

VI.

Beiträge zur Physiologie und Histologie der Hornhaut des Auges.

Von Dr. Ludwig v. Thanhoffer,

Docenten der Histologie an der k. Universität und o. ö. Prof. der Physiologie
u. Physik an der k. Veterinär-Anstalt zu Budapest.

(Hierzu Taf. VI.)

Einleitung.

In der Literatur über den Bau der Hornhaut (Cornea) begegnen wir den Namen zahlreicher Beobachter. Viele Histologen machten sich an die Untersuchung der Cornea sowohl in histo-physiologischer als auch histo-pathologischer Richtung, und diesen Bemühungen gelang es theils zum histo-physiologischen Bau der Hornhaut, theils zu den zusammenhängenden experimentell-pathologischen Errungenschaften namhafte, vorzügliche Daten zu liefern; ja, die Untersuchungen auf letzterem Gebiete, zur Aufklärung der Entzündungsfrage angestellt, ergaben — könnte man sagen — allein die Basis des diesbezüglichen Standes der heutigen Wissenschaft und boten ein nicht hoch genug zu schätzendes Pfand der Lösung derselben in nächster Zukunft.

Es ist demnach nicht Wunder zu nehmen, dass die Cornea, dem practischen Zwecke gemäss, einen Stoff eifrigen Studiums abgab und hinsichtlich ihrer doppelseitigen Verwendbarkeit sowohl in histologischer als auch patho-histologischer und experimenteller Deutung heute noch Stoff und Interesse bietet.

Anderntheils zählt die Untersuchung der Cornea nicht nur in experimenteller, sondern auch selbst in histologischer Richtung zu den schwierigsten Aufgaben, da abgesehen von den zahlreichen chemischen Behandlungsweisen, mit welchen die Literatur der Hornhaut von Tag zu Tag neuerdings überflutet wird, selbst bei Hingewissung chemischen Verfahrens, was, meines Erachtens, für die Sache durchaus kein unbedeutender Umstand ist, die Untersuchung bei schärfstem Auge dennoch eine sehr anstrengende, ermüdende ist.



Langwierigen Forschungen muss sich der unterwerfen, welcher die feinen Elemente derselben und ihre Verhältnisse zu einander erkennen oder aus ihnen vielleicht ein klärendes Licht an den Tag zu fördern bestrebt ist. Eben dies ist es, weshalb die Hornhaut, trotz so vielfältiger Untersuchungen nicht in allen Theilen durchstudirt ist; es sind recht fühlbare Lücken, die einzelne grössere Fragen von einander trennen. Anderntheils herrschen zwischen den Forschern über wesentliche Punkte Meinungsverschiedenheiten. Endlich wurden einzelne Thatsachen von hochwichtiger Bedeutung bei diesem Organe nicht nur nicht gewürdigt, sondern bisher gar nicht beobachtet.

Ich erlaube mir im Nachfolgenden die, theils Lücken ausfüllenden, theils ganz neuen Resultate meiner Untersuchungen zu veröffentlichen. Es sei zugleich erwähnt, dass sowohl die zum leichteren Verständniss dienenden Tafeln, als auch die ausführlicheren literarischen Angaben meiner am 16. März 1874 der k. ungar. Akademie eingereichten Arbeit, — welche kürzlich in den Annalen derselben erschienen ist — beigefügt sind. Hier führe ich nur jene Autoren an, die zur Behandlung wichtigster Fragen mir unentbehrlich sind.

Den Gegenstand meiner Untersuchungen bildete die eigentliche Cornea, die vordere und die hintere Epitheliallage derselben und die Structur der in letzterer enthaltenen Gebilde.

Bezüglich des Grundgewebes bespreche ich dessen Saftwege, die Structur und Endigung der hierin verlaufenden und sich verzweigenden Nerven, der Zusammenhang der Gefässer und Saftwege und ihr Verhältniss zur Entzündung der Hornhaut; bezüglich des vorderen Epithels sind die darin verlaufenden Nervenendigungen und die Structur des darunter sich ausbreitenden Nervenplexus und Nervennetzes, endlich die des Epithels der Descemet-Membran die Fragen gewesen, welchen ich, im Laufe dieser Abhandlung, mindestens befriedigend — glaube ich — entsprochen zu haben beflissen war. —

Meine Untersuchungen, welche sich auf die Structur der Hornhaut beziehen, habe ich am benannten Organe bei mehreren hundert Thieren angestellt. Zu diesem Unternehmen lieferten ausser dem Menschen folgende Thiere die Daten und zwar von den Säugethieren: Pferd, Kalb, Hund, Kaninchen, Meerschwein, Ratte, Maus, Igel; von den Vögeln: Lerche, Gimpel, Stieglitz, Hühner und Kuckuk;

von den Amphibien: alle Gattungen heimischer Frösche und deren Larven, Eidechsen; von den Fischen einige Karpfen-Gattungen und Cobitis fossilis.

I. Die Cornea der Amphibien.

Das technische Verfahren war folgendes: Den Augapfel des Frosches oder sonstigen Thieres nahm ich unbeschädigt heraus und nachdem ich denselben an dunklem Orte in einer 1—3 pCt. Höllensteinlösung 5—10—15 Minuten stehen gelassen, setzte ich ihn mit essigsaurem oder destillirtem Wasser der directen Sonne aus, so lange, bis das an der Cornea haftende Epithel braun gefärbt erschien, nachher trennte ich mittelst einer Cooper-Scheere auf einmal die Hornhaut ab, so dass an ihr noch ein kleiner scleraler Theil übrig blieb. Mit dem Descemet-Membrantheil nach oben gewendet, untersuchte ich das Präparat unter dem Mikroskop mit Glycerin, nachdem ich vorher von der vorderen Fläche der Cornea mit scharfem Messer das Epithel entfernt hatte. Nach diesem Gebahren, welches nicht neu ist, konnte man im eigenen Gewebe der Cornea des Frosches die folgenden wichtigen Wahrnehmungen machen.

Man gewahrt 20—30 aus der Sclera in die Cornea dringende früher oder später, mit bald dickerem bald schmälerem, längerem oder kürzerem Aste mit einander anastomosirende, ungefärbt gebliebene Kanäle, welche das Gewebe der Cornea in sehr zierlichen Gängen einnetzen, indem sie hier tief, dort oberflächlicher eindringen und mittelst ihrer Aeste in verschiedenen Schichten sich kreuzen. Diese zierlichen Gänge wird man aber in ihrer vollkommenen Unversehrtheit nur dann gewahr, wenn die Cornea, nicht wie es zu geschehen pflegt, selbst in Höllensteinlösung getaucht wird, sondern, wenn das ganze Auge unberührt darein gesetzt und nach dem Sonnenlichte in angegebener Weise mit Glycerin untersucht wird, worin es als dauerndes Präparat bewahrt werden kann. — Im ersten Moment scheint dieses Erforderniss überflüssig zu sein, doch es ist dem nicht so. Wenn wir nehmlich die Cornea nicht mit dem ganzen Augapfel, nicht mit der bei Säugethieren fibrösen, bei Amphibien knorpeligen, ja bei Vögeln sogar knöchernen Sclera ausbreiten, sondern dieselbe von letzterer abgetrennt in Nitr. argent. legen, so bekommen wir nicht nur hässliche Falten, sondern nebstbei auch unzählige Rupturen zu Gesicht; die Cornea schrumpft,

die grösseren Saftgänge collabiren, zerreissen und werden runzelig, während durch die Höllensteinlösung häufig nichts weniger als schöne Zeichnungen entstehen, und Körner sich ausscheiden, die grossen Gänge hinwieder verzerrt nur hier und da sich zeigen oder kaum erscheinen, nur die Saftkanälchen v. Recklinghausen's tauchen mit ihren winzigen sternförmigen Saftgängen auf, selbst diese nicht derart, wie bei angeführtem Verfahren. Ferner scheint mir noch ein Factor behufs Aufklärung dieser Kanalgänge von Belang zu sein. Ich benutze nicht eine 0,1 procentige oder noch schwächere Nitr.-Arg.-Lösung, sondern eine 1procentige, zuweilen 2—3procentige. Das Ergebniss davon ist, dass man das Epithel vor dem Färben nicht abzuheben hat, denn diese starke Lösung übt ihre Wirkung auch durch dasselbe hindurch auf die Grundsubstanz der Cornea in Folge jenes endosmotischen Prozesses, welcher zwischen Humor aqueus und Höllensteinlösung ausser Zweifel besteht. Hingegen verhütet das überbliebene Epithel das übermässige Eindringen der starken Lösung in das zarte Gewebe der Cornea und paralysirt die zerstörende Macht derselben auf letzteres. Nach dieser Behandlung erschienene grössere Gänge, welche mit Ausnahme v. Recklinghausen's von den übrigen Forschern weniger beachtet geblieben, liegen im Gewebe der Cornea in mehreren Schichten, ohne deren ganze Dicke zu durchweben, aber enthalten in ihnen, besonders grösseren Zweigen spindelförmige oder ovale, glänzende körnige Kerne, welche den in den Kanalgängen parallel und zwar längs oder quer verlaufenden, einzelnen, schwärzlichen, oft den dunklen Grenzlinien der Kanalsäume aufsitzenden Endothelkernen gleichen. Ueberdies befinden sich an den Verzweigungspunkten der grösseren Kanalgänge zumeist dreieckige oder rundliche mit Fortsätzen versehene körnige Körper, welche den grösseren Formen der Wanderzellen ähnlich sind, zumal sie sich von den sternförmigen Körperchen der Cornea in nichts unterscheiden. Diese grösseren Kanalgänge münden mit ihren Haupt- und Nebenästchen sowohl durch Seitenäste in einander, als auch in die sternförmigen Saftkanälchen, wo bei frischen und auch bei später zu beschreibenden, mit Höllenstein behandelten Präparaten ein körniges Protoplasma und darin glänzende verschiedenartig geformte Kerne enthalten sind. Dies sind die sogenannten fixen Cornea-körperchen, zwischen denen und ihrer Lückenraumwand, wenn es erlaubt ist, schon am Beginn unserer Abhandlung sich so zu

äussern, einzelne Formen der Wanderzellen zum Vorschein kommen. Dieser Zusammenhang zwischen den grösseren Kanalgängen und den kleineren Saftkanälchen ist an guten Präparaten so klar zu ersehen, dass sich davon Jedermann leicht überzeugen kann. — An einzelnen Punkten dieser grösseren Kanäle bemerkte ich um (den Endothelkernen ähnliche) Gebilde herum ziemlich grosse Räume einschliessende schwarze Linien, welche in mir das Bild der Contouren der Endothelzellen wachriefen. Ich vermochte sie beim Frosche nicht so eclatant anzutreffen, dass ich berechtigt wäre, mit Bestimmtheit zu behaupten, es seien die Wandungen dieser Kanäle bei diesen Thieren aus Endothelzellen gebildet. Diese hier kurz geschilderten Kanalgänge stimmen nicht überein mit den von Hoyer¹⁾ beschriebenen und gezeichneten, vor der Descemet-Membran befindlichen und aus Epithel bestehenden Gängen, sondern, wie es einem Jeden, der sich je, bei solcher Behandlung, mit der Cornea befasste, einleuchten muss, die Hoyer'schen angeblichen Kanalgänge existiren überhaupt gar nicht und Stoff zu jenen Zeichnungen musste eine solche Hornhaut liefern, deren Descemet-Membran von ihrem Epithel zum Theil entblösst, zum Theil bedeckt geblieben war. Uebrigens ist es unnöthig sich hier länger aufzuhalten, da bereits mehrere Beobachter sich in demselben Sinne über die Hoyer'schen artificiellen Kanalgänge aussprachen. Vergleichungsweise zu diesen Bemerkungen kann ich jene Kanalgänge, welche die Forscher (Bowman, v. Recklinghausen, Schweigger-Seydel, Müller u. A.) mittelst Injection gewannen, nicht unberührt lassen. Ueber diese besteht die Annahme, welcher neuestens Rollet (Stricker, Lehrbuch) Ausdruck verlieh, indem er wiederholt sagt, dass sämmtliche so, durch Injection, erzielte Kanalgänge Kunstproducte seien. Man gewinnt über die geschilderte Beschaffenheit derselben sehr leicht Ueberzeugung: nur möge man die Hornhaut mittelst einer feine Nadel führenden Spritze injiciren. Es gelang mir häufig an Pferde-, Ochsen-, Katzenaugen diese Kunstproducte mit grösster Leichtigkeit darzustellen, ohne, dass ich auch nur einen Augenblick gezögert hätte, sie, unter das Mikroskop gebracht, für reine Kunstproducte zu halten. Selbst wenn dem nicht so wäre, so könnten diese verunstalteten, verzerrten, kürzeren oder längeren, Kanäle

¹⁾ Hoyer, Reichert und du Bois-Reymond's Archiv. II. Heft. 1865.

genannten Rupturen keineswegs eine Aehnlichkeit mit den oben angeführten grösseren Gängen beanspruchen.

Zurückkehrend zu dem grösseren Gangnetz ist zu bemerken, dass diese Gänge sowohl in der Sclera, als auch in der Cornea eine, mit der Grundsubstanz unzertrennbar verwachsene dunkle linienartige Wandung, d. h. einen Contour besitzen. Von diesen Contouren nach innen zu haben lange glänzende Kerne Platz, welche mit den in anderen Geweben befindlichen Endothelkernen die höchste Aehnlichkeit aufweisen. Diese Kerne scheinen an den kleinsten Aesten zu fehlen.

Der Durchmesser solcher eindringenden grösseren Röhren entspricht beim Frosch = 0,026—0,038 Mm., während die kleinsten 0,001 Mm. Breite besitzen, jedoch schwanken die meisten dünneren, sich verästelnden Zweigchen in mannichfachster Variation. Diese Kanalgänge sind durch regelmässige, parallele Wände begrenzt und zeigen in ihren grösseren, wie kleineren Verzweigungen hier und da einzelne mindere Ausbuchtungen. An den Stellen dichotomischer Theilung sind sie zumeist erweitert und lassen länglich runde, am häufigsten dreieckige, den Kernen der sternförmigen Hornhautkörperchen in jeder Hinsicht gleichende kernartige, zuweilen umfangreichere Gebilde erblicken. An anderen Stellen begegnet man wieder, wie schon oben erwähnt, nicht selten in ganzen Gängen längs der Röhren sich erstreckenden, dunklen, parallel verlaufenden, oft doppelt contourirten Linien, deren Rändern ein länglicher Kern aufsitzt. Ein Theil dieser feinen dunklen Fäden begann erst dann vor mir an Bedeutung zu gewinnen, als ich dieselben, bei anderem Verfahren, an grösseren Flächen darzustellen nicht nur im Stande war, sondern sie sogar bis zu den Ursprüngen der Kanalgänge zu verfolgen vermochte. Für ein solch vorzügliches Verfahren erwies sich die bekannte Verwendung des Silbers als Chlorsilber. Zu diesem Zweck, wie es seit His bekannt ist, setzt man die aus Nitr. arg. entfernte Cornea (Augapfel) in Kochsalzlösung, in welcher sie in das Sonnenlicht gestellt wird. Hierdurch gelangte ich zu völlig unverhofften Resultaten. Es kommen nehmlich an solchen Präparaten, durch Chlorsilber bläulich violett gefärbt, nur die Nerven und das Protoplasma der sternförmigen Saftkanäle und an den Hüllen ersterer befindliche Kerne zur Wahrnehmung. Die Grundsubstanz der Cornea bleibt ungefärbt. An solchen, aber gut ge-

lungenen Präparaten erreichen wir die Erkenntniss folgender wichtiger Verhältnisse: Die in die Hornhaut an verschiedenen Stellen eindringenden Nerven verlaufen in grossen Kanalgängen, welche von den nach erster Art beschriebenen in nichts abweichen (Fig. 1 b). Die Nerven (a) füllen diese grossen Kanalgänge bald gänzlich aus, bald deuten sie zwischen den Wänden derselben grössere oder kleinere Räume an, in welchen zuweilen Körnchen, hie und da den Wanderzellen ähnlich gekörnte, gleichfalls gefärbte Körper sitzen. Die Nervenfasern verlieren nach ihrem Eintritte alsbald ihre Markscheide und senden in die grösseren Kanalgänge, wie in die kleineren nur ihre feinen Axenfaden, in Begleitung von Kernen, manchmal langen grosskörnigen gefärbten kernartigen Gebilden; an den Verzweigungsstellen der Nervenfaserbündel aber sind sie mit dreieckigen, auch länglichen Kernen, welche eine Aehnlichkeit mit dem Kern der Corneakörperchen aufweisen, versehen. In diesen grossen Kanalgängen fehlt oft die Nervenfaser, sie sind mit glänzenden grau-violetten Körnchen ausgefüllt und einzelne kleinere Körnchen oder Nervenfäden führende Nebenäste treten in unmittelbare Verbindung mit dem körnchenhaltigen, gefärbten und diese ausfüllenden Protoplasma der sternförmigen Räume der Hornhaut. Ich habe sogar Präparate, wo ziemlich viele gefärbte Nervenfäden, obgleich sie nicht die Dicke der von Kühne gezeichneten besitzen, mit dem Protoplasma der Corneakörperchen eine unmittelbare Verbindung antreten, so zwar, dass die Wandung des Nervenkanals in den Contour des Körperchenraumes, der glänzende Nervenfaden des ersteren aber in den glänzenden ebenfalls gefärbten Fortsatz des Corneakörperchens, welcher sich in den Kanal erstreckt, unmittelbar übergeht. Ebenso ist es mir gelungen, bei diesem Verfahren die sehr feinen, varioßen Fäden eine Verbindung mit dem Protoplasma der Corneakörperchen anknüpfen zu sehen. — Hierauf könnte jemand erwidern, wie es Engelmann auf Kühne's Untersuchungen that, dass das Ganze ein Irrthum sei, da die Fortsätze nicht in Verbindung treten, sondern nur über einander verlaufen und an einzelnen Stellen die Nervenfortsätze und die Fortsätze des Protoplasmas der Hornhautkörperchen in Berührung kommen.

Hierüber habe ich nur die Bemerkung zu machen, dass Engelmann wahrhaftig keine Nervenverbindung zwischen den protoplasmatischen Fortsätzen der Corneakörperchen zu beobachten

Gelegenheit hatte, und nur deshalb Kühne's obige Behauptung nicht constatiren konnte. Damit aber das auf solche Weise zu Stande gekommene Bild nicht für ein Kunstproduct angesehen werden könne, beeilte ich mich, an frischen, mit Humor aqueus, destillirtem Wasser, schwacher Kochsalzlösung benetzten Hornhäuten von der Richtigkeit der früher gefundenen Verhältnisse Ueberzeugung zu erlangen. Diese Versuche ergaben Folgendes:

Wenn wir die Cornea (am besten mittelst einer Cooper-Scheere von dem in linker Hand gefassten Augapfel plötzlich abgetrennt) mit ihrer Descemet-Membran nach unten gewendet auf ein Deckglas bringen und dieses umgekehrt in eine tiefere, runde oder viereckige, mit destillirtem Wasser gefüllte und mit einem Kanal versehene, von mir modifirte, feuchte Kammer legen, welche um das Deckglas herum durch gelösten Wachs, Oel oder am besten mittelst Glycerin luftdicht verschlossen ist, oder aber, wenn man zum Object früher Humor aqueus hinzufügt, dann hellt sich auf Einfluss des Wasserdunstes oder des Humor aqueus das Epithel auf, es erscheinen im Sehraume die allerzierlichsten sternförmigen, glänzenden, oft gekörnten, jedoch mit vielfältig geformten grossen eiförmigen Kernen ausgestatteten Corneakörperchen. Diese Körperchen füllen den Raum, in welchem sie Platz nehmen, zuweilen ganz aus, zuweilen hingegen ist zwischen dem glänzenden und körnigen Protoplasma und der Grundsubstanzgrenze des Raumes sehr klar eine Lücke wahrnehmbar, wie dieselbe bereits Rollet bemerkte. Die Fortsätze dieser Körperchen bekommen später allmählich grössere Varicositäten und stehen mit einzelnen langen, gleichfalls varicosen, glänzenden Fäden, welche sich in einzelne grössere Fadenbündel, diese wieder in die, an dem Cornealrande eindringenden Nerven fortsetzen, in unverkennbarer Verbindung. Dieses Verhältniss wird durch Untersuchung mittelst Immersion gar nicht beeinträchtigt. Zwischen diesen Axencylindern und den feinen varicosen Fadenfortsätzen der Hornhaut besteht weder ein optischer, noch ein chemischer Unterschied. Die bald grösseren, bald kleineren Kanalgänge resp. ihre Hüllen sind nicht nur bei obengenanntem chemischen Verfahren, sondern auch im frischen Zustande deutlich zu beobachten; ja, die langen Kerne, die Nerven und deren Hüllenkerne kommen prachtvoll zum Vorschein, nur dürfen sie nicht durch Einwirkung des Humor aqueus oder des Wassers aufgeschwollen und zerstört worden sein,

dann aber giebt es kein chemisches Mittel mächtig genug dieselben prächtiger darzustellen. Ich kann aber nicht verschweigen, dass ich meinesheils Bilder, wo auf ausgebreiteter Fläche Fortsätze mehrerer Corneakörperchen mit Nerven in Verbindung treten, wie Kühne so glücklich gewesen zu sein angiebt, nicht sehen konnte; ich sah dieses Verhältniss während meiner Untersuchungen nur vereinzelt. Dagegen gelingt es bei geringerer Uebung, Ausdauer und gutem Auge nebst behutsamer Vorsicht, den Zusammenhang einzelner Nervenfäden mit dem Protoplasma der Corneakörperchen ohne grössere Augenplage zu erkennen. Es wäre ja überflüssig zu erzählen, wie sehr ermüdend es für das Auge ist; ein Jeder, der sich mit Nervenendigungsstudien an der Cornea je beschäftigte, hat es in unverlöschter Erinnerung. Eben aus diesem Motiv trachtete ich, sobald ich mich von diesem Zusammenhange an frischen Präparaten überzeugt hatte, darnach, andere Verfahrungsweisen ausfindig zu machen, mittelst deren die Untersuchung erleichtert werden, die Gegenstände am Präparat fixirt und deshalb ebenso, wie an frischer Cornea, gesehen werden sollten.

Zu diesem Zwecke ist es sehr entsprechend, die Cornea mit Ueberosmiumsäure zu behandeln, ehe sie in Höllensteinslösung kommt. Mein Verfahren war nachfolgendes: Den ganzen Bulbus des Frosches bringen wir auf 5—10 Secunden in eine 1procentige Ueberosmiumsäurelösung, so, dass die Cornea nach abwärts, der N. opticus nach aufwärts gewendet ist. Nach genannter Dauer nimmt man den Bulbus heraus, bringt ihn in 1procentige Höllensteinslösung für 5—10 Minuten an dunklem Ort, bis die Hornhaut eine grau-braune Färbung annimmt, hiernach kommt das Auge in Kochsalzlösung oder in destillirtes Wasser, der directen Sonne ausgesetzt, etliche Minuten, bis sie eine dunkle kaffeebraune Nuancirung erlangt.

Das derart behandelte Auge wird jetzt in Glycerin gelegt und seine Cornea wird entweder sogleich, oder besser nach einigen Viertelstunden mit einem Scheerenschnitte abgelöst; das Epithel trägt man mittelst der geraden Klinge eines Messers in ein, zwei Strichen oder mit starkem Pinsel allmählich ab, und das fertige Präparat bewahrt man mit nach oben gewendeter Descemet-Membran in Glycerin verschlossen auf, nachdem man die Cornea vorher, wegen ihrer convexen Form, an einer Seite gespaltet hat.

Die auf diese Weise behandelte Hornhaut bietet ein äusserst

häubisches und belehrendes Bild. Die Grundsubstanz der Cornea gewinnt ein dunkles schnupftabakartiges Aussehen; während die Grenzränder der sternförmigen Saftkanäle ausserordentlich scharf zum Vorschein kommen, werden die Körnchen des Protoplasmas der Corneakörperchen dunkel glänzend, der Kern, ebenfalls mit körnigem Inhalt, erscheint dunkler contourirt, ungemein eclatant. Es giebt kein chemisches Reagens, auf welches die Corneakörperchen in solch scharfem Contraste zur Beobachtung kämen, als eben bei diesem Verfahren. Um Vieles schöner aber zeigen sich die mit diesen sternförmigen Saftkanälen Anatomosen bildenden grösseren Kanalgänge, welche in beträchtlicher Anzahl und in vielfachen Schichten die eigene Grundsubstanz der Cornea durchkreuzen. Bemerkenswerth ist noch, dass in diesen grossen Gängen die Nerven enthalten sind. Wenn die Ueberosmiumsäure nicht übermässig eingedrungen war, oder die Sonne keinen zu langen Einfluss übte, so erscheinen dieselben, wie wenn wir die Hornhaut im frischen Zustande betrachten. Die Nerven, mit einer Markscheide und Hülle bedeckt, an welcher Kerne zu finden sind, verlieren ihre Hülle später, die zugehörigen Axenfaden aber verlaufen in den grösseren und kleineren Gängen als durch Osmium gefärbte, gelbe oder schwärzliche, parallele Streifen. Tinctionen, welche nicht gleichmässig auf das ganze Präparat sich erstrecken, sind ebenfalls sehr lehrreich. An solchen erscheinen z. B. die Nerven vieler Orts ungefärbt, nur durch Ueberosmiumsäure gehärtet und glänzend geworden, ebenso, wie bei frischer, mit Humor aqu. behandelter Cornea; späterhin färben sich die Nervenfaden allmäthlich intensiver, bis sie endlich unter dem fortschreitenden Einfluss des Reagens zerreißen und die grösseren Kanalgänge durch verwickelte schwarze Streifen bunt machen, theils aber jenes Bild, welches ich bei der Höllensteintinction bereits geschildert habe, und welches an das gefärbte Randnetz der platten Endothelzellen erinnert, nachgeahmt wiedergeben. Von nicht geringer Bedeutung betrachte ich es, dass man an Fröschen, welche nach obiger Weise behandelt wurden, und auch an der mit Höllenstein behandelten und durch Kochsalz reducirten Cornea, ausser den schwarzen Streifen auch grössere Flächen einrahmende, durch Querstreifen verbundene Linien sieht, welche man in den grösseren Kanalgängen über den Nerven oder nach dem Ruin derselben in ihnen selbst entdecken kann. Ich spreche dieselben mit Wahrscheinlichkeit für die

Grenzen grosser, langgedehnter Endothelzellen an und lasse sie mit einem Theile der Kerne der grossen Gänge in Verbindung kommen, und dies um so mehr, als es mir bei Laubfrosch, Kaninchen, Katze, Meerschwein, Stachelschwein gelungen ist, die Grenzen der Endothelzellen in den, diese grossen Nerven führenden Gängen zu imprägniren.

Die Hornhaut und deren durch Endothelzellen gebildete Gänge beim Kaninchen und einigen Säugethieren kommen weiter unten, in einem separaten Abschnitt zur Sprache; ich kann aber nicht umhin, von den grossen Nerven führenden Gängen beim Laubfrosch mit ein paar Worten Erwähnung zu thun.

Wenn man den Bulbus des Laubfrosches zuerst in Nitr. Arg., dann in Kochsalzlösung bringt und in dieser der Sonne aussetzt, so gelingt es eine Hornhaut zu gewinnen, wo die, mit den sternförmigen Saftkanälen anastomosirende und bald weiss gebliebene, bald metallgrau gefärbte Wand der Nerven führenden Gänge (Fig. 4. h) durch lang gedehnte, hie und da kernhaltige Endothelzellen gebildet ist. Demnach erscheint es noch wahrscheinlicher, dass beim Laubfrosch die trotz dem Zugrundegehen der Nerven zurückgebliebenen länglichen und quer laufenden schwarzen Linien, obgleich es mir beim Frosche bisher nicht gelungen ist diese Endothelzellen so zu beobachten, den stellenweise imprägnirten Rändern der die Wandung des Nervenrohres bildenden Endothelzellen entsprechen.

Eine andere meiner Verfahrungsweisen ist die, zur, mit Humor aqueus untersuchten Cornea unter dem Mikroskop die schwache strohgelbe Lösung von Palladiumchlorür am Rande des Deckglasses einzuträufeln. Diese Lösung färbt den nicht ausser Acht zu lassenden Nerven in einigen Minuten grau, während die übrigen Theile des Gewebes in so kurzer Frist, ausgenommen die eben solche Farbe annehmenden Kerne der Corneakörperchen, an Farbe keine Veränderung erleiden. Hierauf wird die Cornea mit Wasser abgeschwemmt, und in Glycerin untersucht, wo das Gewebe noch mehr erhellt wird und ein Bild zu Stande kommt, welches meine Erwartung überflügelte.

Auch gewinnen wir ein recht hübsches Bild, sobald wir das früher in schwacher Lösung gestandene Auge, nach oben angeführter Art in Nitr.-Arg.-Lösung und hieraus in Kochsalzlösung an die Sonne bringen. Nach Abtragung des Epithels erfreut einen die losgetrennte und in Glycerin verschlossene Hornhaut mit einem der prächtigsten

Bilder. Die Grundfärbung ist grau-violett, hat einen Metallglanz, ist gleichmässig oder dicht körnig; die grossen Kanalgänge, welche sammt den kleineren sternförmigen Gängen auch bei solcher Behandlung in stetem Zusammenhang bestehen, erscheinen ganz weiss, an ihren Rändern dunkel grau oder schwarz contouirt. Die Nerven kommen hier und da zerstört, anderwärts ganz unversehrt in graulicher Färbung mit dunkler grauen Kernen und körnig besät zum Vorschein.

Solche nur mit Palladiumchlorür an der Sonne imprägnirte Hornhäute zeigen in grünlich-gelber Grundfärbung die geschilderten grösseren Gänge und kleinere sternförmige Saftkanäle. Wenn aber die so behandelte Cornea durch Hämatoxylin sanft gefärbt wird, dann bekommt man die Nerven, ihre Kerne und die der sternförmigen Saftkanäle in bläulich-violetter Färbung zu Gesicht, besonders schön zeigen sich aber die Axencylinder des Nerven. Auch benutzte ich mit Erfolg die bereits von Anderen gebrauchten Reagentien, als Carmin, Picrinsäure, Hämatoxylin einzeln, oder in Reihenfolge.

Ich habe hier noch die besondere Verwendung der Ueberosmiumsäure und Nitr.-Arg.-Lösung hervorzuheben, wonach man die Nerven und Körperchen der Cornea zu sehen und studiren vermag, wie in frischem Zustande, ja man kann solche Präparate, in Glycerin verschlossen, sogar als beständige Präparate aufbewahren. Zu diesem Behufe lasse man das Auge für kurze Dauer in einer der beiden Flüssigkeiten oder in den gemischten beiden, setze es nicht der Sonne aus, sondern untersuche es nach Präparirung mit Glycerin sogleich ohne Reduction. Derart werden die Corneakörperchen und Nerven in eben demselben Zusammenhange, derselben Lage und Farbe sichtbar, als wären sie frisch, sie gewinnen an Lichtbrechungsvermögen und Consistenz, so, dass sie dem Glycerin Widerstand leisten und auf längere Dauer unverdorben bleiben. Die Kerne der Nerven, die an den Verzweigungsstellen Platz nehmenden kernartigen Gebilde, die graulichen Kerne des gekörnten Protoplasmas der Corneakörperchen gelangen am schönsten und bedeutend schärfer zur Beobachtung, als dies an frischen, in feuchter Kammer untersuchten Hornhäuten der Fall ist. Die Protoplasmafortsätze der Körperchen zeigen Varicositäten, welche auch an ihren Axencylindern in's Auge fallen.

Die nach diesen verschiedenen Behandlungen entstehenden Varicositäten bin ich nicht geneigt, nach Hoyer (M. Schultze, Archiv 1872) für Myelinausscheidungen anzusehen; dennoch betrachte ich sie als Kunstprodukte der chemischen Zusätze, mit der Bemerkung, dass ich einen Zusammenhang dieser Kunstprodukte mit dem Nervencharakter aufrecht zu erhalten nicht abgeneigt bin.

Bemerkenswerth ist, dass, wenn man den ganzen Augapfel in Nitr.-Arg.-Lösung taucht, oder denselben mit Zusatz anderer genannter Mittel dem directen Sonnenlichte aussetzt, sich die Pupille ein wenig seitlich verzieht; die Reduction findet an dieser Stelle gar nicht oder beschränkt statt. So bekommt man bei dieser Behandlung Hornhäute, an dem Mittelpunkte, entsprechend der Pupille, die Grundsubstanz wasserhell, durchsichtig ist, während die Corneakörperchen, gehärtet mit ihrem körnigen, glänzenden Protoplasma und Kern, sowie mit zahlreichen kürzeren und längeren Fortsätzen, sehr hübsch zur Beobachtung gelangen. Vom Rande der Pupille bis zur Peripherie der Cornea kommt die Reduction in gewohnter Weise zu Stande.

Besonders gut erfolgt diese Wirkung, wenn das Auge noch vor Nitr.-Arg. in Ueberosmiumsäure gelegt war.

Ein solches durch Ueberosmiumsäure und Höllensteinlösung imprägnirtes, der Pupille entsprechend unreduciert gebliebenes, naturgetreues Bild stellt die Figur 5 bei e dar.

In der Grundsubstanz der Hornhaut kann man weder frisch, noch auf chemische Zusätze jene feinen Fibrillen sehen, welche, wie Hoyer u. A. anführen, in der Grundsubstanz frei und mit geschwollener Endigung endigen sollen; selbst nach diesen Schwelungen findet man, bei stärkerer Vergrösserung, allmählich dünner werdende Fortsetzungen derselben, bis auch diese endlich sich unseren Augen entziehen. Ein geschlossenes System in der Grundsubstanz der Hornhaut bildet das Nervenlager, an dessen Wegen die Corneakörperchen als Stationen einverleibt sich befinden.

Als wahrscheinlich ist anzunehmen, dass diese Nerven in der Grundsubstanz der Hornhaut sensitive seien; indessen haben die bisherigen Untersuchungen noch nicht entscheiden können, ob sie nicht auch motorische oder trophische Elemente besässen.

Zuweilen bemerkt man, dass das Protoplasma der Corneakörperchen ohne Ursache mehr geschrumpft erscheint, als es sonst der

Fall zu sein pflegt; damit im Zusammenhange nehmen wir zwischen dem Protoplasma und den Rändern des Hohlraumes eine ziemlich grosse Lücke wahr (Rollett), ein anderes Mal füllen sie die Lücke vollständig aus. Auf das eine chemische Mittel, besonders auf Ueberosmiumsäure schrumpfen sie (bei längerem Einflusse) außerordentlich stark, auf das andere gleich wirksame hingegen sind sie minder empfindlich.

Nach electricchem Reize hatte ich Gelegenheit zu beobachten, dass auf mehrere Schläge des Inductionsstromes zwischen dem Protoplasma des Körperchens und dem Rande des Hohlraumes eine bedeutendere Lücke entstand, aber ob dies in Folge activer Zusammenziehung zu Stande gekommen sei, wäre schwierig zu entscheiden; es ist auch nicht wahrscheinlich, ja, die Thatsache, dass auf electricchen Strom sowohl im Protoplasma, als zwischen diesem und der Wandung des Hohlraumes zahlreiche kleine Luftbläschen zum Vorschein kommen und, dass mit Zunahme ihrer Zahl das Protoplasma einem Drucke unterliegt, rechtfertigt die Annahmē, dass in Folge electrolytischen Prozesses in der als Electrolyt dienenden Hornhaut angesammelte Gase es sind, welche das Protoplasma in den Hohlräumen passiv zur Schrumpfung bringen, dieses also nicht von selbst schrumpfe.

Nach Aetzung mit Höllenstein entstandene Entzündungen, welche im Winter 10—12 Tage dauerten, habe ich frisch untersucht; den grossen und mit ihnen zusammenhängenden kleinen sternförmigen Gängen entsprechend fand ich zuweilen Netzwerke, an welchen man außer dicht gruppirten Fetttröpfchen nichts zu entdecken vermochte. Andere haben gefunden, dass bei Durchschneidung des N. trigeminus die Corneakörperchen fettig degenerirt waren. In letzterer Zeit machte ich selbst beim Frosch, mittelst in den Sinus rhomboideus des verlängerten Markes, ein anderes Mal, in die Medulla spinalis zwischen 3—4. Wirbel geführten Stiches, nach Verlauf von 4 Tagen die Beobachtung, dass in der Hornhaut beider Fälle anstatt des Protoplasmas der Corneakörperchen, sogar an der Stelle des Kernes mancher sternförmiger Saftkanäle, dicht gedrängte sehr glänzende Fetttröpfchen zu entdecken waren. — Ich erwähne dies, ohne hieraus bezüglich des Verhältnisses der Hornhaut-Nerven und -Körperchen Folgerungen ziehen zu wollen. — Gegenüber diesen Thatsachen kann man nicht läugnen, dass, wenn es auch keine trophischen

Nervenfasern sein sollten, die Nerven und Körperchen an Nahrung allerdings derart Mangel leiden müssen, dass ihr Stoffwechsel unzulänglich ist. Dies hinwieder könnte man auf den gesteigerten Säftedruck in den grösseren Gängen und dessen Wirkung auf die Nerven zurückführen, was bei der Entzündung dem gehobenen Blutdrucke und darin vermehrten Formelementen, nicht aber der Functionseinheit der Körperchen und Nerven zuzuschreiben wäre.

Noch eine Verfahrungsmethode muss ich berühren, welche zu schönen Resultaten führte. Sie besteht in Folgendem. Man nimmt die ausgeschnittene, 1—2 Stunden lang ohne Zusatz in feuchter Kammer aufbewahrte Hornhaut von hier heraus und färbt sie mit Hämatoxylin. Zu dieser Zeit ist das Epithel bereits heller und zerklüftbar geworden, weshalb es leicht abfällt oder abzustreifen ist, während die Hohlräume der Hornhautgrundsubstanz klaffen und in ihrem Binnenraum die ausgebreiteten, geschwollenen Corneakörperchen, bei gelinderer Tinction kaum gefärbt, mit ihren grossen Kernen wohl gefärbt erscheinen. Die Nervenfäden sind sanft violett, ihre Kerne aber intensiv und das ganze Bild stellt ein recht hübsches Netzwerk von Nerven und Körperchen dar. Dasselbe erreicht man, obgleich nicht so vollkommen, doch schneller, indem man die Hornhaut nicht in feuchter Kammer, sondern auf dem Objectglas in destillirtes Wasser bringt, hier eine Weile lässt, sie, vorzüglich das Erhellen des Epithels unterm Mikroskop controlirt, und hiernach erst mit Hämatoxylin färbt. In beiden Fällen ist das Präparat in Glycerin zu untersuchen und zu verschliessen. —

Es wird hier am Ort sein, ein Gebahren zu erwähnen, mittelst dessen es mir öfters gelungen ist, die Hornhautkörperchen mit einigen ihrer Fortsätze aus der Grundsubstanz zu isoliren.

Schon His macht die Bemerkung, dass er aus der, mittelst Schwefelsäure behandelten Hornhautgrundsubstanz solche Körperchen zu isoliren in der Lage war (Rollett empfiehlt schwaches Kaliumhydrat). Wenn man die durch Hämatoxylin tingirte Cornea 2—3 Tage in destillirtem Wasser stehen lässt, so kann man das ganze Gewebe in Glycerin freien Auges mit grösster Leichtigkeit mittelst einer Nadel in minimale Theilchen zerklüften, oder unter dem Mikroskop bei einer Vergrösserung, bei der die focale Entfernung der Objectlinse des Mikroskopes das Handhaben der Zupfnadel gestattet. —

Endlich, bevor ich zur Besprechung der Hornhaut anderer Thiere schreite, muss ich noch eine Art der Bilder hervorheben, welche an der Hornhaut zuweilen zum Vorschein kommt, wenn das Froschauge, aus der Höllensteinslösung herausgenommen, der Sonne in Kochsalzlösung ausgesetzt wird.

An solchen gelungenen Präparaten vereinigen sich die violetten, bald schwarz reducirten Körnchen des Chlorsilbers mit den Hornhautkörperchen und ihren Fortsätzen; zu gleicher Zeit beobachtet man in den zahlreichen, sich parallel kreuzenden, in gewisser Entfernung sichtbaren, den Fibrillenbündeln entsprechenden Hohlräumen, oder in der letztere ausfüllenden Kittsubstanz gleichartige Körnchen. Diese parallelen Körnchenreihen gehen, unbemerkt sich fortsetzend, in die Fortsätze der sternförmigen Saftkanälchen über, so dass die Annahme gerechtfertigt erscheint, dass das sternförmige Saftkanalsystem der Hornhaut mit anderen, den Fibrillenbündeln entsprechenden linienartigen Kanalgängen, in welchen theils Nervenfäden, theils spindelförmige Wanderzellen Platz haben, in Verbindung steht.

Diese kleinmaschigen Gewebshohlräume können die Bestimmung haben, zwischen den einzelnen Fibrillen des eigenen Gewebes der Hornhaut, und auch für die inzwischen gelegenen Nervenfäden ihren Nährsaft hin und zurück zu befördern. —

II. Die Hornhaut der Säugetiere.

A. Beim Kaninchen.

Unter den Säugetieren benutzte ich zumeist 10—12 tägige Katzen, 12—14 tägige Kaninchen, junge und alte Meerschweine, Stachelschweine.

Bei sämmtlichen wurde die Technik nur darin modifizirt, dass von der Hornhaut des nach 5—8 Minuten aus Nitr.-arg.-Lösung entfernten Auges mittelst eines scharfen Staarmessers das Epithel vorsichtig abgetragen wurde. Dann wurde sie an dunklem Orte wieder in dieselbe Flüssigkeit zurückgeworfen, in welcher sie nun weitere 5—8—10 Minuten verblieb; dann wurde sie in essigsaurem Wasser direct der Sonne ausgesetzt und gelangte nach der Reduction in gewohnter Weise zur Untersuchung.

Ich hatte das Glück, durch an der Hornhaut der Kaninchen

solchermaassen angestellte Untersuchungen in den Besitz bedeutungsvoller Thatsachen zu gelangen. Die so behandelte Hornhaut junger Thiere, mit ihrer vorderen Epithelialseite nach oben gewendet, ist in Glycerin noch so durchsichtig, dass man ohne Flächenschnitt in ihrer eigenen Textur sowohl die grösseren Kanalgänge, als auch die in mehreren Schichten gelegenen sternförmigen Saftkanäle, nicht nur mit Objectlinse No. 7, sondern auch mit No. 8 Hartnack beobachten und unterscheiden kann. Jedoch bei grossen Kaninchen ist man bekanntermaassen angewiesen, Flächenschnitte zu machen, es ist demnach zu gewärtigen, dass man die grösseren Gänge, auf grösseres Terrain verbreitet, nicht aufzufinden vermag, da dieselben in ihrem Laufe nicht einer einzigen Schicht treu bleiben und deshalb sehr natürlich der Klinge zum Opfer fallen. Es könnte aber Jemand sagen, man könne aus der Structur der Hornhaut eines jungen Kaninchens keine Folgerungen auf die eines älteren Thieres ziehen, da die Hornhaut des ersteren weniger entwickelt ist, als die des letzteren. Aber dieser Einwand ist nicht stichhaltig, denn die Hornhaut, vorzüglich die grossen Gänge und sternförmigen Saftkanälchen des neugeborenen oder ein paar Tage alten Meerschweines, unterscheiden sich bezüglich jener Structur, ihres Zusammenhangs und folgerichtig ihrer Function von der Structur und Lebenstätigkeit des entwickelten Thieres durchaus nicht. Ich hätte die separate Beschreibung der Hornhaut des Kaninchens durchaus nicht beabsichtigt, wäre ich nicht eben an solchen jungen Hornhautexemplaren bezüglich der Structur eben dieser Nerven führenden Kanäle, mittelst oben genannten Gebahrens, zu — meines Erachtens — wichtigen Resultaten geleitet worden.

Am Beginn meiner Abhandlung, wo ich von den grösseren Gängen an der Froschhornhaut nach Metallimprägnation gesprochen habe und eine Zeichnung vorlegte, sagte ich, dass in den die Hornhautgewebe in 1—2 Schichten durchkreuzenden und Nerven führenden grösseren Kanälen, welche mit den sternförmigen, kleineren Saftkanälchen in Verbindung stehen, hier und da mit Nebenästen versehen, in Längsrichtung schwarze Linien oder Streifen laufen, die in mir das Bild der Epithelzeichnungen erregten. Aber trotz sorgfältigster Imprägnation war ich später nicht mehr im Stande, diese Zeichnungen beim Frosch so darzustellen, dass ich ihnen gewissenhaft den Charakter der Endothelzellen hätte zumuthen können.

Später ist es mir gelungen, sie an den grossen Gängen des Laubfrosches darzustellen. Jetzt bin ich also in der angenehmen Lage, meiner Meinung, wonach die Corneanerven in einem, durch Endothelzellen gebildeten Kanal ihren Lauf nehmen, nicht nur kräftigeren Ausdruck zu verleihen, sondern die Thatsächlichkeit jenes Befundes auf Grund und gestützt auf Untersuchungen, welche an eben solchen jungen Hornhautpräparaten angestellt wurden, mit entschiedenster Bestimmtheit zu behaupten.

Namentlich, wenn man die Hornhaut des Kaninchens in oben besprochener Weise unter dem Mikroskop zum Gegenstande der Untersuchung macht, begegnet man den folgenden wichtigen Verhältnissen. — Am Rande der Cornea treten in dieselbe sehr weite, allmählich schmäler werdende, ein Netzwerk darstellende und Nerven führende Kanäle ein, welche mit den dicht gereihten kleineren sternförmigen Saftkanälchen Anastomosen antreten. Die Wandungen dieser grösseren Kanalgänge (Fig. 8—10, h) sind durch, dem Epithel der kleineren Lymphgefäßwände und dem der innersten Membran der grösseren ganz ähnliche, längliche, gezackte und auf Nitr. Arg. am Rande schwarz imprägnirte Endothelzellen (h) gebildet. Demnach können die Nerven führenden, mit solcher zelligen Wandung versehenen Kanäle mit Recht Saftkanäle, bestimmt zur Ernährung der Hornhaut und in erster Reihe der Nerven, genannt werden.

Es ist bis heutzutage eine Frage, ob auch die kleineren sternförmigen Saftgänge in das Gewebe eingegrabene wandungslose Hohlräume seien, oder von der Grundsubstanz mittelst einer Membran getrennt wären? So sehr ich mich auch vor v. Recklinghausen's hohem Geiste beuge, ihn als Forscher, dem wir alle besonders für die Lehre der Bindegewebe so sehr verbunden sind, hochschätze, bin ich meinerseits, gestützt auf meine Untersuchungen, fest überzeugt, dass sowohl diese sternförmigen Saftgänge, als auch die mit ihnen verkehrenden, grössere Nerven führenden Kanalgänge durch ein feines Häutchen, Membran, von der Hornhautgrundsubstanz gescheiden sind. Ich will gerne zugestehen, und finde es selbst nötig, dass sie mit Oeffnungen (Stomata) versehen seien.

Den Bestand dieser Membran beweist auch der einfache Befund, dass die grossen Kanalgänge, sowie die kleinen und die sternförmigen Saftgänge überall durch einen stärker gefärbten, oft sogar scharf schwarzen Streifen von der Grundsubstanz abgegrenzt

werden. Dies kann man durchaus nicht den Erscheinungen der Interferenz zuschreiben.

Die schwarzen Säume der sternförmigen Saftkanäle sind ganz scharf und besitzen eben jene Farbe, welche den Endothelzellenrändern der grösseren Gänge eigen sind. Ob die in den sternförmigen Saftkanälen zerstreut sichtbaren schwarzen Linien für die Contouren kleiner Endothelzellen anzusehen seien, wie dies Schweigger-Seydel bereits that, oder ob sie nur als Kunstprodukte zu betrachten seien, ist nicht leicht zu entscheiden. Bezuglich dessen, ob die sternförmigen Saftkanäle mit Endothelzellen bekleidet seien, ist es mir möglich, bedeutend klarere Daten, nach an der Hornhaut der Katze und des Meerschweinchens gemachten Beobachtungen, zu liefern. Ueber diese Verhältnisse sei es mir aber gestattet später, dort zu sprechen, wo nach den übrigen an diesen Thieren gewonnenen, anzuführenden Daten, eben diese sternförmigen Saftkanäle einer eingehenderen Erläuterung Stoff bieten sollen. —

B. Die Hornhaut des Meerschweines (*Cavia cobaya*).

Man gebraucht zur Untersuchung am zweckmässigsten weisse Meerschweinchen (im Nothfall auch anders gefärbte), deren Hornhaut ihrer Dünne, Zartheit und Durchsichtigkeit halber sich empfiehlt. Das enucleirte Auge handhabt man ebenso, wie dies beim Kaninchen geschildert ward. Das Präparat, mit seiner vorderen Epithelfläche nach oben gerichtet, wird mit Glycerin untersucht. War die Hornhaut dicker, so führte ich an ihr feine Flächenschnitte aus. An solchen Flächenschnitten beobachtet man, an letzterer unter dem Epithel, oder an der Vorderfläche der ganzen unaufgeschnittenen, dünneren Hornhaut, bei 350facher Vergrösserung Folgendes: Aus der Sclera dringen die in ihr verzweigten Gefässe und Nerven an den Rändern der Hornhaut in das eigene Gewebe letzterer hinein. Die Nerven verlaufen tiefer, die Gefässe oberflächlich, letztere umringen den Rand der Cornea in Form von Maschen, sogar in maschigen Netzwerken in einiger Entfernung vom Rande nach innen zu. Wie bekannt, ist der grössere, übrige Theil der Cornea mit Blutgefässen, wenigstens bei gesundem und entwickeltem Zustande nicht versehen. Die Maschen der eindringenden Gefässe umgeben vom Rande nach innen gerichtete, meistens spitze Inseln, in denen, wie auch an den entgegengesetzten Seiten der Gefässmaschen, die mit ein-

ander in Verbindung befindlichen, ungefärbten sternförmigen Safräume der Hornhaut in die homogene, gelb tingirte Grundsubstanz eingesetzt sind. Ein solches Präparat, wenn es mit Höllensteinkern schwach imprägnirt war, färbt sich in Hämatoxylin sehr schnell, wonach ein so gefärbtes Präparat ein recht interessantes Bild giebt. Nehmlich es werden die Kerne der Gefäße lebhaft blau, während die Contouren der Wand in feinen, hellen Linien dabinziehen; in den sternförmigen Saftkanälen wird je ein einzelner Kern oder eine Wanderzelle gleichfalls lebhaft blau gefärbt, unterdessen prangen die sternförmigen Saftgänge der Hornhaut in weisser Farbe. Zugleich zeigen diese Maschengefäße der Cornea noch eine Eigenthümlichkeit. Und zwar ist, selbst an den feinsten Capillarmaschen (Fig. 11, s) der Gefäße ausserhalb der inneren und kernigen Membran (v), von ihr in gewisser Entfernung und durch eine weiss gebliebene, schmälere oder breitere Linie getrennt, ein anderer Contour sichtbar, welcher mit langen, langkernigen Endothelzellen (u) versehen ist. Diese mit Endothelzellen gefütterte Membran, welche als die Gefäße umgebende Kanalwand erscheint, kann nach dem Stande der Wissenschaft als nichts anders betrachtet werden, als ein das Gefäss umgebender Lymphkanal (perivasculärer Lymphraum), wie sie bei mehreren anderen Organen von anderen Forschern genannt wurde. Man gewinnt über diese Verhältnisse an ganz frischen, vom Epithel entblössten Meerschweinhornhäuten (in Humor aqueus untersucht) volle Ueberzeugung. Aber an Nitr.-Arg.-Präparaten sind diese Verhältnisse einleuchtender. An solcher Hornhaut kann man bereits in frischem Zustande sehen, dass sowohl die Gefäße, als auch zu den tiefer eindringenden Nervenzweigen die Protoplasmafäden der Corneakörperchen sich in Berührung setzen, und es erhebt sich die Muthmaassung, ob denn die sternförmigen Safräume mit diesen Gängen nicht im Zusammenhange stehen?

Auf diese Vermuthung hin regte sich in mir die Lust, einschlägige Untersuchungen an Höllensteinpräparaten zu versuchen. Der Erfolg war überraschend. Wohl imprägnirte und feine Flächenschnitte (bei dünner Cornea ist dies überflüssig), von welchen nur der erste, die Vorderfläche der Hornhaut enthaltende Schnitt zu diesem Behufe von Werth ist, da nur in dieser Schicht Gefässmaschen laufen, förderten folgende Verhältnisse an das Tageslicht.

An die äussere, mit Endothel bedeckte Hülle der Gefässmaschen (Fig. 11 bei u) sind unmittelbar die weiss gebliebenen sternförmigen Safräume (e) angeschmiegt, welche wieder mit einander zusammenmünden und an der anderen Seite neuerdings an die Hülle der Gefässmasche anstossen. Zwischen den beiden Membranen des Gefässes sind hie und da körnige und die dazwischen gelegene Lücke ausfüllende spindelförmige, den Endothelkernen an Grösse überlegene und von den Wanderzellen durchaus nicht verschiedene Gebilde (g) zu entdecken. An solchen durch Hämatoxylin gefärbten imprägnirten Hornhäuten sieht man diese Körperchen, wie auch die zwischen den Maschen und ausserhalb derselben befindlichen Kerne der sternförmigen Saftkanäle schön blau gefärbt. Aber nicht nur die Hornhautkörperchen-Hohlräume der Gefässmaschen-Inseln, sondern auch die der perivasculären, ausser der Insel gelegenen stossen an die Lymphkanalwand dieser Blutgefäßmaschen. Zugleich bleibt der Zwischenraum zwischen Gefässzellenmembran und mit Endothel bedeckter Lymphraummembran weiss zurück (t), ebenso, wie die nicht tingirten sternförmigen kleineren oder die netzförmigen grösseren Räume.

Die unter den Gefässen und tiefer eindringenden grösseren und kleineren Nervenstämmen verlaufen beim Meerschwein, wie beim Frosch bereits angegeben, ebenfalls in netzförmigen Kanalgängen, ausserhalb deren an die Wände der letzteren die benachbarten sternförmigen Räume gleicherweise anstossen, an vielen Stellen sogar in directer Verbindung stehen. — Besonders zweckmässig erweisen sich zur Untersuchung der Textur der Gefässmaschen die Hornhäute Tags vorher verendeter Meerschweine am folgenden Tage, in Humor aqueus beobachtet, so, dass es keine Masse giebt, mittelst welcher die Gefässmaschen besser injicirt erscheinen würden; sei die Injection bis zur übermässigen Gefässfülle oder auch regelmässig geführt worden, so kann die Endothelmembran unmöglich getrennt zur Ansicht gelangen, wie dies im Gegensatze bei frischer Untersuchung der Fall ist. Sehr natürlich führte die Nitr.-Arg.-Tinction zu noch vorzüglicheren Erfolgen. —

An der Cornea durch Ratten umgekommener und des Nachts verendeter Meerschweine fand ich die Gefässse mit geronnenem Blute natürlich injicirt und an solchen Präparaten jenseits der Gefäss-

wandungen in dem, mit diesen durch feinen Fortsatz zusammenhängenden, theilweise das Gefäss umringenden Lymphraume theils weiter sich erstreckende weisse Blutzellen, die sogenannten Wanderzellen, mittelst dünner Petioli in gerader Verbindung. Es ist mir aber nicht möglich gewesen, deren Ablösung vom Gefässen und möglicherweise eine Platzänderung trotz anhaltenderer Beobachtung zu gewahren. Demnach sind es bedeutungsvolle Thatsachen, welche die Cornea des Meerschweines für die Physiologie und Pathologie geliefert haben.

Namentlich wandert der Nährsaft, welcher aus den episcleralen Gefässen der Cornea in dieselbe an ihren Rändern eingeführt wird, durch die Gefässwand hindurchsickernd, in die zusammenhängenden sternförmigen Saftkanälchen, um daselbst die eingebetteten Corneakörperchen zu ernähren; sodann dringt der Nährsaft aus den sternförmigen Saftgängen in die Nerven führenden Kanäle, und auf allen diesen Wegen gelangt derselbe in sämmtliche, mit einander verbundene Kanalsysteme der Hornhaut. Endlich kann auf dem Wege des Durchsickerns aus diesem Saftkanalsystem die Zwischensubstanz nicht minder ihre Nahrung schöpfen. —

Andere behaupten, in den sternförmigen Gängen der Cornea, neben den dort befindlichen Corneakörperchen (fixen Körperchen), wie bekannt, auch Wanderzellen gefunden zu haben. Diese sind wahrhaftig in grösserer oder geringerer Anzahl vorzufinden: hieher gehörig fand ich aber auch, dass längs der Nerven in den sie einhüllenden Kanalgängen, besonders, wenn an der Hornhaut künstlich Entzündung erregt wurde, ebenfalls Wanderzellen, nach unterschiedlichem Verlaufe und Dauer derselben, in grösserer oder minderer Quantität zu entdecken sind. Bei mehrere Tage anhaltender Hornhautentzündung kommt, nach meinen Beobachtungen, nebst Einwanderung, eine reiche Zunahme der Corneakörperchen durch Theilung zur Wahrnehmung. — Wenn man eine solche entzündete Hornhaut untersucht, bemerkt man, dass ein Theil der spindelförmigen Corneagebilde, theilweise in einer von der Peripherie concentrisch laufenden Radienrichtung geordnet sind; ja, nach zahlreichen Untersuchungen, deren Resultate ich in einer anderen Arbeit bald zu veröffentlichen gedenke, habe ich die Ueberzeugung gewonnen, dass diese sonderbare Anordnung dadurch bedingt sei, dass, wie bereits früher erwähnt wurde, ein Theil der Wanderzellen in

einzelnen, radienartig verlaufenden, grösseren Kanalzweigen ihre Wanderung verwirklichen; anderen Theils sind die längs der Nerven laufenden einzelnen Kerne selbst auch der Theilung und folglich der Vermehrung unterworfen. Da ich mich hier nur mit der Physiologie der gesunden Hornhaut befasse, kann ich nicht umhin nebstbei, indem diese Dinge pathologisch, aber dennoch auf physiologische Prozesse basirt sind, eine Verfahrungs-methode schon hierorts anzuführen, mittelst welcher auf das Studium des Entzündungsprozesses der Cornea — womit sich doch die meisten Forscher mit Vorliebe beschäftigen — ein neues Licht geworfen wird.

Bei einer, durch Anwendung von Nitr.-Arg. oder irgend eines anderen, mechanischen Einflusses hervorgerufenen Entzündung entstehen im Mittelpunkte der Cornea, — wie es Cohnheim und zahlreiche andere Forscher bewiesen haben und wie ich durch meine eigenen Untersuchungen überzeugt worden bin —, von der Peripherie aus concentrisch gegen den Mittelpunkt sich zusitzende, dunkle, kegelförmige Formen der Wanderzellen. Wenn man das am folgenden Tage nach der Beschädigung, oder noch eher enucleirte Auge, nach angegebenen Methoden mittelst Nitr.-Arg. imprägnirt, obgleich es an der Mitte bereits eben mit demselben geätzt worden war, so kann man unter dem Mikroskop des folgenden Resultates inne werden: Die Nerven führenden, am Rande der Hornhaut eintretenden grösseren Kanalgänge sind neben den länglichen Kernen der Nerven mit grossen breiten, gekörnten, rundlichen oder polygonalen, wie auch Fortsätze führenden Zellen besät, welche von den grösseren Formen der Wanderzellen in nichts abweichen. In den sternförmigen Saftkanälen, welche mit den Nerven führenden grösseren Kanälen in Verbindung stehen, kommen ebenfalls hie und da wanderzellenförmige Gebilde vor.

Schon hierorts muss ich hervorheben, dass ich, anstatt es in Abrede zu stellen, mit gewichtigstem Nachdrucke behaupte, dass ich ausser Einwanderung auch die Kerne der Hornhautkörperchen, ja sogar ihr Protoplasma, bei Entzündungsversuchen im Vermehrungszustande anzutreffen so glücklich war, was mir in einzelnen Fällen selbst an gesunden Corneakörperchen zu constatiren gelungen ist. Obwohl ich die Resultate meiner eingehenderen Beobachtungen an pathologischen Hornhäuten in nächster Zukunft zu veröffentlichen mir vorbehalte, hielt ich es dennoch nicht für unzweckmässig, auf die-

selben schon hier in kurzen Zügen zu reflectiren, und ich bin der Ansicht, diesbezüglich durch deren Zusammenhang mit den histologischen und physiologischen Verhältnissen der Hornhaut gerechtfertigt zu sein.

Wenn man das Auge in besprochener Weise in 2—3 procentiger Höllensteinslösung imprägnirt, so entdeckt man an demselben in den sternförmigen Saftkanälen bisher nicht beschriebene Structurverhältnisse. Nehmlich, die in dunkel gefärbtem Grunde auftretenden sternförmigen Saftkanäle sind mit platten Epithelzellen gefüllt, d. h. von der Zwischensubstanz durch eine Epithelzellenwand abgegrenzt. Die platten Epithelzellen besitzen dieselbe Gestalt, welche den Räumen selbst eigen ist, und sind stellenweise mit den Endothelzellen der benachbarten Räume in Verbindung, bilden demnach ein bedeutend breiteres, in einander mündendes Kanalsystem, als es bei den Amphibien der Fall war, wo es mir nicht gelungen ist, die Endothelzellen der sternförmigen Saftkanäle darzustellen, ich aber dennoch behauptet hatte, dass ihre Saftkanäle mit einer mit der Grundsubstanz verwachsenen Membran umgeben seien. Solche, mit Endothel bedeckte Kanäle sind vorzüglich an Katzen zu gewahren, weshalb ich ihre Beschreibung für den nächsten Abschnitt vorbehalte. —

C. Die Hornhaut der Katze.

Die Hornhaut 10—12 Tage alter Katzen habe ich auch mit Höllenstein imprägnirt untersucht, wobei ich bezüglich der sternförmigen Saftkanäle der Blut- und Lymphgefässe, wie auch ihres gegenseitigen Zusammenhangs in den Besitz solcher Daten kam, dass sie, wenn sie auch in Bezug auf Neuheit den oben angeführten den Platz räumen müssen, dennoch durch besonders gelungene Präparate, bei eigenthümlicher Beschaffenheit des Gewebes, den oben festgestellten Thatsachen bekräftigend zur Seite stehen. Eben dem letzteren Umstände zu lieb, bin ich genöthigt, die eigene Grundsubstanz der Katzenhornhaut zum Gegenstand näherer Betrachtung zu machen. Bei Höllensteinimprägnation des seines Epithels beraubten Auges zeigt die Hornhautgrundsubstanz der jungen Katze in braunrothem Felde die bereits oft erwähnten, weiss bleibenden, sternförmigen Saftkanäle. Aber diese Saftkanälchen, besonders den beiden freien Flächen der Hornhaut entsprechend, unterscheiden sich, wenn

auch nicht dem Wesen nach, doch in einiger Hinsicht. Und zwar so: die hellen Saftgänge sind den platten Epithelzellen ähnlich, hin und wieder ausgezackt, bald ganz glatt eingesäumt, nebenbei mit wenigen Fortsätzen versehen und entweder mittelst letzterer, oder mittelst ihrer breiteren, auch gezackten Ränder an einander stossend, so dass eine Zwischensubstanz entweder gar nicht oder in sehr geringem Maasse dazwischen Platz haben kann. Besonders hübsch kann man dieses Verhältniss am Rande der Katzenhornhaut gewahren, wo die Zwischensubstanz in steter Abnahme begriffen ist und durch das Aneinanderstossen mehrerer Zellen ganze Röhrengänge zu Stande kommen, welche in die grösseren Lymphgefässe der Sclera — indem die Zellen immer dichter und dichter sich schaaren — übergehen. Ein solches Bild stellt dar an beigefügter Fig. 6—7 die abgebildete Hornhaut mit Höllenstein imprägnirt; bei c die weiss gebliebenen Saftkanäle in gelb-braunem Felde.

Ich kann der Ueberzeugung Müller's nicht beipflichten, der da behauptet, es wären solche in der Hornhaut befindliche Bilder nicht darauf zurückzuführen, dass die Saftkanälchen mit Epithel bekleidet seien, obgleich ich mit Hoyer, den Ersterer diesbezüglich widerlegen will, nicht einer Meinung bin, denn Hoyer beschreibt sie, als wären sie unter der Descemet-Membran in Gestalt grösserer Lymphkanalzellen vorhanden; wir aber drückten bereits am Beginn unserer Abhandlung auf diese Auffassung — mit Bezugnahme auf eigene und Anderer Erfahrungen — den Stempel der Kunstproducte. Noch mehr bestärkten mich in dieser Ueberzeugung die an der Hornhaut der Katze gefundenen Bilder — welche keine Kunstproducte sind —; ich fand, dass die Zellplatten Schweigger-Seydel's wahrhaftig bestehen, d. h. dass sie an den sternförmigen Saftkanälchen, wie ich dies in den grösseren Nerven führenden Kanälen nachgewiesen habe, gleichfalls bestehen. Mindestens beim Kaninchen, Meerschwein, Katze und Stachelschwein glaube ich die Gegenwart derselben nachgewiesen zu haben. Recht gern gebe ich aber Müller zu, dass in den sternförmigen Saftkanälen nicht ein jeder Streifen die Bedeutung eines Epithelrandes besitzt, sondern, dass ein einzelner, mit einer einzigen Epithelzelle ausgefüllter Kanalgang von dem anderen häufig durch eine unermesslich kleine Lage von Zwischengrundsubstanz getrennt sein, und diese gefärbt, die Ränder der Epithelzellen nachahmen kann. Wozu aber dort, wo sie

einander berühren, zumal dann, wenn, wie es bereits erlaubt ist anzunehmen, diese sternförmigen Saftkanäle ein zusammenhängendes Kanalsystem bilden, überall eine schwarze Scheidewand dienen würde, wenn sie mit nicht überall zusammenstossenden Epithelzellen ausgefüllt wäre, kann ich nicht begreifen. Immerhin dienen die in solchen Zellen gesehenen, — besonders wie sie beim Meerschwein zur Beobachtung gekommen — charakteristischen länglichen Kerne, wie auch der schwarz gefärbte Saftkanalsaum, hinlänglich zur Bekräftigung unserer Ansicht.

Wiederholt hebe ich aber gegen Schweigger-Seydel hervor, dass an den oben angeführten Thieren und auch an der Katze neben diesen Zellplatten oder besser gesagt Endothelzellen in den Räumen noch die Zellen, d. h. die sogenannten Corneakörperchen, nicht aber eine formlose Eiweissmasse Platz haben. An den Hornhautquerschnitten entwickelter Katzen, welche mit Hämatoxylin gefärbt, und theils in Glycerin, theils in Dammarlack aufbewahrt sind, kann man beinahe in jedem den sternförmigen Saftkanälen entsprechenden Raume ganz klar wahrnehmbar zwei violett gefärbte Kerne unterscheiden; der eine ist länglich, glänzend, homogen und befindet sich nicht gerade am unteren Theile des Raumes, wie es Schweigger-Seydel am häufigsten fand, sondern bald an der oberen, bald an der unteren Wand desselben; bald findet man in einem Winkel einen kleineren dünnen Kern und, von diesem weiter oder weniger entfernt, ein größer gekörntes, selbst geschrumpft an die Kerne der Hornhautkörperchen erinnerndes Gebilde. Es ist wohl wahr, dass die in diesen Räumen enthaltenen zweiten kleineren Körperchen den Forschern unter dem Namen Wanderzellen bereits bekannt sind; aber ich bin — gestützt auf meine Untersuchungen — fest überzeugt, obgleich ich die Zellenwanderung nicht leugnen kann, dass ein Theil der, neben dem kernhaltigen, sternförmigen Protoplasma der Hornhaut, in den Saftgängen enthaltenen, sogenannten Wanderzellen nichts anderes sind, als die Kerne eben solcher Endothelzellen, welche (Kerne) natürlich an den Rändern der sternförmigen Saftkanäle von oben zur Ansicht gelangen. Dem gegenüber stelle ich die Zeichnung des Flächenschuttes der früher geschilderten Kaninchenhornhaut (Fig. 9). An diesem naturgetreuen Bilde sieht man bei c, dass die Endothelzellenzeichnungen der Form nach vollkommen den Corneakörperchen oder vielmehr jener

der sternförmigen Saftkanälchen entsprechen. Die Zwischenräume einzelner Zellen sind hier bedeutend grösser, als die in den oben beschriebenen Abbildungen. Ich glaube, dass dieses Bild zur Ueberzeugung, dass die, Corneakörperchen enthaltenden, sternförmigen Saftkanälchen selbst mit Endothelzellen ausgefüttert seien, nur beitragen kann.

An solchen jungen Katzen kommen nebstbei nach Imprägnation die aus der Sclera eindringenden Blutgefässer und die sich verzweigenden Lymphgefässer am deutlichsten zum Vorschein, und kann man sie, nach Beseitigung des Hornhautepithels und des Pigmentes vom Rande her, sogar mit Objectlinse No. 7—8 Hartnack's, ohne jeden Flächenschnitt der Prüfung unterziehen. In diesen Blut- und Lymphgefässen erscheinen die Ränder der Endothelzellen prachtvoll gefärbt, ebenso auch die jener Gefässer, welche die Hornhautränder in Bogenform umzingeln. Diese bogenförmigen Zweige des sogenannten episcleralen Gefässsystems verlaufen, wie beim Meerschwein bereits beschrieben, gleichfalls in Hohlräumen, die besonders bei rein capillaren Gefässen sehr fein sind, während sie an den Uebergangsgefässen und den dünneren Arterienästen um vieles weiter sind. Die sternförmigen Saftkanäle der Hornhaut stehen mit diesen perivasculären Lymphhohlräumen der Gefässer gleichermaassen in Verbindung, wie es beim Meerschwein der Fall ist.

An solchen imprägnirten Hornhäuten, wo ich auf einige Millimeter auch die Sclera verschont gelassen habe, kann man die Capillaren aus der Cornea zu den Uebergangsgefässen, in die kleineren Arterien und Venen und bis zu den grösseren verfolgen. Zwischen und hinter dem Gefässnetzwerk erkennt man an den geräumigen, grossen, weissen und von Epithelstreifen bunt durchnetzten, ausgebuchteten Hohlräumen auf den ersten Blick Lymphgefässer. —

Die sternförmigen und noch grösseren Saftkanälchen der Sclera treten eine Verbindung sowohl mit den ausgebuchteten Lymphgefässen, als auch mit den Lymphräumen der bald kleineren, bald grösseren perivasculären Gefässer an. Bemerkenswerth ist noch, dass ausser den Endothelzeichnungen, welche an der Intima der grossen Schlag- und Blutadern erscheinen, bei guter Imprägnation an den äusseren Wandungen mit den sternförmigen Saftkanälchen der Cornea und Sclerotica gleich helle Räume auftreten, so dass man sich

veranlasst fühlt, dieselben für nichts anderes, als für die zuführenden Saftwege der Scleralgefässe anzusehen.

III. Die Hornhaut der Vögel.

Die Hornhaut der Vögel weicht wohl im Wesen von jener der Frösche nicht ab, dessenungeachtet erscheinen mir jene Verhältnisse, die besonders zwischen den grösseren netzartigen und kleineren sternförmigen Saftgängen obwalten, nicht des Interesses zu entbehren, weshalb ich mich veranlasst finde, der Schilderung der Vogelhornbaut einen bescheidenen Abschnitt zu widmen.

Wenn man das Vogelauge in bekannter Weise mit Höllenstein behandelt, so wird, in Glycerin, der Unterschied zwischen der Hornhaut der Vögel und der der Frösche, namentlich der ungefärbt gebliebenen Hohlräume, augenfällig einleuchtend. Und zwar sind die am Rande der Hornhaut eintretenden grösseren Kanalgänge verhältnissmässig zu denen der Frösche bedeutend schmäler. Die andere, an der Kuckukshornhaut (Fig. 12) am Schönsten wahrzunehmende Hauptdifferenz besteht darin, dass die sternförmigen und mit einander mittelst weniger Aeste zusammenhängenden, Nerven führenden Gänge bedeutend kleiner sind, als die sämmtlicher bisher angeführter Thiere; auch stehen sie regelmässig mittelst kürzerer und schmälerer Kanäle mit den grösseren Kanalgängen oder ihren Aesten in Verbindung. Diese Verhältnisse kann man beim Kuckuk so klar zu Gesicht bekommen, dass sie Niemand leugnen wird, der sich je mit der Vogelhornhaut, geschweige des Kuckuks, bei ähnlichem Verfahren befasst hat. Die Zweige der Kanalgänge sind zuweilen so eng, dass, wenn man den Zusammenhang der in ihnen verlaufenden Nerven mit dem Protoplasma der Corneakörperchen im frischen Zustande auch nicht erblicken könnte, man doch aus diesem Bilde jene Verhältnisse zu erkennen genötigt wäre.

Die Hornhaut der Vögel unterscheidet sich auch durch ihre Nerven augenscheinlich von jener anderer Thiere. Denn die eintretenden Nerven werden sowohl an Zahl als an Dicke, selbst ihrer ansehnlichsten Stämme, durch jene der Frosch- oder Meerschweinhornhaut weit übertroffen. Die am Rande eindringenden Nervenstämme der Vögel enthalten 2—3, mit markiger Hülle bekleidete Nerven, andere bringen aus der Sclera gleich blasse Nervenfasern

mit sich. Die eingedrungenen Nerven eilen in Längsrichtung gegen den Mittelpunkt der Hornbaut und bilden grössere Hauptzwischenräume zwischen den Zweigen. Die Hornhautkörperchen sind kleiner, spärlicher zerstreut, ungemein glänzend, ihr Kern ist im frischen Zustande nicht sichtbar, und sie stehen mittelst sehr feiner Nervenfäden, welche zuweilen, aber dann auch in grösseren Distanzen, Varicositäten zeigen, in direkter Verbindung.

Namentlich waren es Stieglitz und Gimpel (Fig. 13), welche unter den Vögeln die beste Gelegenheit boten, die Nervenverbindung der Corneakörperchen nachzuweisen. Die kleine, feine und durchsichtige Hornhaut kleiner Vögel ist für Nervenendigungs-Untersuchungen besonders geeignet, da eintheils bei solch kleiner Hornhaut die Aufeinanderfolge der kleineren Nervenverästelungen schneller erfolgt, man somit auf einem Sehfelder mehrere Nervenverbindungen auf einmal zu beobachten im Stande ist, anderentheils sowohl die Körperchen kleiner sind, als auch die Protoplasmafortsätze weiter von einander entfernt zu stehen kommen, demzufolge sich weder gegenseitig decken, noch die Versuchung aufkommen lassen, Fortsätze und Nervenendigungen mit einander zu verwechseln, wie dies möglicherweise bei dem dichten Netzwerke protoplasmatischer Fortsätze an der Hornhaut anderer Thiere der Fall sein könnte. Endlich scheint nicht minder von Wichtigkeit zu sein, dass solche mit Nerven verbundene Corneakörperchen bei kleineren Vögeln nur in ein bis zwei Schichten vorhanden sind, was die Untersuchung selbstverständlich vergleichsweise erleichtert, während die in tieferer Schicht gelegenen Körperchen keine Nervenverbindung besitzen und nebenbei, wie ich an der Stieglitz- und Gimpelhornhaut wahrzunehmen Gelegenheit hatte, Fortsätze äusserst selten besitzen, häufig rundlich sind und ihre ebenfalls rundlichen Kerne mit nur spärlichem Protoplasma umringen. Andererseits ist die beschriebene Untersuchung an frischen Präparaten in Folge der allerfeinsten Beschaffenheit des Untersuchungsobjectes noch mehr anstrengend und das Auge ermüdend, als wir es beim Studium der Froschhornhaut hervorgehoben haben. Nach meinen Messungen, welche an mit Nitr. Arg. imprägnirten Präparaten der Kuckukshornhaut ausgeführt wurden, haben die kleineren und grösseren Kanalgänge, die sternförmigen Saftkanäle und ihre, Fortsätze führenden, minimalen Kanaläste folgende Dickenmasse ergeben:

die nervenführenden grösseren Känele = 0,004 Mm.
 dieselben mittlerer Grösse . . . = 0,002 -
 die sehr kleinen = 0,001 - oder
 noch kleinere Durchmesser;
 die Körper der grösseren sternförmigen Saftkanäle = 0,008 Mm.
 die der kleineren = 0,006 -
 Dicke ihrer grösseren Fortsätze . . = 0,001 -
 die der kleineren = 0,008 -

Die kleinsten erscheinen als unmessbare dunkle Linien.

IV. Endigung der Hornhautnerven im Epithel.

Wie bekannt, bedecken Epitheliallagen die Vorderfläche des eigenen Gewebes der Hornhaut. Ein Theil derselben ist platt gedrückt, der andere ist aus Cylinderzellen zusammengesetzt. Von diesen sind die oberen gezahnte Epithelzellen (Stachelzellen), welche mittelst ihrer sägeartigen Ränder sich zusammenklammern. Unterhalb einiger Reihen dieser Zellendecke ruhen mit ihrem convexen Ende nach oben, mit ihrer ebenen Basis nach unten Cylinderepithelzellen, auf die ihnen zu Grunde liegende vordere elastische Membran gestützt.

Cleland beschrieb beim Ochsen lange Fortsätze, welche aus der mittleren Lage des Epithels hervorgehen und welche er durch doppelchromsaures Kali isolirte; jedoch vermochte Rollett dieselben weder bei diesem Thiere, noch bei einem anderen aufzufinden.

Zwischen den letztgenannten Zellen will, wie Rollett (Stricker's Lehrbuch) einigermaassen sarkastisch bemerkt, Krause besondere ellipsoide Zellen beobachtet haben, jedoch setzt er nach seinen (Rollett) Worten ein Fragezeichen.

Nach den meisten Forschern durchbohren die Nervenfäden die vordere elastische Grenzmembran (Bowman), dringen mit einzelnen Zweigen unter der Epithellage zwischen den cylindrischen unteren, d. h. tieferen Zellen vorwärts, und endigen, indem sie einzelne seitlich oder horizontal verlaufende Aeste abgeben, mit angeschwollenem oder freiem Ende, entweder zwischen den Zellen der obersten Epithellage oder zwischen den Zellen der platten Epitheldecke, oder auch an beiden Stellen, indem sie Netzwerke bilden; ja, nach Cohnheim's vereinzelter, und wie ich glaube, a priori un-

annehmbarer Meinung, reichen die Nervenfäden über die Epithelzellen hinaus, und sollen hier in der Flüssigkeit in Form „fotirender“ birnförmiger Körperchen endigen.

Nach meinen Untersuchungen, bei welchen ich ausser dem hierzu benutzten Chlorgolde Hämatoxylin, Ueberosmiumsäure und am sichersten die frische Behandlung in der feuchten Kammer in Anwendung brachte, dringen aus dem eigenen Gewebe der Cornea die Nervenfäden zwischen den untersten palissadenförmigen Zellen der Epithellage hinauf und endigen dort in Körperchen, welche zwischen je zweien Spalten solcher Zellen Platz nehmen, unten spitzig, oben abgerundet sind, sich aber von den Epithelzellen bezüglich ihrer Consistenz, ihres Wasserresorptionsverhaltens, wie auch hinsichtlich ihrer optischen Eigenschaften deutlich unterscheiden. Diese Gebilde glaube ich „Tastkörperchen“, die sie so zu sagen unterstützenden und die innerste Lage des Hornhautepithels bildenden palissadenförmigen Zellen, da sie die Tastkörperchen zu unterstützen den Anschein haben, „Stützzellen“, die einzelnen alle diese bedeckenden mehrschichtigen Epithelzellen aber „Schütz- oder Deckzellen“ am entsprechendsten nennen zu dürfen.

Die geschilderten Verhältnisse habe ich zum ersten Male an, mittelst Hämatoxylin gefärbten, in Glycerin untersuchten Hornhautquerschnitten der Katze beobachtet. Dasselbe gewahrt man beim Frosch in feuchter Kammer mit Humor aqueus stellenweise recht auffallend; aber nur dann, wenn der Humor aqueus eine Stunde lang eingedrungen war, wonach die obengenannten Epithelzellen, beinahe bis zum Verschwinden, aufgehellt wurden und die Deckzellen gleichfalls lichter geworden sind. Da sieht man die birnförmigen Gebilde, und zwischen den seitlichen Contouren von je zwei Epithelzellen einen noch dunkleren fadenartigen Streifen, welcher sich in jenes Gebilde verliert, hübsch zum Vorschein kommen. Diese sind sehr zahlreich; es erscheint im Profil zwischen je zwei Epithelzellen ein Tastkörperchen, welche letzteren recht breit sind, so dass sie mit ihren Seitenrändern ihre Nachbarn berühren und, die Epithelzellenform nachahmend, leicht für, die epithelialen Zwischenräume ausfüllende Epithelzellen angesehen werden können, wie es die bisherigen Forscher thaten; sie sind jedoch nichts anderes, als die von Vielen gesuchten und auf den ersten Blick leicht zu erkennenden Formen des epithelialen Endapparates der Nerven. Diese Tastkörperchen

besitzen einen glänzenden, homogenen Inhalt, sind mit einer Membran umgeben und haben zumeist an ihrem oberen Ende seitlich einen kleinen, glänzenden, helleren Kern, an welchen stellenweise ein feiner Faden, als Fortsetzung des dahin ziehenden Nervenfädchen, ansetzt (s. diese „Tastkörperchen“ Fig. 15 bei I).

Die von Rollett, Chapman, Klein u. A. geschilderte oberflächliche Nervenendigung oder Ausbreitung, ohne irgend ein Endorgan, existirt nicht und ist nichts anderes, als der ausgeschiedene Niederschlag des zur Imprägnation benutzten Goldes oder sonstigen Metalles in der die Epithelzellen verbindenden Kittsubstanz, oder selbst die gefärbte Membranzeichnung der Epithelzellen.

Die Tastkörperchenfortsätze kann man nach hinten über die vordere elastische Membran verfolgen, während über diese Membran hinaus keine einzige Epithelzelle solche Fortsätze besitzt. — Ich hatte Gelegenheit, in einzelnen günstigen Fällen einen solchen Fortsatz mit jenem des Körperchens des nächst gelegenen sternförmigen Saftkanälchens eine Verbindung eingeben zu sehen; besonders bei Frosch, Lerche, Stieglitz (Fig. 15, 1 = Tastkörperchen, n = Nerv, p = Corneakörperchen).

Andererseits beobachtet man, — wie ich es oben mit Kühne übereinstimmend geschildert habe — wie die Fortsätze der Hornhautkörperchen nicht selten eine Verbindung mit dem Nerven eingehen, weshalb die in den Weg des Nerven eingeschalteten derartigen Hornhautkörperchen viel mehr einen Nervencharakter beanspruchen, als dass sie für ein beschäftigungsloses, wanderndes Protoplasma oder Bewegungsorgan angesehen zu werden verdienten. In Fig. 18 sieht man an der treuen Zeichnung der ausgeschnittenen Hornhaut eines weissen Kaninchens, welche in der feuchten Kammer untersucht wurde, dass der Nerv (a) mit zwei unteren Hornhautkörperchen (e) und oberhalb derselben ebenfalls mit einem Corneakörperchen in Verbindung steht, während das obere Körperchen zwischen die palissadenförmigen Epithelzellen neuerdings ein feines Fädchen nach oben hin sendet.

Die Deckzellen sind so planmäßig und mit solch' ausgezeichnet architectonischer Regelmässigkeit auf einander gehäuft und vermöge ihrer Form in so vortheilhafter Lage gestützt, dass der geringste Druck (z. B. die Berührung der Hornhaut mittelst eines Haares) von der Vorderfläche der Cornea übergeleitet wird und zwar

vorzüglich auf die Tastkörperchen, an welchen sich der Druck in Folge ihrer kugligen Form gleichmässig vertheilt, so, dass sie selbst unter Einfluss desselben nicht sehr leiden, aber auf die mindeste Berührung, bekanntermaassen, eines lebhaften Empfindungs-Eindruckes theilhaftig werden. —

Diese Nervenendigungsformen habe ich ausser den obengenannten Thieren noch an der Hornhaut des Meerschweines beobachtet. Es ist mir hier bei einer gewissen Versahrungsweise gelungen, diese Gebilde sogar sammt Nerv zu isoliren. Man färbt die Horuhaut des Meerschweines mit Hämatoxylin, und nach lebhaft blauer Färbung hält man sie in Wasser, bis ihr Epithel mittelst eines Messerstriches abgestrichen werden kann. Indem ich dieses abgehobene, gefärbte Epithel in Glycerin mittelst einer feinen Nadel ausgebreitet habe, ist es mir gelungen, die Tastkörperchen sammt den vereinigenden recht langen Nervenfäden, obwohl geschrumpft, in mehreren Fällen gesondert zu betrachten und auf diese Weise den Zusammenhang zwischen diesen Körperchen und den Nerven mit einer Bestimmtheit, welche keinen Zweifel zulässt, nachzuweisen. An ganz frisch in Humor aqueus untersuchten Froschhornhäuten, welche mit ihrer Descemet-Membran nach oben zu liegen kamen, habe ich öfter in Erfahrung gebracht, dass die meisten Forscher der Neuzeit eine irrige Behauptung zur Geltung gebracht haben, indem sie angaben, dass die subepitheliale Fläche der Nerven kein Netz, sondern nur ein Plexus sei.

Es besteht nehmlich unmittelbar unter den palissadenförmigen Zellen des Hornhantepithels, sogar zwischen der Bindesubstanz derselben ein wahrhaftiges Nervennetz, d. h. die Verzweigung der Axenfäden der Nerven; die mit einander Binnenräume umzingelnde Verbindung der Fäden am genannten Grunde der in Humor aqueus erblasssten Epithelzellen kommt so rein und so scharf dem beobachtenden Auge entgegen, dass nur ein Vorurtheil zu Gunsten der entgegengesetzten Ansicht davon abhalten kann, sie nicht erkennen zu wollen. Diese Netze nehmen ihren Ausgangspunkt von bald kleineren oder grösseren, bald körnigen und vielfach mit Fortsätzen versehenen Körperchen, welche häufig einen glänzenden, jünglichen Kern enthalten, demzufolge sie Zellen genannt werden können, obgleich sie einige Forscher schlechtweg für die Knotenpunkte mehrerer Nervenfäden halten, (Fig. 16 bis 17, p Körperchen, der sogenannte Knotenpunkt der Forscher; m Nerven-

netz). Aus dieser Zelle (Körperchen, Knotenpunkt) entspringen glänzende Nervenfäden, deren zwei (a—a) ein doppeltes Sehfeld einnahmen, indem sie in der Kittsubstanz der Epithelzellen verliefen.

Aus diesen Zweigen wird kein dichtes Netzwerk gebildet, sondern einzelne Aeste gehen, wie dies aus der naturgetreuen Zeichnung wahrzunehmen ist, mit dreieckiger, verbreiterter Basis, allmählich sich verjüngend, daraus hervor, und scheinen ohne jedes Endorgan am Grunde der Epithelzellen sich zu verlieren. Ferner sind die Binnenräume dieser Netzwerke nicht so sparsam zerstreut, wie es Engelmann behauptet, dass sie nur 5—10 Epithelzellen enthalten würden, sondern es entspricht einer jeden, durch Bindesubstanz eingeschlossenen Epithelzelle je eine Netzmasche (Fig. 17, wo p das, das subepithiale Nervennetz bildende Körperchen, der sogenannte Knotenpunkt der Forscher ist; n der optische Querschnitt der zwischen den palissadenförmigen Zellen hinaufdringenden Nervenfäden; i die palissadenförmigen Epithelzellen).

Das unter dem Ende des subepithelialen Grundes befindliche Nervennetz ist an dem Berührwinkel der Zellen mit runden glänzenden Körperchen, sowie mit Knotenpunkten versehen, welche nichts anderes darstellen, als die optischen Querschnitte des zwischen zwei benachbarten palissadenförmigen Epithelzellen dahinziehenden feinen Nervenfaserchens (n). Die Fig. 2 der beigefügten Tafel macht dieses Verhältniss deutlich. Sie ist einer Froschhornhaut, welche mit Höllensteine und darauf mit Kochsalz behandelt wurde, entnommen. Das Descemet-Epithel der Cornea ist bei I sichtbar. Es besitzt 1—2 Kerne und hat durch Höllensteine eine bräunliche Färbung erlitten, der Zelleninhalt ist stellenweise zurückgezogen, geschrumpft. Bei II sieht man, bei tieferer Einstellung der Objectlinse, in höllensteingefärbtem Grundgewebe die sternförmigen Saftkanäle c, bei noch tieferer Einstellung einige Schichten sternförmiger Körperchen, und hinter der vorderen elastischen Membran bei III die Basalenden der palissadenförmigen Epithelzellen. Zwischen je 3—4 derselben werden, wie der weisse Hof zwischen den Blüthenblättern des Vergissmeinnicht, durch Epithelbindesubstanz feine dunkle Punkte oder dunkel contourirte winzige Kügelchen eingeschlossen, welche nichts anderes sind, als die kleinen Knotenpunkte des oben ge-

schilderten subepithelialen Nervennetzes, welche die optischen Querschnitte der zwischen den palissadenförmigen Epithelzellen hinauf dringenden Nervenfaserchen zum Ausdruck bringen. Diese feinen Faserchen sind es, welche zu den Tastkörperchen gehen, um mit ihnen in eine enge Verbindung zu treten.

Eine andere und anderwärts im Epithel vorkommende Nervenendigung vermochte ich nicht an der frischen Cornea ohne Reagentien zu entdecken. Ich bin nach meinen Untersuchungen fest überzeugt, dass die vorderen Zellen des Epithels und sogar die angeblichen Nervennetze oder Nervenplexus der äussersten Epithelschicht in der ausgiebigen Bindesubstanz der letzteren vorzüglich durch Gold vorgetäuscht werden; dieses Verhältniss hat viele ausgezeichnete Beobachter verleitet, einer irrgigen Behauptung Geltung zu verschaffen. Meinestheils bin ich der Ansicht, dass sich die Cornea mit ihren zahlreichen Tastkörperchen, welche mit Nerven im Zusammenhang stehen, zufrieden stellen kann, und dass ein Bedürfniss, über den Epithelzellen noch einen flottirenden, wunderbaren Endapparat (Cohnheim), noch ein unbegreifliches, geschlossenes, oberflächliches oder tieferes Netzwerk, und noch dazu frei, ohne irgend ein Endorgan endigende Nervenfasern zu besitzen, ganz und gar nicht obwaltet.

Jeder minimale Druck, welcher vorn auf die Hornhaut ausgeübt wird, kann durch jene doppelte, feine und dünne Plattenepithelzellenlage, welche die Decke der kleinen Tastkörperchen bildet, auf diese sich ohne Hindernisse erstrecken; es ist nicht nöthig, dass jener diese unmittelbar berühre. Ebenso gelangen Empfindungseindrücke an der Haut durch unvergleichbar dicke Schichten dennoch ungestört zu den Tastorganen.

Was das Anlangen von Nerven in feinen Netzwerken zu der Demours-Membran und die Endigung einzelner ihrer Fäden in den epithelialen Elementen dieser Membran betrifft, so konnte ich auf Grund meiner Untersuchungen über dieses Verhältniss nicht zur Klarheit gelangen. — Die sternförmigen, die Corneakörperchen nachahmenden Gebilde, welche sich am Grunde der palissadenförmigen Zellen des die Vorderfläche der Hornhaut bedeckenden Epithels befinden, waren bereits früher Gegenstand kurzer Besprechung, als das am Grundende der palissadenförmigen Epithelzellen sichtbare engmaschige Nervennetzwerk zur Besprechung gelangte. Diese Kör-

perchen, welche die Forscher Knotenpunkte der Nervenfläche zu nennen gewohnt sind, indem sie dieselben als Kreuzungsstellen mehrerer Fasern und die darin enthaltenen Kerne für Kerne der Nervenhülle ansprechen, scheinen mir eine andere Bedeutung zu haben. Einzelne Exemplare derselben haben nehmlich so sehr den Charakter der Zelle an sich, dass ich es nicht für ratsam erachtete, sie so ganz schlechtweg zu behandeln. Ihre Grundsubstanz bildet ein körniges, Fortsätze besitzendes, grosses Stück Protoplasma, ihren Mittelpunkt aber ein glänzender, tüchtiger Nucleus und Nucleolus. Ich glaube daher, ihnen den wohlverdienten Namen der Zellen beilegen zu dürfen; da nicht nur von hinten her nach dem vorderen Epithel gehende Nerven sich ihnen anschliessen, sondern die aus ihnen entspringenden Fäden das eben geschilderte Nervennetzwerk zu Stande bringen, dessen nach vorn verlaufende gerade Aestchen (Rami recti) die Tastkörperchen versehen, so würden sie die Benennung als peripherische Nervenzellen mit Recht beanspruchen können. Diese Schicht, in welcher sowohl diese sternförmigen Nervenknotenpunkte oder besser -Zellen, als auch das geschlossene Nervennetz enthalten ist, kann wahrhaftig als subepitheliale Nervenlage (Stratum nervosum subepitheliale) bezeichnet werden, wie dies, wenn auch nicht in demselben Sinne, so doch auf dieselbe Stelle bezüglich, Cohnheim selbst thut.

Es ist auffallend, dass besonders bei Vögeln die Hornhautkörperchen an deren vorderem Drittheile, ja beim Gimpel und Stieglitz sogar nur an der vorderen kleinen Verdickung derselben dicht neben und hinter einander geschichtet liegen; überdies, wie es beim Stieglitz gut beobachtet werden kann, ist die zwischen diesen Körperchen befindliche Zwischensubstanz in den feinsten Faserplexus eingebettet, unter welcher Schicht die Grundsubstanz der Hornhaut beinahe homogen ist und in Humor aqueus keine oder geringe Faserung zeigt. Die Körperchen sind von einander in beiden Richtungen entfernt, besitzen kaum einen Fortsatz und erscheinen zu meist als kleinkörnige, kugelrunde oder ovale Gebilde. Indessen sind in den subbasalen Plexus des Hornhauttheiles unter der vorderen elastischen Membran die Corneakörperchen bedeutend grösser, glänzenden Inhaltes und mit sternförmigen Fortsätzen versehen.

Die vertical aufsteigenden feinen Fäden der Körperchen letzter genannter Stelle sieht man, nachdem sie die vordere Membran

durchbohrt haben, zwischen den palissadenförmigen Zellen nach oben dringen und zwischen den Gipfeln der genannten Tastkörperchen endigen (Fig. 15, 1 Tastkörperchen; i palissadenförmige Zellen; n Nervenfäden; p Corneakörperchen). Die letzterwähnten habe ich besonders gut an der Stieglitzhornhaut im Humor aqueus und im natürlichen Querschnitte beobachten können. Im Allgemeinen haben für die Untersuchung der Körperchen und ihres Zusammenhangs mit den Nerven bei ziemlich starker Vergrösserung, in Folge ihres derberen Scleralringes, welcher als Stütze gegen Druck des Deckglases eine nützliche Rolle spielt, die Hornhäute der kleinen Vögel einen gerechtfertigten Vorzug. An der Hornhaut der Lerche, des Stieglitz, der Eidechse vorzüglich aber beim Gimpel sind die in den vorderen Schichten eingelagerten Körperchen, in Humor aqueus betrachtet, ganz homogen, metallglänzenden, angeschwollenen Sternen gleich, und ist an ihnen nichts, was Körnchen genannt werden kann, im Anfang sogar nicht einmal der Kern wahrzunehmen. —

Die Nerven, welche bereits bei ihrem Eintritte in kleiner Anzahl und in dünneren Bündeln vorhanden sind, bilden reiche, jedoch keine Netzwerke; unterwegs sind Corneakörperchen eingeschaltet, und einzelne, nur spärliche, dunkle Varicositäten zeigende, feine Fäden knüpfen mit den ausserordentlich zierlichen, feinen, glänzenden Protoplasmafortsätzen der Hornhautkörperchen eine um vieles augenfälligere Verbindung an, als es beim Frosch der Fall ist (Fig. 13 bei 1 derartige Nervenendigung im Fortsazte des Corneakörperchens des Frosches; 2 die Vereinigung der Nerven (a a) mit dem Fortsatz des Körperchens (e) bei der Lerche; 3 ähnliche Nervenendigung beim Gimpel; 4 dasselbe bei der Eidechse). — Die 2. Figur wurde nach einem in feuchter Kammer aufbewahrten, die übrigen nach in Humor aqueus untersuchten Präparaten gezeichnet.

Bei diesen sind die Körperchen selbst annäherungsweise halb so gross, als die Körperchen der Froschhornhaut, auch weisen sie nicht so zahlreiche Fortsätze auf, wie die letzteren es thun.

Es ist mir gelungen, von der mittelst Hämatoxylin gefärbten und in Glycerin gelegten Gimpelhornhaut, nach Abtrennung des Epithels durch einen Messerstrich, mit Leichtigkeit die vordere elastische Membran der Hornhaut abzuheben und mich zu überzeugen, dass an dieser vorderen Platte, d. h. neben dem aus den feinen Fasern der unter dem Epithel verlaufenden Nerven

gewebten Netz, sich noch ein Plexus erstreckt. Ferner kann man so auch das an der Vorderfläche der Cornea ausgebretete subbasale Nervennetz untersuchen und sich überzeugen, dass letzteres wahrhaftig keinem Netz, sondern nur einem Plexus entspricht. —

Hingegen das aus dem obengenannten Netzwerke zusammengefügte, aus zellenartigen Knotenpunkten oder eigentlich aus Zellen unmittelbar unter dem Epithel gebildete Nervenlager stellt, wie bereits geschildert, — um die Grundlage der palissadenförmigen Zellen herum — ein geschlossenes Netzwerk dar, aus welchem zwischen die palissadenförmigen Zellen glänzende Nervenfäden nach oben dringen, um nachher in den als Tastkörperchen beschriebenen kleinen Endapparaten ihre Endigung zu finden. Ich kann nicht umhin, noch zu bemerken, dass ich das Epithel der Descemet-Membran gleichfalls gezahnt gefunden habe, ebenso, wie gewisse Zellen des vorderen Hornhautepithels. In Fig. 19 ist das mittelst Höllenstein imprägnirte Descemet - Epithel des Frosches versinnlicht. Durch diese Lösung wurden die Ränder der Zähne des Epithels schwarz gefärbt, während das Protoplasma körnig und ungefärbt blieb. Die Zellkerne färbten sich durch carminsaures Ammoniak recht hübsch. Endlich erlaube ich mir zu erwähnen, dass ich den grössten Theil der beigefügten Zeichnungen, theils bei mikroskopischer Projection, theils mittelst des von mir construirten Zeichenapparates aufgenommen habe.

V. Hauptergebnisse dieser Untersuchungen.

1. Nimmt man das Auge aus dem Versuchsthiere heraus und imprägnirt es mit Metallen, so findet man im eigenen Gewebe der Hornhaut in dunklem Grunde ausser den zahlreichen sternförmigen weissen Plätzen (Recklinghausen's Saftkanälen) mit diesen zusammenhängende grössere Gänge, welche, wie auch die kleineren sternförmigen Saftkanäleben, von der dunklen Grundsubstanz durch noch dunklere, häufig sogar durch scharfe schwarze Grenzlinien geschieden sind.

2. In diesen Gängen werden die Nerven in den angegebenen Weisen, besonders durch Ueberosmiumsäure und Höllenstein, theils gefärbt, theils nicht gefärbt — in diesem Falle wie in den frischen

Präparaten — veranschaulicht und können als ständige Präparate aufbewahrt werden.

3. In den grossen Kanalgängen entstehen sowohl beim Laubfrosch als beim Kaninchen, der Katze, dem Meer- und Stachelschwein nach Höllensteinkbehandlung Zeichnungen der Endothelzellen, welche die innerste Zellenwandung der Gefäße und die der Lymphcapillaren kennzeichnen; daher die mit den sternförmigen Saftgängen anastomosirenden, grösseren, Nervenführenden und mit einer Endothelwand versehenen Kanäle mit Recht Saftkanäle der Hornhaut, beziehentlich der Nerven genannt zu werden verdiensten.

4. Die sternförmigen Saftkanäle sind keine in das Gewebe eingegrabenen Höhlungen, sondern sie sind von demselben durch eine aus den grossen Gängen sich fortsetzende Zellenmembran getrennt; diese Membranen sind durchlöchert und stehen nicht mit den Hornhautkörperchen, sondern vielmehr mit dem Grundgewebe in engerem Verhältnisse.

5. Die kleineren Zweige, welche aus den Nervenfasern der grösseren Gänge entspringen, wie auch die feinsten varicösen Fäserchen gehen mit den Protoplasmafortsätzen einzelner Corneakörperchen eine Verbindung ein, nicht aber mit dem Kern oder dem Nucleolus.

6. Die am Rande der Hornhaut eintretenden Blutgefäßmaschen sind, mindestens beim Meer- und Stachelschwein, bei dem Kaninchen und der Katze, mit einem Lymphraum, dessen Wand durch Endothelzellen gebildet wird, umgeben, welcher mit den sternförmigen Saftkanälen der Hornhaut in directe Verbindung tritt.

7. Die an den Kreuzungsstellen der im Grundgewebe der Hornhaut verlaufenden Nerven befindlichen rundlichen, länglichen, dreieckigen oder anders geformten Körperchen sind zum Theil Wanderzellen, zum Theil Endothelzellenkerne; wieder ein anderer Theil bildet die Kerne solcher Hornhautkörperchen, welche am Wege des Nervs eingeschaltet sind.

8. Die einzelnen in der Hornhautgrundsubstanz hervortretenden Nervenfäserchen endigen nicht mit einer kleinen kugelrunden Schwellung. Diese Endigungsform ist ein durch Goldbehandlung bedingtes Kunstproduct.

9. Die Nerven, welche mit den Hornhautkörperchen in Zusammenhang stehen, verlaufen, nachdem sie aus ihnen hervorgetreten

sind, aufwärts dem Epithel zu, und nachdem sie unter letzterem die vordere elastische Membran (Bowman's Membran) durchbohrt haben, gehen sie in körnige, zellenartige Gebilde über (in die sog. Knotenpunkte der Forscher), aus welchen ein ziemlich grossmaschiger Nervenplexus, nebstdem aber auch ein die Basis der palissadenförmigen Epithelzellen einfassendes zierliches, geschlossenes Netzwerk zu Stande kommt. Die einzelnen und die an den Berührungsspitzen der palissadenförmigen Epithelzellen sitzenden kleinen glänzenden Knotenpunktchen dieses Netzes sind nichts anderes, als die optischen Querschnitte jener geraden Nervenfäden (Nervuli recti), welche, wie es im Profil sichtbar ist, in der Kittsubstanz zwischen den palissadenförmigen Epithelzellen in die Höhe laufend, mit dem zwischen je zweien Gipfeln dieser Zellen eingeklemmten, gestützten, von mir als Tastkörperchen beschriebenen Endapparaten verbunden werden.

10. Der höher im Epithel und an der Oberfläche des Hornhautepithels beschriebene Nervenplexus oder das Netzwerk ist die, durch das angewendete Gold gefärbte, zwischenepithiale Bindesubstanz, während die das Epithel überschreitenden und hin und herschwebenden Nervenengebilde, welche Cohnheim geschildert hat, nicht bestehen.

11. Das Epithel der Descemet-Membran, wie es meine Untersuchungen an der Frosch- und Gimpelhornhaut nachgewiesen haben, zählt zur Classe der Stachel- oder Riffzellen.

12. Bezuglich der Ernährung der blutgefäßlosen Hornhaut kann ich auf Grund meiner Beobachtungen folgende physiologischen Thatsachen feststellen:

Die am Rande der Cornea befindlichen Gefäßmaschen leiten den aus ihnen im regelmässigen Zustande ohne Formelemente durchdringenden Blutsaft in die intervaskulären Lymphräume, von hier in die sternförmigen Saftkanäle und nachher in die Kanäle der Nerven. Es spricht jedoch nichts dagegen, dass die Hornhaut einen Theil ihrer Nahrungsflüssigkeit auch aus den Gefässen der Sclera beziehen könne, indem die Lymphgefässe, Blutgefässe und Nervenröhren der Sclera mit den daselbst befindlichen sternförmigen Saftkanälchen und diese wieder — in Fortsetzung — mit den sternförmigen Saftkanälchen der Hornhaut in steter Verbindung stehen.

13. Die in die Hornhaut aus der Sclera eintretenden Nerven sind in letzterer beim Meerschweine mit aus mehreren Nervenzellen zusammengesetzten peripherischen Ganglien versehen.

14. Nach Acupunctur des verlängerten Markes am Grunde des Sinus rhomboides und zwischen dem 3.—4. Wirbel habe ich bei *Rana esculenta* in einzelnen Fällen die Hornhautkörperchen fettig degenerirt gefunden.

15. Bei Entzündung des Hornhautgewebes werden neben der Zelleneinwanderung an der Peripherie die Corneakörperchen in Kernvermehrung und Theilung angetroffen; sie geberden sich nicht nur als Zuschauer, sondern spielen im Verlaufe der Entzündung wesentliche Rollen.

Die Einwanderung kann durch den Lymphraum hindurch, welcher an den Rändern der Cornea die Gefäßmaschen umringt, vermittelt, und den sternförmigen Saftkanälchen, wie auch den Nervenkanälen übermittelt werden.

Diese Wanderung kann ihren Weg, ausser diesen Gängen, auch durch die Kittsubstanz einzelner Fibrillenbündel der Grundsubstanz nehmen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VI.

Fig. 1. Ein nach dem mikroskopischen Sehfelde einer Frosch- (*Rana esculenta*) Hornhaut, welche mit Höllensteinkochsalzlösung behandelt wurde, gezeichnetes Bild bei 300facher Vergrößerung; a die mit violetten Körnchen (Chlorsilber) besäte Nervensubstanz; b der Nerven führende Kanalgang; d Wandungen dieser grösseren Kanalgänge; e die mit Fortsätzen ausgestatteten, körnigen, grosse, glänzende und homogene Kerne besitzenden Hornhautkörperchen, welche sowohl mit den dicken als auch mit den dünneren varicösen Zweigen derselben in direkter Verbindung stehen.

Fig. 2. Zwei mit einander zusammenhängende Körperchen der in feuchter Kammer untersuchten *Rana esculenta*-Hornhaut (e), von welchen der Protoplasmafortsatz des linken Körperchens mit einem Faden (a) der Nervenfaserbündel eine Verbindung eingeht; f Fortsätze der Körperchen. Vergr. 350.

Fig. 3. Ein Abschnitt der mit Ueberosmiumsäure und Höllenstein imprägnirten Hornhaut der *Rana esculenta*. Vergr. 350. a Nervenaxencylinder durch jene Lösungen schwarz gefärbt; b ein sie führender Kanalgang; c sternförmige Saftkanälchen, in welchen das körnige und gefärbte Protoplasma, wie auch der Kern ersichtlich ist.

Fig. 4. Hornhaut des Laubfrosches (*Hyia arborea*) durch Höllenstein imprägnirt und mit Kochsalz behandelt. Vergr. 350. b Die verzweigten grossen Kanalgänge; c die kleinen sternförmigen Saftkanälchen; d die Wand der grossen Kanäle; h die jene bildenden Endothelzellen.

Fig. 5. Ein Theil der *Rana esculenta*-Hornhaut, entsprechend ihrer Pupille mit Ueberosmiumsäure, Höllensteine und Kochsalz behandelt, nicht reducirt, aber gehärtet. Vergr. 350. e Hornhautkörperchen mit Fortsätzen, körnig und mit grossem Kerne versehen.

Fig. 6 u. 7. Randtheil der Hornhaut einer jungen Katze, durch Höllenstein imprägnirt; a Endothelzellen der Hornhautkörperchen. Vergr. 250.

Fig. 8. Flächenschnitt einer mit Höllenstein imprägirten Hornhaut eines jungen Kaninchens. Vergr. 300. b Grosser, Nerven führender Kanalgang; h die letzteren bildenden Endothelzellen, zwischen ihnen zusammenstossenden und mittelst Höllenstein schwarz tingirten Rändern mit bald grösseren, bald kleineren Lücken (Stomata).

Fig. 9. Flächenschnitt der Hornhaut eines jungen Kaninchens; Höllensteinimprägnation. Vergr. 300. b Nerven führende Kanalgänge, Nerven zerstört. c Corneakörperchen und Endothelzellen ähnliche Gebilde.

Fig. 10. Mit Höllenstein imprägirte Kaninchenhornhaut. Vergr. 250. b Grosser Kanalgang; c sternförmige Saftkanälchen; h die Wandung des grossen Kanalganges bildende Endothelzellen.

Fig. 11. Randtheil einer mit Höllenstein imprägnirten Meerschweinhornhaut. s Gefässmaschenwerk an der Peripherie der Cornea; t der das Gefäss umgebende und führende perivasculäre Lymphraum; u Endothelzellenkerne dieses Lymphraumes; v Endothelzellenkerne der Capillaren; c sternförmige Saftkanälchen; q körniges, längliches Körperchen, den Wanderzellen ähnlich.

Fig. 12. Mittelst Höllenstein imprägnirte Hornhaut des Kuckuks. Vergr. 350. b Nerven führender Kanalgang eines engen Binnenraumes; c die mit jenem zusammenhängenden sternförmigen Saftkanälchen.

Fig. 13. Hornhaut des Gimpels, in feuchter Kammer beobachtet. Vergr. 350. a Nerven; b grosse Kanalgänge, in welchen Nerven verlaufen; e Corneakörperchen.

Fig. 14. Hornhaut der Eidechse in feuchter Kammer. Vergr. 350. a Nervenfaden; e Corneakörperchen.

Fig. 15. Natürlicher Querschnitt der mit Humor aqueus in feuchter Kammer untersuchten Hornhaut des Stieglitz. Vergr. 350. i Palissadenförmiges Epithel der Hornhaut; l Corneatastkörperchen; n die in den Tastkörperchen endigenden feinen Nervenfäden; p Corneakörperchen in Verbindung mit dem Nerven.

Fig. 16. Nervennetz (n) unter dem vorderen Epithel der Hornhaut ausgebreitet und mit dem Plexus (a) zusammenhängende Zelle. Vergr. 350. Froschhornhaut mit Humor aqueus.

Fig. 17. Grundendomosaik der mit Humor aqueus in feuchter Kammer untersuchten palissadenförmigen Zellen (i) des vorderen Epithels der *Rana esculenta*. Vergr. 350. p Nervenknotenpunkt, oder besser Zelle, welche aus sich zwischen einzelne Epithelzellen feines Nervennetzwerk sendet; n optische Querschnitte der Nervuli recti, welche zwischen den palissadenförmigen Epithelzellen aufsteigen und mit den Tastkörperchen in Verbindung stehen.

Fig. 18. Mit Höllensteinstift berührte Hornhaut der *Rana esculenta* mit nach oben gewendeter Descemet-Membran. Vergr. 350. I In Vermehrung befindliche Epithelzellen der Descemet-Membran. II Bei tieferer focaler Ein-

stellung der Objectlinse kommen die weiss gebliebenen sternförmigen Saftkanälchen (c) der Hornbaut in mehreren Schichten zum Vorschein. III Bei noch tieferer Einstellung erscheinen die basalen Enden der palissadenförmigen Zellen des vorderen Hornhautepithels und an ihren Berührungs-winkeln n sind die zwischen jenen aufsteigenden Nervuli recti, in optischen Querschnitten, als einzelne, kleine Knotenpunkte sichtbar.

Fig. 19. Mittelst Höllensteine imprägnirtes Descemet-Epithel der Rana esculenta-Hornhaut, welches, wie es die Zeichnung darstellt, aus gezackten Zellen zusammengesetzt ist. Die Kerne der Epithelzellen waren mit Carmin lebhaft gefärbt.

VII.

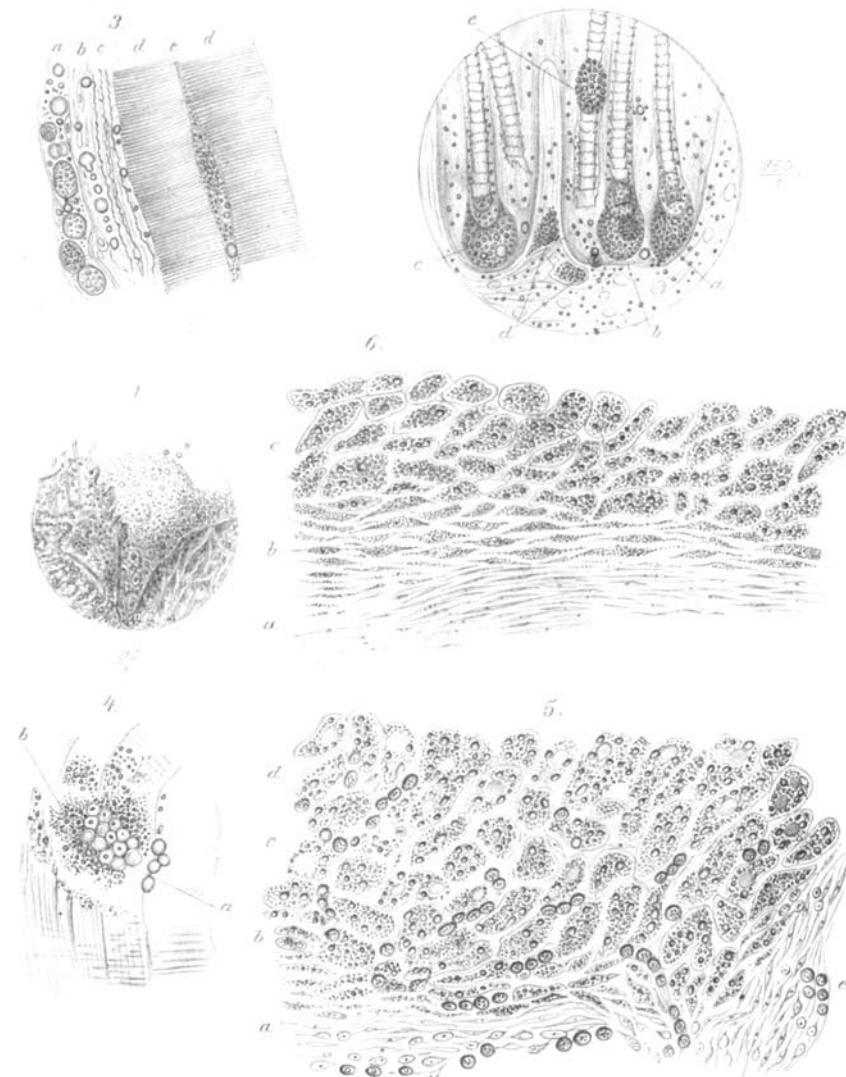
Ein Fall von Diphtherie der Impfwunden, allgemeine Diphtherie, Tod, nebst einem Versuch zur Beantwortung der Frage: Wie verhält sich Schutzpockenlymphe nach der Infection mit Diphtherieorganismen in ihrer Wirkung auf den thierischen Körper.

Von Dr. Ludwig Letzerich in Braunfels.

(Hierzu Taf. VII. Fig. 1—4.)

Nachfolgende Untersuchungen verdanken ihre Entstehung einem eigenthümlichen Falle von Blutzersetzung nach Schutzpockenimpfung. Die Daten über die Krankheiterscheinungen, welche bei dem Kinde nach und nach zur Beobachtung kamen, verdanke ich der Güte meines Freundes und Collegen Herrn Kreisphysikus Ebertz zu Weilburg, der auch so freundlich war mich zur Section einzuladen, wodurch ich in den Stand gesetzt ward, die mikroskopische Untersuchung der Organe frisch aus der Leiche vorzunehmen.

Es betraf der Fall ein 4 Monate altes Kind, welches vor der Impfung völlig gesund gewesen. Am 13. Tage nach der Impfung entwickelte sich in der Umgebung der Vaccinationsstelle eine erysipelatöse Schwellung, die sich rasch über den ganzen Körper verbreitete. Bald darauf trat ödematöse Anschwellung des ganzen Körpers, hochgradiger Icterus ein und im weiteren Verlaufe Petechien von Flostich-, Stecknadelkopf- bis Linsengrösse, besonders dicht aneinander gereiht am rechten Arm und linken Bein, sparsamer an den übrigen Körpertheilen. Mit dem Eintritt dieser Erscheinungen von Blutzersetzung wurde der Puls mehr und mehr beschleunigt, es erfolgte ein comatöser Zustand



Dr. S. Seitzreich ad nat. col. 1-4.

Abb. Schütze lith. Ense Berlin