender Weise) haben wir von KÜHNE gute Vorschriften erhalten.

Derselbe vermochte durch das schon oben S. 191 beim Muskelgewebe erwähnte Gemisch von Salpetersäure und chlorsaurem Kali zwar sehr hübsch die Muskelfäden mit der ansitzenden Nervenfasern zu isoliren; aber die weitere Verbreitung der letzteren liess sich nicht ermitteln. Dagegen bildet die gleichfalls schon von uns besprochene Behandlung mit höchst verdünnter Schwefelsäure und der nachfolgenden Digestion in Wasser ein sehr zweckmässiges Verfahren.

KRAUSE empfiehlt ferner die Muskeln mehrere Tage lang in Essigsäurelösung von 33 $\frac{0}{0}$ einzulegen und dann die Fäden durch vorsichtiges

Um die baumförmige Ausbreitung der Nervenfasern in der Endplatte zu sehen, empfehlen sich weniger die so leicht zersetzlichen Gebilde der Warmblüter, als die beschuppter Amphibien. Eine Eidechse oder eine Ringelnatter, 24 Stunden vorher durch Zerstörung des Centralnervensystems getödtet, liefert mit Zusatz einer Kochsalzlösung von 0,5% sehr bezeichnende Ansichten (ENGELMANN).

Die Endigungsweise der Nervenfasern in der glatten Muskulatur ist bei weitem schwieriger zu verfolgen als in dem quergestreiften Gewebe, und unsere Kenntniss desshalb hier eine ganz unsichere. Als passendste Untersuchungsobjekte gelten zur Zeit die breiten Mutterbänder des Kaninchens (FRANKENHÄUSER), sowie die Harnblase und kleinen Arterien des Frosches (KLEBS, ARNOLD). Man hat hochverdünnte Essig- und Chromsäure hier zu versuchen. KLEBS empfiehlt eine mit schwefliger Säure versetzte 5%ige Rohrzuckerlösung und nachträgliches Einlegen in phosphorsaures Natron, FRANKENHÄUSER hochverdünnte Chromsäure $\frac{1}{37}$ — $\frac{1}{50}$ % oder auch Essigsäure von 20%. Sehr genaue Vorschriften verdanken wir endlich ARNOLD. Man lege die Objekte 2—4 Minuten in 4 Cem. einer Essigsäure von 0,5—1% und dann noch $\frac{1}{2}$ Stunde weiter in die gleiche Menge einer Chromsäure von 0,01%. Auch die Behandlung quergeschnittener gefrorener Muskeln mit Chlorgold- und Chromsäurelösungen fand jener Forscher zweckmässig. Die Vergoldung mit der Modifikation von HÉNOQUE (S. 98) ist aber die beste der Methoden.

Nach den Untersuchungen von FRANKENHÄUSER und ARNOLD ist die Endigung aber eine ganz eigenthümliche. Jene Nerven bilden mehrfache Geflechte. Ein sekundärer Plexus dieser Art liegt der Muskelschicht dicht an (Fig. 191). Er besteht aus feinen, blassen, kernführenden Fäden. Von ihm entspringen noch dünnere Fasern, um ein neues engmaschiges Netzwerk zu bilden, dessen höchst feine Endfibrillen in dem Nukleolus der kontraktile Faserzelle endigen sollen. Unsere nebenstehende Figur wird dieses Verhältniss dem Leser versinnlichen können. Doch ist in neuerer Zeit die Richtigkeit jener Angaben wieder sehr fraglich geworden. ENGELMANN konnte keine Spur dieser Endigungsweise bei einer Nachprüfung sehen — und wir sind ebenfalls nicht glücklicher gewesen. Auch KLEIN sah kürzlich nur ein sehr enges Endnetz.

Interessante Objekte bieten dann dem Mikroskopiker die in älterer und neuerer Zeit vielfach durchmusterten Nerven der Hornhaut des Auges dar.

Dieselben verlieren sehr bald nach ihrem an der Peripherie der Cornea geschehenden Eintritt die Markscheide, werden blass und bilden einen das Hornhautgewebe durchziehenden Plexus sehr feiner Fibrillen mit kernführenden Anschwellungen der Knotenpunkte. Von diesem Netzwerke treten nun nach zwei Richtungen Nervenfasern ab, von welchen die einen im Hornhautgewebe selbst endigen, während die andern nach Durchbohrung der vorderen homogenen Grenzschicht (HOYER) im Epithel ihr Ende finden (COHNHEIM).

Zur Untersuchung verwendet man natürlich den Theil aus einem eben getödteten Thiere. Man kann hier, z. B. bei einer Froschhornhaut, so verfahren (KÜHNE), dass man eine spitze Messerklinge dicht neben dem Sklerarande einsticht, den her-

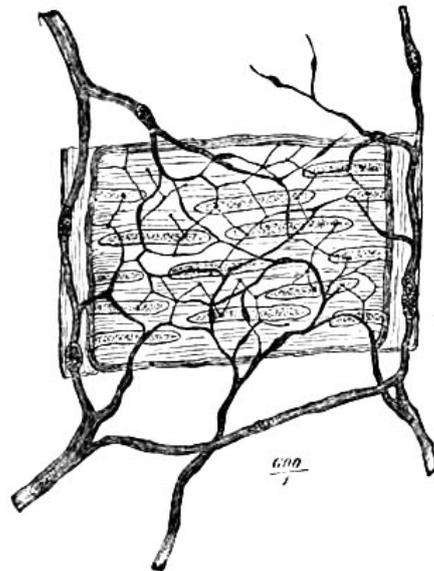


Fig. 191. Angebliche Nervenendigung in der Muskulatur einer kleinen Arterie des Frosches nach Arnold.

vorquellenden Humor aqueus mit einer Pipette aufsaugt, die Cornea mittelst einer scharfen feinen Scheere rasch lostrennt, und mit der geringen Menge Humor aqueus, welcher in der Pipette befindlich ist, auf einen Objekträger bringt. Das Ganze kommt dann in die früher (S. 61) geschilderte feuchte Kammer, um Stunden lang unter dem Mikroskop zu verweilen, und hierbei nicht allein den Nervenverlauf, sondern noch mancherlei merkwürdige Dinge in schonendster Weise allmählich zu enthüllen.

Das erwähnte Verfahren mit geringen Modifikationen kann natürlich auch für andere Thiere benützt werden. Im Allgemeinen empfehlen sich die Hornhäute kleinerer Thiere, der Maus und Ratte, des Eichhörnchens. Man nimmt sie mit Erhaltung einer schmalen Zone der Sklera heraus, und wird dann meistens in der Richtung der Radien mehrfach einzuschneiden genöthigt sein.

Will man Reagentien verwenden, so empfiehlt sich hier zunächst in hoher Verdünnung die von KÖLLIKER für die Muskelnerven (S. 216) empfohlene Essigsäure (MÜLLER und SAEMISCH). Schon nach 10—15 Minuten lässt sich das Epithelium mittelst der Pinzette abheben, während für die Nervenuntersuchung eine wenigstens mehrstündige Einwirkung des Reagens erforderlich ist. Günstig ist ebenfalls die Wirkung einer sehr verdünnten Chromsäure ($0,1 - 0,01\%$), welcher man $0,25\%$ Kochsalz zusetzen kann, wenigstens beim Frosch (KÜHNE).

Ueber die Endigung der Hornhautnerven im eigentlichen Kornealgewebe ist noch kein sicheres Resultat gewonnen worden. Man hat eine Verbindung der Endfibrillen mit den Zellenfortsätzen der strahligen Hornhautkörperchen angenommen (KÜHNE), man hat von einem Endigen im Nukleolus letzter Elemente berichtet (LIPMANN, LAVDOWSKY), während Andere jede Verbindung mit der Hornhautzelle läugnen (so z. B. ROLLETT, KLEIN).

Um das Eindringen der (höchst feinen) Nervenfasern in das Epithel der Bindehaut zu erkennen und so die schöne Entdeckung COHNHEIM's zu bestätigen, greife man zum Goldchlorid (S. 97), und verwende die Augen von Meerschweinchen und Kaninchen (Fig. 192). Die Cornea des Frosches zeigt übrigens ohne Reagentien beim Verweilen in der feuchten Kammer schon ihre epitheliale Nervenausbreitung (ENGELMANN).

So hätten wir also in sicherster Weise ein Eindringen und Endigen feinsten Nervenfasern in einer Epithelialschicht kennen gelernt.

Noch manche andere Beobachtungen verwandter Natur liegen aus neuer und neuester Zeit vor.

Noch manche andere Beobachtungen verwandter Natur liegen aus neuer und neuester Zeit vor.

So berichtet uns HENSEN, dass er am Schwanz der Froschlarven Terminalzweige der Hautnerven in Gestalt unendlich feiner Fädchen in den Kernkörperchen der Epidermoidalzellen habe endigen sehen. Gleiches giebt kürz-

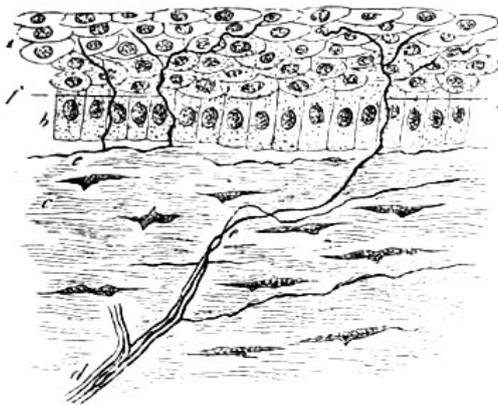


Fig. 192. Die Hornhaut des Kaninchens im senkrechten Durchschnitt nach Behandlung mit Chlorgold. *a* die älteren, *b* die jungen Epithelialzellen der Vorderfläche; *c* Hornhautgewebe; *d* ein Nervenstämmchen; *e* feinste Primitivfasern; *f* ihre Ausbreitung und Endigung im Epithel.

lich LIPMANN für die Plattenepithelien an der Hinterfläche der Cornea des Frosches an. Er bediente sich des Goldchlorid. Andere konnten diese Beobachtungen (welche eine Parallele mit den kontraktiven Faser- und Hornhautzellen ergeben würden) nicht bestätigen. LANGERHANS — wiederum mit Hülfe der Vergoldungsmethode — fand, dass in der menschlichen Lederhaut Ausläufer blasser Nervenfasern zwischen die Zellen des MALPIGHI'schen Schleimnetzes vordringen, hier wahrscheinlich in kleine strahlige Zellen sich einsenken, deren nach oben gerichtete Fortsätze dann unter der Hornschicht mit leichten Anschwellungen endigen sollen.

Zur Erforschung der ächten Endnetze feiner markloser Nervenfasern, welche man in der letzten Zeit mehrfach beobachtet hat, dient besonders die Vergoldungsmethode.

Um die so zahlreichen Nerven der Zahnpulpa zur ersten Anschauung zu bringen, zertrümmere man einen der grossen Schneidezähne des Kaninchens, und untersuche in Iodserum. Die feinsten Endfibrillen (welche wohl in einen Theil der Zahnröhren eindringen) beobachten sich schwer. Goldchlorid und Osmiumsäure leisten nichts (BOLL). Noch am zweckmässigsten sind Lösungen der Chromsäure.

Wir behandeln, von den höheren Sinnesnerven vorläufig absehend, hier nur die sogenannten Endkolben, die Tast- und PACINI'schen Körperchen, merkwürdige in den letzten Dezennien aufgefundene und näher untersuchte Terminalgebilde.

Die Endkolben, deren Kenntniss wir KRAUSE verdanken, versinnlicht die Zeichnung Fig. 193. Bekanntlich sind die bei den Säugethieren (1. a) von eiförmiger Gestalt, während ihnen bei dem Menschen (2. a) eine mehr kuglige zukommt. Sie gehören vorzugsweise gewissen Schleimhäuten an, können jedoch auch in der äusseren Haut vorkommen.

Man wählt zu ihrer Untersuchung die Bindehaut des Augapfels, bedient sich am zweckmässigsten des ganz frischen warmen Auges eines eben getödteten Schlachthieres, eines Kalbes oder Schweines, wobei Stücke der vorsichtig vom darunter gelegenen Bindegewebe befreiten Konjunktiva ohne Zusätze durchsucht werden, und bei einiger Ausdauer die betreffenden Gebilde durch ihr helles Ansehen in dem Bindegewebe zu erkennen sind. Schwierigkeiten hat indessen eine derartige Beobachtung stets.

KRAUSE hat uns dann mit einem guten Hilfsmittel bekannt gemacht, welches namentlich bei nicht mehr ganz frischen Organen, also beim Menschen, anzuwenden ist; es besteht dieses in einem mehrere Tage bis eine Woche umfassenden Einlegen in gewöhnlichen Essig. In dem aufgehellten Gewebe bemerkt man in zierlicher Weise die Anordnung der Nerven, und findet einzelne Nervenfasern in die jetzt getrübten und dunkelrandigen Endkolben eintreten. Die blassen Endfasern lassen sich jedoch bei dieser Methode nicht mehr gewahren. Ersetzt kann letztere durch verdünnte Essigsäure werden; auch ein Essigsäure-Alkoholgemisch leistet brauchbare Dienste, wie endlich die Karmin-tinktion mit Vortheil zu verwenden ist.

Die Tastkörperchen (Fig. 194), welche an gewissen Stellen der äusseren Haut erscheinen (der Volarfläche der Finger und Zehen, der Hohlhand und Fusssohle etc.), kommen daselbst in einem Theile der Gefühlswärzchen der Cutis eingelagert vor, und stellen ebenfalls ziemlich schwierige Untersuchungsobjekte dar.

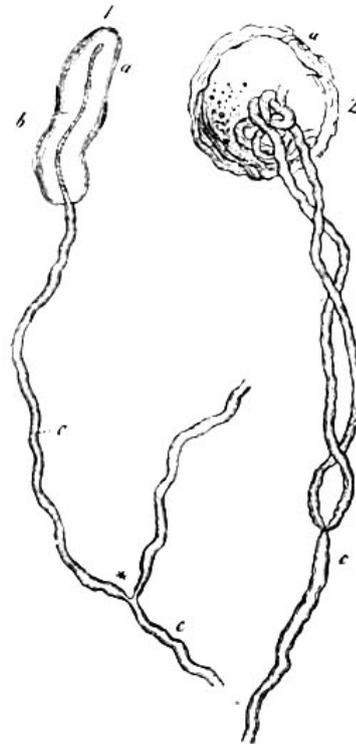


Fig. 193. Endkolben. 1 aus der Konjunktiva des Kalbes. a Kolben; c die markhaltige, bei c sich theilende Nervenfasern; b ihr blasses Endstück. 2 vom Menschen.

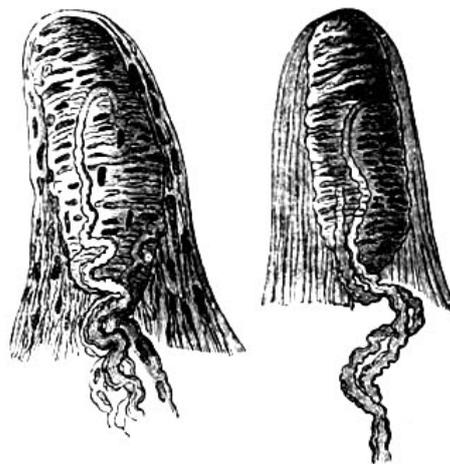


Fig. 194. Zwei Gefühlswärzchen aus der Volarfläche des Zeigefingers mit den Tastkörperchen und deren Nerven.

Gelingt es auch mit passender Behandlungsweise, die Gebilde bald zu erkennen, ebenso sich von ihrer bindegewebigen Natur zu überzeugen, sowie davon, dass die länglichen querstehenden Körperchen ihrer Oberfläche nicht nervöse Gebilde sind, wofür sie Manche erklären wollten, so bietet die Ermittlung der Nervenendigung zur Zeit noch die grössten Schwierigkeiten dar. Nach GRANDRY sollen die Fasern mit Knöpfchen aufhören und immer mehrere der letzteren in einer Papille vorkommen.

Man hat verschiedene Untersuchungsmethoden bei der Beobachtung der Tastkörperchen bisher benutzt.

Die möglichst frische Haut des Menschen ausgespannt erlaubt, mit einer sehr scharfen Messerklinge ziemlich dünne Vertikalschnitte zu entnehmen. Diese bedürfen bei ihrer fibrillären Beschaffenheit weiterer Aufhellungsmittel, und als solche sind besonders zwei in Anwendung gekommen, eine bald mehr konzentrierte, bald mehr diluirte Natronlauge und die verdünnte Essigsäure. Erste gewährt recht hübsche, freilich auch sehr vergängliche Bilder. Dünne Schnitte, in ein Uhrgläschen eingelegt, quellen nach einiger Zeit stark auf, und gestatten alsdann die Epidermoidalschicht abzuziehen. Etwa noch zurückgebliebene Reste des MALPIGHI'schen Schleimnetzes entfernt man durch Abpinseln, und untersucht bei einer stärkeren Beschattung des Sehfeldes, unter Umständen auch mit Anwendung eines Tropfens der Essigsäure. Andere Forscher haben der verdünnten Essigsäure überhaupt den Vorzug vor der Natronlauge gegeben, und in der That kann nicht in Abrede gestellt werden, dass manches Detail der Tastkörperchen und namentlich des Nervenlaufes an und in denselben durch das Reagens bequemer zur Anschauung gebracht wird. Hübsche Ansichten gewähren derartige mit Karmin tingirte Schnitte.

Frische Haut, etwa diejenige der Fingerspitzen, kann, vorsichtig getrocknet, an vertikalen Schnitten ebenfalls brauchbare Anschauungen liefern, um so mehr, wenn man die Karminfärbung zu Hülfe nimmt. Um die beiderlei Gefühlswärzchen in der Haut zu unterscheiden, eignen sich entweder derartig behandelte passende Hautstellen mit natürlicher Injektion, oder nach Einspritzung von Berliner Blau, Chromsäure-, selbst Weingeistpräparate zeigen mitunter recht hübsche Tastkörperchen.

Auch Querschnitte durch den in Weingeist oder Chromsäure erhärteten Papillarkörper der Haut mit Karmin tingirt können nicht entbehrt werden.

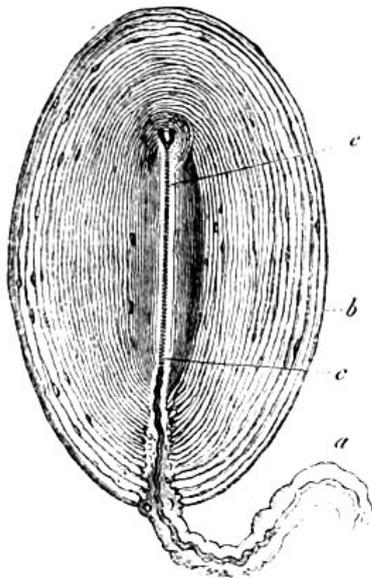


Fig. 195. Pacini'sches Körperchen aus dem Mesenterium einer Katze. *a* Nervenfasern; *b* die Kapseln; *c* der blässrandige Terminalfaden der Nervenröhre.

GERLACH hat uns schon vor Jahren mit einer andern Methode bekannt gemacht. Ein der Volarfläche der Finger entnommenes Hautstückchen wird auf einen Augenblick in heisses, dem Sieden nahes Wasser gebracht. Hierauf zieht man die Epidermis ab, und entfernt noch etwa zurückgebliebene Reste derselben durch ein Bürstchen. Das Hautstückchen wird alsdann einige Tage lang in einer Lösung des chromsauren Kali erhärtet. Nun entnimmt man mit dem Rasirmesser die Querschnitte der Papillen, die mit Wasser verdünnt unter das Mikroskop kommen. Zur Aufhellung dient starke Essigsäure. Man erkennt dann die Querschnitte der Nervenfasern im Innern der Tastkörperchen. Um eine Verwechslung mit querdurchgeschnittenen Kapillargefässen zu vermeiden, bediene man sich der injizirten Haut.

Indessen alle diese Untersuchungsweisen einer früheren Zeit versagen bei ihrer Rohheit den Dienst,

wenn es sich um die Nervenendigung handelt. Hier ist die Gefrierungsmethode in Verbindung mit Metallimprägnationen, wie Goldchlorid, Osmiumsäure und Chlorpalladium, noch das Meiste versprechend.

Es bleiben endlich noch die merkwürdigen PACINI'schen oder VATER'schen Körper (Fig. 195) übrig, die komplizirteste Form jener Terminalkörperchen sensibler Nerven.

Zu ihrer Beobachtung wählt man am zweckmässigsten das Mesenterium der Katze, wo sie sogleich in das Auge fallen, und mit einer geringen Präparation isolirt bei Anwendung indifferenten Flüssigkeiten uns treffliche Bilder darbieten, welche den Bau, die konzentrischen Kapseln (*b*), den eintretenden Nerven (*a*) mit dem blassen Terminalfaden (*c*) leicht erkennen lassen. Letzterer zeigt auch hier eine deutliche Zusammensetzung aus Primitiv- oder Axenfibrillen wie GRANDRY fand und SCHULTZE, MICHELSEN und CIACCIO bestätigen. Vorherige Injektion mit kaltflüssigen transparenten Massen ist ein gutes Hilfsmittel; ebenso kann man zur diluirten Essigsäure und zur Tinktion greifen.

Dünne Chromsäure oder entsprechende Lösungen des chromsauren Kalt können zur Aufbewahrung und Untersuchung ebenfalls verwendet werden. Weniger zweckmässig finde ich Essigsäure-Alkoholgemische. Scharfe Nadeln und das einfache Mikroskop dienen zum Ablösen der Kapsel. Die Versilberung zeigt übrigens an ihnen die bekannte Mosaik.

Die PACINI'schen Körperchen des Menschen erhält man ohne grosse Mühe durch Präparation der Hautnerven der Handfläche und Fusssohle. Die Untersuchungsmethoden bleiben die gleichen wie bei der Katze.

Die Texturverhältnisse des Nervensystems beim Fötus und die Entstehungsgeschichte der Formelemente sind zur Zeit noch keineswegs mit wünschenswerther Sicherheit gekannt. Man verwende möglichst frisch eingelegte, in dünnen Lösungen der Chromsäure oder des chromsauren Kali langsam und schwach gehärtete Embryonen unserer Haussäugethiere oder des Huhnes.

Für peripherische Nerven der Fötalperiode erhält man leicht manche bezeichnende Ansicht an frischen Larven der Frösche und Salamander. Man kann sich hier neben Höllestein- und Chlorgoldbehandlung (EBERTH) eines von HENSEN angegebenen, ganz vortrefflichen Verfahrens bedienen. Man taucht die Larve 20 bis 50 Sekunden lang in eine Chromsäurelösung von 3—4⁰/₀, und wirft sie dann hinterher noch lebend in Brunnenwasser. Jetzt oder erst nach einer halben Stunde lässt sich die Epithelialmasse des Schwanzes durch Abpinseln entfernen. EBERTH empfiehlt für den gleichen Zweck, die Froschlarven für eine halbe bis ganze Stunde in eine schwache Höllesteinlösung (6 Centigrms auf 150 Grms) zu bringen. Indessen bei der grossen Zartheit und Veränderlichkeit der Gewebe werden hier immer die schonendsten Methoden die besten bleiben.

Etwas stärker erhärtete Embryonen gestatten gute Präparate über die Strukturverhältnisse des wachsenden Rückenmarks und Gehirns. Die Formveränderungen des ersteren, ebenso der Spinalknoten mit vorschreitender Entwicklung, lassen sich leicht erkennen. Auch hier verdienen Chromsäure und doppelchromsaures Kali dem Weingeist entschieden vorgezogen zu werden. Querschnitte mit Zuhülfe der Karmintinktion reichen für die ersten Anschauungen aus.

Was die Hüllen der Zentralorgane angeht, so untersucht man Arachnoidea und Pia mater am besten frisch mit Benutzung der für bindegewebige Theile üblichen Reagentien.

Die zahlreichen Kapillaren mit den sich anreihenden kleinen arteriellen und venösen Stämmchen lassen letztere Membran im Uebrigen für Gefässstudien sehr geeignet erscheinen. An passenden Objekten kann man (wie auch an mechanisch isolirten Gefässen der Nervensubstanz) leicht erkennen, dass die Bildung des Tuberkels in der Adventitia beginnt. Man liess die hier befindlichen rudimentären Zellen (die sogenannten Gefässkerne) sich wuchernd vermehren. Heutigen Tages

ist eine Einwanderung der Lymphoidzellen des Blutes in jene umhüllende Schicht wahrscheinlich geworden. Kommt es in Folge entzündlicher Reizung zur Eiterung in der Pia mater, so ist ohnehin die Auswanderung jener Lymphzellen aus dem Blutstrom auf das Deutliche wahrzunehmen (RINDFLEISCH).

Die Dura mater kan frisch, getrocknet oder durch Chromsäure erhärtet untersucht werden, Methoden, welche auch für das Neurilem stärkerer Nerven zur Verwendung kommen. Die Plexus chorioidei bedürfen kaum einer besonderen Vorschrift; ihre Injektion gelingt mit derjenigen des Gehirns leicht. Schöne Ansichten verschafft uns hier das MILLER'sche Gemisch (S. 81). Die kalkigen Konkretionen derselben, den sogenannten Gehirnsand (der bekanntlich auch in der Zirbeldrüse des Menschen vorkommt) studirt man unter Anwendung von Säuren und Aufhellungsmitteln, namentlich Glycerin.

Für den Hirnanhang, wo das Kalb besonders zu empfehlen ist (PEREMESCHKO), dient die Erhärtung in Chromsäure, MÜLLER'sche Flüssigkeit oder Weingeist. Dünne Schnitte, gepinselt und mit Karmin tingirt, liefern bald die wesentlichen Anschauungen.

Schon oben bemerkten wir, wie grosse Schwierigkeiten die Ergründung der normalen Texturverhältnisse bei den Zentralorganen des Nervensystems zur Zeit noch darbietet. Sonach werden wir begreifen, dass die zahlreichen pathologischen Veränderungen jener noch sehr dürftig gekannt und sehr wenig mit Erfolg histologisch angreifbar sind. Man pflegt anzunehmen, dass die nervösen Elemente zwar mancherlei sekundären Degenerationsprozessen, wie namentlich dem fettigen, dann auch amyloiden und kolloiden Umwandlungen unterliegen, dass aber die eigentlichen Neubildungen von dem bindegewebigen Gerüste und den Gefässen ausgehen. Indessen die Richtigkeit des ersteren Satzes ist in neuester Zeit in Zweifel gezogen worden, und in die letztere Partie greifen gegenwärtig die lymphoiden Wanderzellen in unliebsamer Weise tief ein. Im Uebrigen sind die feineren Texturverhältnisse der Gerüstmasse ungemein schwer zu verfolgen, indem gerade die für den normalen Bau üblichen Erhärtungsmethoden auf pathologischem Gebiete hier oft wenig zu leisten pflegen, so dass man häufig nur frische Objekte zu untersuchen vermag. Für bindegewebige Bildungen sollte man ganz schwache Chromsäure nach SCHULTZE (S. 76), ebenso die MÜLLER'sche Flüssigkeit, etwa mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt, versuchen. Endlich wird die geschickte Benutzung von Tinktionsmethoden manche weitere Beihülfe gewähren.

Gute Uebersichtspräparate liefert uns nicht selten eine von BILLROTH geübte Methode, das 24stündige Einlegen kleiner Gehirn- und Rückenmarkstücke in ein Pulver von kohlensaurem Kali oder Chlorcalcium. Die Objekte gewinnen hierdurch meistens einen Konsistenzgrad, dass sie feine Schnitte gestatten, welche mit Wasser (oder auch dem Zusatz von Glycerin) untersucht werden müssen.

Um die fettige Degeneration der Nervenfasern, sowie die im peripherischen Stück des durchschnittenen Nerven auftretenden Texturveränderungen zu beobachten, untersuche man die so operirten Thiere in den passenden Zeitintervallen entweder ganz frisch, oder mit Benutzung der für Rückenmark und Gehirn angegebenen Lösungen der freien Chromsäure und des chromsauren Kali. Es ist diese eine der wenigen Strukturveränderungen der Nervenapparate, welche dem geübten Beobachter geringere Schwierigkeiten darbieten.

Sechzehnter Abschnitt.

Gefässe und Drüsen.

Die Untersuchungsweisen der Gefässe fallen schon, je nachdem Blut oder Lymphe die Inhaltsmasse bildet, nicht ganz gleich aus; sie wechseln ferner nach der Stärke der Röhren bedeutend. Andere Hilfsmittel sind daher zur Beobachtung der Kapillaren und feinen Gefässchen erforderlich, andere verlangt die Erforschung der starken und stärksten Stämme.

Die feinsten Kanäle der Blutbahn (Fig. 196, *A, B*) stellen bekanntlich die sogenannten Haargefässe dar, verzweigte sehr dünnhäutige kernführende Röhren. Die engsten Kapillaren (*A. a. b. B. a.*), welche aber nicht an allen Stellen des menschlichen Körpers vorkommen, sind eben noch weit genug, die Blutzellen einzeln hinter einander passiren zu lassen. Bei allen Wirbelthiergruppen kehrt die gleiche Beschaffenheit wieder, natürlich modifizirt durch die Grösse der Blutkörperchen. Frösche und nackte Amphibien besitzen daher Haargefässe von weit ansehnlicherem Quermesser, als sie im menschlichen Körper getroffen werden, und die Kapillaren jener Geschöpfe eignen sich deshalb zu manchen Beobachtungen besser als die unsrigen.

Bis vor einigen Jahren lautete die fast allgemein angenommene Entwicklungsgeschichte der Haargefässe so, dass sie aus der Verschmelzung von Bildungszellen entstehen sollten, welche in einfacher Reihe zusammenstossend, sich in einander öffnen, so dass die verfliessenden Zellenhöhlen zur Kapillarröhre, die Zellenmembranen zur Gefässwand und die sich erhaltenden Kerne zur Nuklearformation der letzteren sich gestalteten.

Durch die übereinstimmenden Beobachtungen mehrerer Forscher (HOYER, AUERBACH, EBERTH und AEBY) hat sich jedoch ergeben, dass die Haargefässwandung nicht in Wirklichkeit strukturlos ist, dass sie vielmehr aus der Verschmelzung ganz dünner und platter, kernführender Zellen entsteht (und also das Haargefässlumen ein Interzellulargang ist). Die Grenzlinien dieser Zellen liessen sich erst durch die Silberimprägnation sichtbar machen, und waren bis dahin völlig übersehen worden.

Es ist leicht diese wichtige Entdeckung zu bestätigen (Fig. 197 und 198). Man lasse einen Frosch, eine Maus, ein Meerschweinchen sich verbluten, und treibe hierauf durch die Gefässbahnen einen Injektionsstrom von 0,25% Silberlösung. Auch das einfache Einlegen blutleerer Organe — wie der Retina oder Pia mater etc. von Säugethier und Mensch — führt zum Ziel. Das mit Brunnenwasser ausgewaschene Objekt wird in angesäuertem Glycerin untersucht.

Man ist in neuerer Zeit noch auf eine etwas komplizirte Gestaltung der Haargefässe mehr und mehr aufmerksam geworden, welche in den lymphoiden Organen, den Lymphknoten, PEYER'schen und solitären Follikeln, den Tonsillen, MALPIGHI'schen Körperchen der Milz und in der Thymus, aber auch in andern Drüsen vorkommt. Sie besteht darin, dass um die primäre Haargefässwandung herum die retikuläre Binde substanz jener Organe, membranartig verbreitert, eine zweite akzessorische Lage, eine sogenannte *Adventitia capillaris* bildet. Fig. 199, *b* kann uns hiervon eine Vorstellung gewähren. — Ferner können mikroskopische Gefässstämmchen in weiterem Abstände von einer bindegewebigen Scheide umhüllt werden (*a*), wobei der so hergestellte Raum (Lymphscheide) zur Strömung der Lymphe dient (*c*).

Zur ersten Untersuchung der Haargefässe von Mensch und Säugethier eignen sich keineswegs zahlreiche Organe. Am zweckmässigsten und deshalb auch all-