

XX.

Beobachtungen an der Membrana Descemetii.

Ein Beitrag zur Kenntniss der Endothelzellen und ihrer Zwischenräume.

Von Dr. Otto Preiss in Hamburg.

(Hierzu Taf. VII — VIII.)

Die Ansicht, dass zwischen den Grenzen der Epithelzellen Ernährungsflüssigkeit circuliren könne und müsse [Bizzozero¹⁾], hat sich durch zahlreiche Untersuchungen im Laufe des letzten Jahrzehntes immer mehr Bahn gebrochen. Hierbei stellte sich heraus, dass in diesem Punkte bei allen sonstigen Verschiedenheiten eine grosse Uebereinstimmung zwischen Epithel und Endothel herrsche [Arnold²⁾], und im Allgemeinen waren bei den verschiedenen Untersuchungsmethoden und für die verschiedensten Körperstellen die Befunde einander so ähnlich, dass damit der Werth jeder einzelnen Methode festgestellt, und jedem einzelnen Befunde ein allgemeinerer Werth zuerkannt wurde. Die sog. Kittsubstanz erhielt neben der früher allein vermutheten Bedeutung, als Kitt für den Zusammenhalt der Zellen zu dienen, für's Erste noch die wichtige Rolle der Leitung von Ernährungsflüssigkeit zugetheilt. Es wurden leicht nachweisbare Stoffe (Berlinerblau, indigoschwefelsaures Natron, Kaliumeisencyanür) in's Blut gebracht [Carter³⁾, Arnold⁴⁾, Thoma⁵⁾], und danach festgestellt, dass der Austritt aus den Gefässen zwischen den Endothelzellen der Gefässwand stattfindet, und dass durch Vermittelung der Saftbahnen des Bindegewebes die betreffenden Stoffe allenthalben in den Interstitien der Epithelien

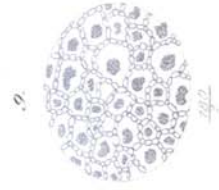
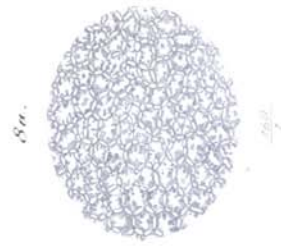
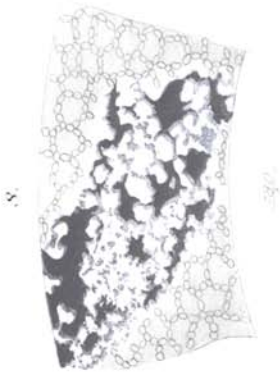
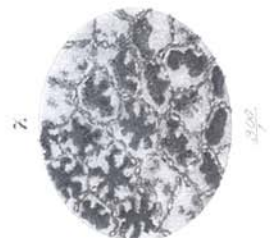
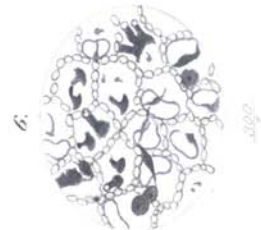
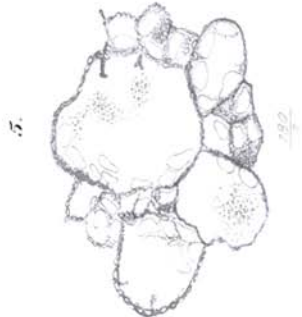
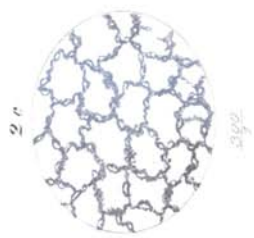
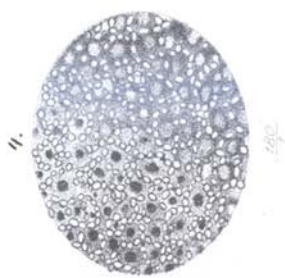
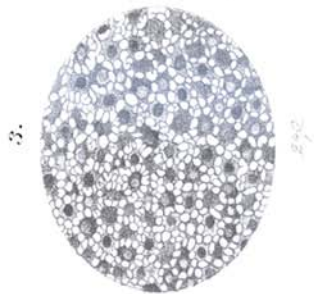
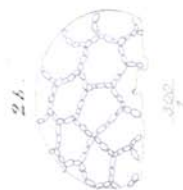
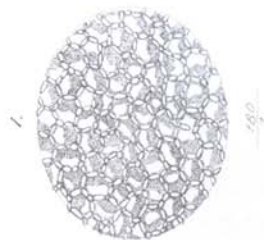
¹⁾ Bizzozero, Ueber den Bau der geschichteten Plattenepithelien. Molesch. Unters. Bd. XI.

²⁾ J. Arnold, Ueber die Kittsubstanz der Epithelien. (Anat. Theil.) Dieses Archiv Bd. 64. S. 205.

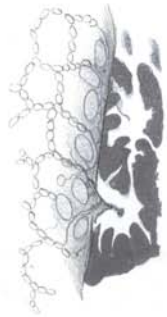
³⁾ Carter, Journ. of Anatomy and Physiologie. Vol. IV. 1870.

⁴⁾ J. Arnold, Ueber die Kittsubstanz der Endothelien. Dieses Archiv Bd. 66.

⁵⁾ R. Thoma, Ueber die Kittsubstanz der Epithelien. (Physiol. Theil.) Bd. 64. S. 396.



10.



500 μ

12.



500 μ

13.



500 μ

14.



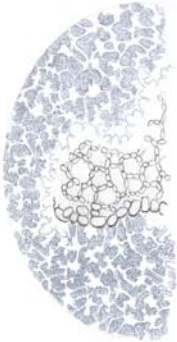
500 μ

11.



500 μ

15.



500 μ

16.



500 μ

17.



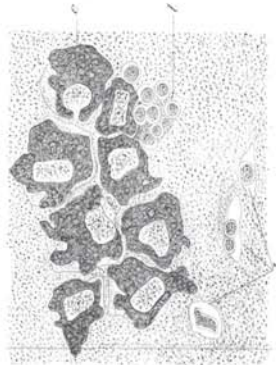
500 μ

Fig. X. (Ciaccio)



500 μ

Fig. II. (Ciaccio)



500 μ

Fig. III. (Ciaccio)



500 μ

Abb. Bakings. Sek. Brust. Buben.

und Endothelien an Hornhaut, Gaumen, Zunge, Drüsen, serösen Häuten, zum Vorschein kamen. Dabei konnte eine secernirende Wirkung von Zellen ausgeschlossen werden (Thoma, Arnold), und auch die bis zu gewissem Grade zugelassene Möglichkeit einer Imbibition konnte im Wesentlichen die hohe Bedeutung des nachgewiesenen Zusammenhanges der Saftwege nicht beeinträchtigen (Arnold). — Aber auch nach Injection in's Unterhautzellgewebe wurde das gleiche Resultat erreicht [Arnold¹⁾]. — Weiter wurden die gleichen Erfolge vom Verdauungskanal aus erzielt, indem es Leber²⁾ gelang, innerlich beigebrachtes Jodkalium mit Hilfe der Braunfärbung durch Palladiumchlorid nach kurzer Zeit in den Interstitien des Endothels der vorderen Augenkammer, und auch in der Hornhautgrundsubstanz nachzuweisen.

Diese Beobachtungen erhielten weiter dadurch einen erhöhten Werth, als damit nicht nur Wege für die Zufuhr des flüssigen Ernährungsmaterials nach den epithelialen und endothelialen Zellenlagen erkannt waren, sondern auch zweitens die Möglichkeit des Durchtritts körperlicher Blutelemente durch die Zellenzwischenräume constatirt wurde, indem Blutzellen zwischen den Endothelien angetroffen wurden. [Virchow³⁾, v. Recklinghausen⁴⁾, Oedmannson⁵⁾, Arnold u. A.] Dieser Umstand konnte zunächst für den normalen Zustand mannichfache Bedeutung haben; in jedem Falle aber durfte er für entzündliche Affectionen grosse Wichtigkeit beanspruchen. Arnold⁶⁾ betonte hierbei als bedeutsam, dass die „Kittsubstanz“ unter Umständen veränderliche Dimensionen zeige; er glaubt, dass eine Alteration derselben dem Durchwandern zelliger Elemente vorausgehe.

Der demnächst für das Endothel in Betracht kommende Punkt ist der, dass die Zellenzwischenräume auch Resorptionswege vorstellen. Diese Frage wurde durchaus bejahend beantwortet durch v. Recklinghausen, Rajewsky, Knies, Arnold u. A., während

¹⁾ J. Arnold, Dieses Archiv Bd. 66. S. 81.

²⁾ Th. Leber, Ueber die intercellularen Lücken des vorderen Hornhautepithels im normalen und pathologischen Zustande. Arch. f. Ophth. Bd. 24. I. S. 262.

³⁾ Virchow, Gesammelte Abhandlungen. S. 167.

⁴⁾ v. Recklinghausen, Zur Fettresorption. Dieses Archiv Bd. 26 und a. a. O.

⁵⁾ Oedmannson, Beitrag zur Lehre von dem Epithel. Dieses Archiv Bd. 28.

⁶⁾ J. Arnold, Dieses Archiv Bd. 74. S. 263.

schon lange bekannt ist, und immer von Neuem bestätigt wurde, dass die Oberfläche der frischen Zellen selbst sich gegen die Aufnahme von Farbstoffen sehr resistent zeige. Die Art des Zusammenhanges jedoch, sowohl der Zellen unter einander, als auch der Zwischenräume mit den weiteren Saftwegen des Bindegewebes, bot einige noch jetzt streitige Punkte dar, welche sich darauf beziehen, ob es sich um präformirte Wege, oder kurzweg Oeffnungen (Stomata, Stigmata) handele oder nicht. — Ferner kam hierbei die wichtige Frage des mehrfach beobachteten Zusammenhanges zwischen Epithelzellen und Bindegewebszellen mit zur Discussion, indem an den Epithelzellen, resp. den untersten Epithelzellen fadige Fortsätze constatirt wurden, welche sich in die Unterlage hinein fortsetzten. Arnold¹⁾ konnte hierin im Wesentlichen nur eine Fortsetzung der die Zellenzwischenräume ausfüllenden Substanz erblicken. Jedenfalls wurden in sehr zahlreichen Versuchen von der freien Endothelfläche aus direct die Saftkanälchen des Bindegewebes auch durch körnigen Farbstoff dargestellt, und Rajewski²⁾ betont von der Peritonealseite des Zwerchfells ausdrücklich die Beobachtung, dass schon unmittelbar unter dem Endothel der Serosa eine Lage von Saftkanälchen nachweisbar sei. — Auch Ciaccio³⁾ sah speciell an der Membrana Descemetii gleich unter dem Endothel unregelmässig geformte Lücken, öfters mit Eiterzellen gefüllt, die er als die bekannten Saftkanälchen ansprechen zu müssen glaubte (Siehe seine Zeichnung III).

Für die Hornhaut wurden auch noch durch Einstichsinjection Flüssigkeitswege in den Interstitien des vorderen Epithels gefüllt. Raehlmann⁴⁾ benutzte hierzu Tinte, und bekam die Ränder der Epithelzellen und die Zwischenräume derselben in Form sternartiger anastomosirender Figuren, in deren Bereich die Circulation von Lymphe und Lymphkörperchen als möglich angenommen

¹⁾ Dieses Archiv Bd. 64. S. 235—236.

²⁾ Arcadius Rajewsky, Ueber Resorption am menschlichen Zwerchfell bei verschiedenen Zuständen. Dieses Archiv Bd. 64. S. 186.

³⁾ G. V. Ciaccio, Osservazioni intorno alla membrana del Descemet etc. Estratta dalla Serie III Tome V delle Memorie dell' Accademia delle Scienze dell' Instituto di Bologna. 1875. (Fig. III u. VI.).

⁴⁾ Raehlmann, Ueber ein Lymphlückensystem im Cornealepithel. Arch. f. Opth. Bd. 23. I.

wurde, schwarz gefärbt. — Leber¹⁾ benutzte Terpentinöl und hob hervor, dass ihm ausser zwischen die Epithelzellen auch oft Oeltröpfchen in das Innere der Zellen eingedrungen zu sein schienen, und dass namentlich der Rand der Kerne häufiger durch solche Tröpfchen markirt war.

Auch Waldeyer²⁾ hat sich für die Möglichkeit intercellulärer Saftwege am vorderen Hornhautepithel ausgesprochen, lässt es aber für die vereinzelt Stomata, welche er am Endothel der vorderen Kammer vorfand, unentschieden, ob dieselben eine natürliche Einrichtung vorstellen.

Indem ich nun zur Mittheilung eigener Beobachtungen übergehe, bedarf es wohl kaum der Entschuldigung, dass ich trotz der vielen schon vorliegenden Untersuchungen über die Wand der vorderen Augenkammer einige Resultate bekannt machen möchte, welche vielleicht einige neue Gesichtspunkte enthalten. Ich brauche nur hinweisen auf die noch so räthselhaften Erscheinungen des normalen und des gestörten oder plötzlich unterbrochenen Kammerwasserabflusses, auf gewisse Beschläge an der hinteren Hornhautwand, und auf die Resorptionsvorgänge von Blut und Entzündungsproducten, um den Entschluss zu rechtfertigen, jedes wenn auch bescheidene Resultat anatomischer Untersuchung, von welcher doch schliesslich die Lösung dieser Fragen abhängen dürfte, bekannt zu geben.

Zum Studium der Zellenzwischenräume an der hinteren Hornhautwand versuchte ich zuerst ohne weitere Voraussetzung am Bulbus eines eben getödteten Thieres durch Einspritzung erhärtender Mittel in die vordere Kammer die Fixirung des Endothels bei normaler Wölbung der Hornhaut, resp. bei normaler Spannung der Membrana Descemetii anzustreben. Dabei prüfte ich der Reihe nach die Fähigkeiten verschiedener bekannter Härtingsflüssigkeiten mit und ohne Zuhülfenahme von Färbungen. Auf diesem Wege überzeugte ich mich auch, gegen mein Erwarten, dass starkes Eisenchlorid bei Injection in das Kammerwasser nicht nur die Zellen mit Erhaltung ihrer Form sehr dauerhaft fixire, sondern auch, dass hier neben der Erhärtung noch durch Anwendung des Blutlaugen-

¹⁾ Th. Leber, Arch. f. Ophth. Bd. 24. (Siehe S. 265 u. 268 ff.)

²⁾ Waldeyer, Graefe-Sämisch Handbuch I (S. 199 und 204).

salzes sehr lehrreiche Färbungen, und zwar auch an den Zellen selbst, erzielt werden konnten, und endlich, dass die Zellenzwischenräume sich in einer eigenthümlichen Art verwandelt zeigten. Für die Regelmässigkeit der hierbei zu erhaltenden Bilder war es maassgebend, dass die Descemet'sche Membran bei Fixirung der Endothelschicht keine Faltungen erlitt, weshalb an der ausgeschnittenen Hornhaut kein so brauchbares Resultat zu erzielen war. Meine vor dem Versuche vorhanden gewesene Voraussetzung, dass dieses Mittel starke Schrumpfung an den Zellen hervorbringen und deshalb keine brauchbaren Schlüsse zulassen werde, erschien mir als ungerechtfertigt; hingegen glaube ich, es von vornherein als Vortheile bezeichnen zu dürfen, dass hier Zellen und Zwischenräume in verschiedenartigem Verhältniss zu einander fixirt werden konnten, und dass Färbungen auch im Gebiete der Zellen erzielt wurden, sowie endlich, dass die so behandelten Präparate eine sehr angenehme Schnittconsistenz erhielten, und schon 2 Stunden post mortem eine ausgiebige Untersuchung des gehärteten und gefärbten Organs ermöglicht war. Die Methode war folgende:

An einem frischen Thierauge, z. B. vom Kalbe, präparire man in der Gegend des Aequators an einer Stelle die Sklera rein. Dasselbst bohre man eine spitze Präparirnadel durch die Augenhäute hindurch, und führe sie zwischen Pupillenrand und Linse nach der vorderen Kammer. Auf diesem Wege spritze man den 4. bis 3. Theil einer Pravaz'schen Spritze voll Liq. fer. sesq. (1+5) in die vordere Kammer ein. Bei kleineren Thieren und beim Menschen genügen einige Tropfen. Man bewege das Auge nun so, dass die eingespritzte Flüssigkeit die Hinterwand der Hornhaut bespüle. Dann lasse man es $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden stehen. Nach Ablauf dieser Zeit spritze man durch die alte Bohröffnung einige Tropfen Ferrocyankalium (1+9) in die vordere Kammer ein, und bespüle wieder die Hinterwand der Hornhaut. Nun bleibe das Auge noch $\frac{1}{4}$ Stunde stehen. Dann führe man durch die Bohröffnung eine scharfe Scheere und umschneide den Hornhautrand. Zunächst gewahrt man, dass der vordere Bulbusabschnitt sehr hart geworden ist, und dass die Hornhaut ihre Wölbung vollkommen beibehält. Man zieht nun vom Rande her die anhaftende Iris und Linse ab, welche dabei immer im Zusammenhange folgen. Das auf die vordere Irisfläche sich überspannende Endothelhäutchen kann man hierbei sehr gut wahr-

nehmen. Dann spült man die Hornhaut tüchtig in Wasser ab, und legt sie auf die vordere gewölbte Fläche, um nun mit der Pincette bei geeigneter Fixirung ein möglichst dünnes Häutchen, resp. die *Membrana Descemetii* von der hinteren Fläche abziehen. Sie giebt ohne alle Zerrung nach. Selbst diese jetzt abgezogene dünne Schicht behält, wenn, wie es sein soll, die ganze Hornhaut hart geworden war, noch immer ihre Wölbung. Das Häutchen ist vollkommen durchsichtig geblieben, seine Farbe ist an mehreren Stellen klarblau. Diese blaugefärbten Theile mit der Nachbarschaft derselben schneidet man aus und bringt sie, mit der Endothelseite nach oben, in Glycerin unter das Deckglas. Die eingetretene Färbung ist in dem einen Falle stärker, in anderen schwächer; immer aber nimmt sie in den gleich angedeuteten Bahnen von Tag zu Tag an Intensität und Ausdehnung zu, und man darf es nicht versäumen, auch Wochen lang in Glycerin aufbewahrte Präparate zu untersuchen, da sie dann erst recht lebhaftere Farben zeigen. Es lässt sich eine grössere Klarheit des Bildes oder Verbesserung der Färbung durch irgend welche Zusätze nicht erzielen; auch eine später eintretende Entfärbung liess sich nicht immer, aber oft durch Essigsäure auffrischen.

Die Zellenzwischenräume und die Stomata.

Bei dem durch schwächere Vergrösserung erzielten Gesamteindruck fällt uns ein Farbencontrast auf, bestehend zwischen Blau und Weiss. Die Farben vertheilen sich auf rundliche Felder von ziemlich gleicher Grösse, so dass ein Theil des Feldes blau, der andere Theil weiss aussieht, und jedes einzelne dieser Felder wird umrahmt von einem vollständigen Kranze aufleuchtender kleiner Kreise (Fig. 1). Soweit jedes beliebige Gesichtsfeld reicht, erkennen wir dieses regelmässig angeordnete Kranzwerk, das an keiner Zelle fehlt. Jedes Feld entspricht im Allgemeinen einer Endothelzelle, und wir sehen, dass die Erhaltung und Fixirung der Zellen dabei eine ganz vollkommene ist.

Bei stärkerer Vergrösserung erweist sich jeder Kranz als aus 8—10 kleinen Kreisen oder Ellipsen zusammengesetzt, welche beim Hin- und Herdrehen der Schraube abwechselnd aufleuchten und wieder dunkel werden. Diese vollkommen regelmässige Anordnung ist bei Weitem am häufigsten (2 b). Jedoch kommen die Stomata

auch in viel unregelmässigerer Weise zum Vorschein, und zwar gewöhnlich dann, wenn gleichzeitig die Zellenzwischenräume sich in Form einer breiteren, etwas geschlängelten und zackigen Färbungslinie präsentieren (Fig. 2c).

Man kann aber leicht constatiren, dass bei aller oberflächlichster Einstellung die Grenzen der Zelloberflächen ganz schmal sind, und sich nur als dünne blaue oder ungefärbte Linien präsentieren (Fig. 2a), und dass erst bei etwas tieferer Einstellung das System der aufleuchtenden Kreise — nennen wir sie mit dem hergebrachten Namen Stomata — zum Vorschein kommt.

Bei Anwendung der Versilberungsmethode werden nur jene oberflächlichsten Linien braungefärbt [vergl. auch Thoma¹⁾], so dass an unseren Präparaten das Bild von den anerkannten Vorstellungen der oberflächlichsten Zellengrenzen höchstens darin abweicht, dass hier eher der Eindruck einer feinen Spalte gewonnen wird. — Indem wir nun die Schraube bis zur deutlichen Einstellung der Stomata drehen, gewinnen wir den Eindruck, dass die oberflächliche feine Spalte sich nach der Tiefe zu mehr erweitert. Ferner erkennen wir, dass an jedem Stoma zwei oder drei Zellen zusammenstossen (Fig. 1). — Weiter sehen wir, dass der Rand der Stomata in der Regel blau gefärbt ist; oft verschwindet diese Färbung wieder. Aus modificirten Versuchen mit kürzerer Einwirkung der Mittel habe ich mich überzeugt, dass von allen hier sichtbaren Färbungen diejenige der Zellen — und Stomataränder immer zuerst eintritt, und dann erst sich weiter verbreitet. Man kann das auch an der ausgeschnittenen Hornhaut mikroskopisch beobachten. Die Mitte der Stomata, die den Eindruck eines Lumen macht, ist dagegen fast stets ungefärbt und leuchtet auf. Es kommen aber Strecken vor, wo die Stomata durch ein dickes Farbstoffpünktchen markirt sind, und wobei sie viel kleiner erscheinen, so dass dann wohl der Arnold'sche Name Stigmata eher für sie passt. Ueberhaupt ist die Grösse derselben sehr variabel; auch sieht man statt runder oft elliptische Formen (Fig. 1). Der Druck, welcher bei der Injection obgewaltet hat, ist nicht von vergrösserndem Einfluss auf die Stomata.

Wenn wir nun unsere Aufmerksamkeit darauf richten, wie sich bei diesen Bildern die Ränder der Stomata zu den Zellen verhalten,

¹⁾ Thoma, Dieses Archiv Bd. 64. Siehe S. 404 oben.

so erscheinen dieselben hier als der Ausdruck regelmässiger Verbindungen der Fortsätze benachbarter Zellen. Wir ersehen dies am Besten aus Präparaten, an denen wir erweiterte Stomata erhalten (siehe in Fig. 3); die Erklärung derselben folgt später. Die Fortsätze gehen hier meistens continuirlich in einander über; sie durchschneiden die Intercellularräume in ziemlich regelmässigen Abständen in Form von Brücken oder Scheidewänden. Die Bilder stimmen am Besten mit den am Epithel der Kiemenblätter des lebenden Salamanders von Flemming¹⁾ beobachteten „Inter-cellularfortsätzen“ überein. Den Eindruck einer seitlichen Aneinanderlagerung der Fortsätze gewinnt man hierbei nur sehr selten; jedoch ragen sehr oft Fortsätze ohne ein zugehöriges vis-à-vis frei in den Zellenzwischenraum hinein. Auch kommt es vor, dass neben einer Stelle, wo sich zwei gegenüberliegende Fortsätze regelrecht verbinden, ein anderes Fortsatzpaar in der Mitte getrennt und mit den Spitzen gegen einander verschoben erscheint. Die deutliche Blaufärbung der Zellen und ihrer Fortsätze gestattet die Erkennung der geschilderten Verhältnisse ohne Schwierigkeit. — Eine Verdickung in der Mitte als Ausdruck einer Verschmelzung ist hier nur da vorhanden, wo mehr als zwei Fortsätze in einem Punkte zusammenstossen (Fig. 3).

Die Stomata oder diesen ähnliche Gebilde wurden schon vielfach an der Hornhaut beobachtet. Knies²⁾ sah dieselben am Endothel der vorderen Kammer. Vom gleichen Ort beschreibt Brugsch³⁾ nach Einspritzung körnigen Farbstoffs in die vordere Kammer des lebenden Kaninchens, und Leber⁴⁾ vom vorderen Hornhautepithel des Menschen Bilder von rosenkranzförmigen Zellconturen, welche streckenweise vorhanden waren, und die nach den Zeichnungen den von mir beschriebenen ähnlich sehen. Brugsch spricht auch von directer Verbindung benachbarter Zellfortsätze, die er auch oft tingirt erhielt. — Die von Waldeyer⁵⁾ erwähnten Ab-

¹⁾ Walther Flemming, Beiträge zur Kenntniss der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 16. (Siehe S. 342—343 und Fig. I u. II Taf. XVI.)

²⁾ Knies, Die Resorption von Blut in der vorderen Augenkammer. Dieses Archiv Bd. 62. S. 537.

³⁾ Brugsch, Arch. f. Ophth. Bd. 23. III. Taf. VII. Fig. 3.

⁴⁾ Leber, Arch. f. Ophth. Bd. 24. I. Taf. IV: Fig. 2.

⁵⁾ Waldeyer, Graefe-Sämisch I. S. 203. Fig. 16 b.

weichungen der Zellenränder am Endothel der vorderen Kammer nach Behandlung mit schwacher Lösung salpetersauren Silberoxyds, und auch die zahlreichen Stomata am gleichen Orte, welche Ciaccio (l. c. siehe Fig. III) beschreibt, gehören ebenfalls hierher.

Da wohl mit Recht diese Intercellularräume am Epithel als ein physiologisches Desiderat betrachtet werden, und man dieselben nach dem Vorhandensein an lebenden Objecten als eine unter Umständen eintretende vitale Erscheinung ansehen darf, so hielt ich es für gerechtfertigt zu versuchen, wie sich an der Hinterwand der frischen Hornhaut bei mikroskopischer Beobachtung die gegenseitige Verbindung der Zellen und deren Zwischenräume gegen aufgetropfte Flüssigkeiten verhalten würden. Thoma¹⁾ hatte schon, als er die Zungenflächen des lebenden Frosches mit Kochsalzlösung irrigirte, Vacuolenbildung und Grössenveränderungen an den Zellen wahrgenommen, und Unterschiede für verschiedene Concentrationsgrade constatirt. — Leber²⁾ hatte Vacuolenbildung in der Umgebung des Kerns und auch zwischen den Zellen am vorderen Hornhautepithel durch Wassereinwirkung beobachtet.

Wenn man eine Hornhaut, frisch ausgeschnitten, auf ein Objectglas breitet, und an einer runzelfreien Stelle mit möglichst starker Vergrößerung (ich benutzte Hartn. 6 mit Oc. 3) untersucht, so ist ja zuerst die Endothellage kaum zu sehen. Applicirt man dann mittelst Glasstabes ein Tröpfchen einer 0,75 procentigen Kochsalzlösung und stellt schnell wieder ein, so sieht man sofort ein sehr scharfes Bild regelmässiger intercellulärer Vacuolen. Die Zellen weichen, durch Fortsätze unter einander in Verbindung bleibend, in regelmässiger Weise von den Rändern zurück; dadurch erhalten sie eine Sternform, wie in Fig. 3. Kerne werden dabei nicht sichtbar. Nach wenigen Secunden werden die ausgedehnten Zwischenräume wieder kleiner, die Zellenränder nähern sich wieder einander an, und bald ist die Aneinanderlagerung wieder vollständig restituirt — man sieht wieder gar Nichts. — Durch erneutes Auftropfen entsteht das Bild wieder von Neuem in derselben Weise, und so gelingt es oft 3 bis 6 Mal die vollständige Restitution der ursprünglichen Zellengrenzen zu sehen. Also nicht nur das Vorhandensein der Flüssigkeit ist für diese Bewegung maassgebend, sondern der immer erneute Act des

¹⁾ Thoma, Dieses Archiv Bd. 64. Siehe S. 413 ff.

²⁾ Leber, Arch. f. Ophth. Bd. 24. I. Siehe S. 289.

Auftropfens ist dazu erforderlich. Ferner erscheint mir der Versuch insofern bemerkenswerth, als man dabei gewissermaassen Stachelzellen entstehen und wieder in runde Formen sich umwandeln sieht. — Je öfter man aber auftropft, desto mehr entstehen dabei auch im Gebiete der Zellen selbst sogenannte Vacuolen, wodurch die Regelmässigkeit des ersten Bildes mehr und mehr gestört wird, bis man gar nicht mehr entscheiden kann, wie viele und welche Vacuolen einer bestimmten Zelle und ihrer Umgebung angehören. Ein grosser Theil der Zelle löst sich förmlich in ein Netzwerk auf, das lauter Vacuolen umgreift. Man kann aber auch, ehe man es soweit kommen lässt, nach dem zweiten oder dritten Auftropfen ein Bild erhalten, wo nur vereinzelte intercelluläre Vacuolen offen bleiben, während sonst überall die Zellenränder sich wieder aneinander gelegt haben, und solche Bilder beweisen, wie ich glaube, dass diese Vacuolen mit den „Stomata“ identisch sind. Bei dem durch den ersten Tropfen erzielten Bilde ist eine unverkennbare Regelmässigkeit vorhanden, und die dabei entstehenden intercellulären Vacuolen entsprechen an Zahl und Art vollständig den beschriebenen Stomata der Eisenchloridpräparate, nur in verschiedenartigen Ausdehnungszuständen.

Nimmt man statt der Kochsalzlösung reines Wasser, so gelingt die Restitution nicht so oft, und der ganze Vorgang erscheint stürmischer. Immer schlechter gelingt ferner die Wiederannäherung der Ränder, je älter die zum Versuch verwendete Hornhaut ist; auch ist zwischen den Augen eines gesunden Schlachthieres und einer menschlichen Leiche ein Unterschied zu Gunsten der ersteren vorhanden; d. h. bei letzterer bleiben viel schneller die entstandenen Zwischenräume in erweitertem Zustande stehen.

Verschiedene Concentrationsgrade der aufgetropften Flüssigkeiten bringen auch hier verschiedene Wirkungen hervor. Tropft man z. B. bei einer frischen Hornhaut von einer 0,25 procentigen Lösung von Arg. nitr. der Membrana Descemetii einen Tropfen auf, so tritt die eben beschriebene Wasserwirkung, zuerst das Abweichen der Zellen vom Rande, und danach die vollständige Restitution der Zellengrenzen prompt ein. Tropft man einen zweiten und dritten Tropfen auf, so erhält man hier und da offenbleibende Stomata, wie in der Waldeyer'schen oder Ciaccio'schen Zeichnung.

Nimmt man dagegen zu einem zweiten Versuche von einer 1procentigen Lösung desselben Salzes, so tritt das Zurückweichen der Ränder gar nicht ein, sondern hier erscheinen die Grenzen ganz dicht aneinander geschlossen in Form scharfer Linien, und bleiben so. Hierbei ist auch der Kern deutlich sichtbar. — Es ist möglich, dass hiernach die Art der Silberwirkung auf die Zellengrenzen erklärt werden kann. Bei der von v. Recklinghausen empfohlenen schwachen Lösung gelangt dieselbe durch das Abweichen der Ränder zwischen die Zellen, und sobald sich die Ränder wieder dicht aneinander gelegt haben, und etwas Silbersalz zurückgehalten wurde, sind, wie es scheint, die Bedingungen zur Erzielung braungefärbter lineärer Zellengrenzen vorhanden. Die mehr oder weniger häufig dabei erscheinenden Stomata entsprechen den Stellen, wo sich die Ränder nicht wieder aneinander gelegt haben. — Bei Anwendung der stärkeren Lösung wird dieselbe nur an der Oberfläche haften, und ohne Abspülung leicht eine regellose Reduction zur Folge haben, oder aber bei vorgenommener Abspülung wird auch an der Stelle der Zellengrenzen das Silbersalz leichter wieder weggeschwemmt. Das Abspülen in Wasser erscheint dabei stets als ein in Betracht zu ziehender Eingriff.

Für die Eisenchloridpräparate kann man sich durch directe mikroskopische Beobachtung leicht überzeugen, dass die beschriebenen intercellulären Gebilde auf die gleiche Art zu Stande kommen, und es ist nun leicht erklärlich, dass man hierbei sehr verschiedenartige Weitezustände fixirt erhalten kann.

Die vorhin schon erwähnte Figur 3 entstammt z. B. einem Kindesauge, bei dem intraoculär sehr weite Stomata erzielt und fixirt wurden. Die Aneinanderlagerung der Ränder war nicht wieder eingetreten, und bei solchen Präparaten fehlt eben die oberflächlichste lineäre Zellgrenze, weil die Stomata in dem erweiterten Zustande bis an die Oberfläche reichen. An Einrissstellen sieht man oft gefärbte Anhängsel wie in Fig. 1b. Diese entsprechen den Rändern der Stomata und verästeln sich oft mehrfach. Daraus erklären sich die unregelmässig erscheinenden Stellen der Figur 3, wo das regelmässige Ineinandergreifen je zweier Fortsätze einer mehrfach verzweigten Anordnung Platz gemacht hat, die aber immer erst nach dem Auseinanderweichen der Zellenränder sichtbar wird.

Es scheint nicht unwahrscheinlich, dass man durch einen Vergleich der hier am frisch ausgeschnittenen Organ gemachten Beobachtungen mit solchen am lebenden Thiere angestellten, Schlüsse auf gewisse Vorgänge des Stoffwechsels und die Art der Betheiligung der Zellen an denselben wird ziehen können; ich hoffe, bei einer künftigen Gelegenheit über solche Beobachtungen am lebenden Object einige Mittheilungen machen, und weitere für jetzt unterlassene Erklärungsversuche nachholen zu können. — Klebs¹⁾ schreibt in seiner kurzen Darstellung von Beobachtungen an der frisch ausgeschnittenen Membrana Descemetii des Frosches, dass man „Zwischenspalten entstehen und wieder vergehen“ sieht, und dass „Zellfortsätze oftmals wieder in die Zellsubstanz zurücksinken“. Arnold²⁾ hat am Mesenterium unter normalen Verhältnissen nur schmale lineäre Zellengrenzen gefunden, während Stomata oder Stigmata nur im Entzündungszustande eintraten. Jedoch möchte ich darauf hinweisen, dass die Arnold'sche Fig. 6 Tafel X und mehrere Figuren der Tafel XI von Thoma (dieses Archiv Bd. 64), sowie meine Figuren der Zellenzwischenräume übereinstimmend darthun, dass der Raum, welcher zwischen den Zellen erübrigt, oben schmal, und in der Tiefe breiter ist, und dass man von dieser Verbreiterung an der Basis der Zellen am frischen Object ohne weitere Behandlung doch nichts sehen kann. Es kann also, und wird wahrscheinlich auch bei den Zellen, welche oberflächlich dicht aneinander lagern, die Verbreiterung des Zwischenraumes darunter vorhanden sein; dieselbe wird aber nur unter gewissen Umständen bis an die Oberfläche reichen, während sie sonst in Folge vollkommener optischer Indifferenz nicht in die Erscheinung tritt. Von diesem Gesichtspunkte aus wäre es möglich, dass der Versuch mit dem Auftropfen von Flüssigkeiten eine für vitale Vorgänge bis zu einem gewissen Grade maassgebende Bedeutung gewinnen könnte.

Die Färbungen.

An der Oberfläche kommen ausser den schon erwähnten regelmässigen Randfärbungen auch noch solche vor, wie es Fig. 5

¹⁾ Klebs, Das Epithel der hinteren Hornhautfläche. Centralblatt f. d. med. Wiss. 1864. S. 513—516.

²⁾ J. Arnold, Ueber die Durchtrittsstellen der Wanderzellen an entzündeten serösen Häuten. Dieses Archiv Bd. 74. S. 245.

illustriert. Da werden entweder mehrere Zellenfelder von einer Farbstoffzone umkränzt, während man innerhalb des dann entstehenden grossen Feldes die ungefärbten Zellengrenzen kaum angedeutet sieht, oder auch, das Ganze ist nur als ein grosses verändertes Zellenfeld zu betrachten, in dem oft Kerne in grosser Zahl, mitunter in ganz regelmässiger kranzförmiger Randstellung, und auch zuweilen eine grobkörnige weisse Masse ausser den Kernen sichtbar ist. Ich glaube nicht, dass es sich hier nur um das Ausfallen von Zellen handelt. —

Ferner kommen gefärbte Punkte oder ganz enge Kreislinien im Gebiete der Zelloberflächen vor. Man trifft da 1, 2 auch 3 blaue Punkte oder einzelne Kreise, die wie Oeffnungen aussehen, und sich ganz gewiss in den Bereich der Zellen hinein erstrecken, nicht etwa nur aufliegen. Es ist möglich, dass diese Gebilde den von Thoma beschriebenen¹⁾ blassen Punkten entsprechen, welche im Laufe seiner Untersuchung an Zahl und Grösse zugenommen haben, und die er als Vacuolen deutete. Vielleicht stellen auch hier die Kreislinien nur erweiterte Zustände der Punkte dar. Wir haben bei dem vorhin beschriebenen Kochsalzversuch auch intracelluläre Kreise auftreten sehen, deren Weite man dabei sehr wechselnd antrifft.

An einem anderen Präparate sind über die ganze Oberfläche vertheilt noch viel grössere rundliche oder ausgebuchtete Figuren zu sehen, bei denen ebenfalls nur die Grenzlinien gefärbt sind. Auch diese liegen nicht auf, wie es auf den ersten Blick hie und da scheint, sondern erstrecken sich weit in den Bereich der Zelle hinein, und machen bei näherem Zusehen den Eindruck unregelmässig ausgeweiteter Oeffnungen. Sie liegen sehr oft unmittelbar über dem Kern, der dann im Grunde sichtbar ist.

Eine vierte, an der Oberfläche beginnende Zeichnung scheint auch für die bisher beschriebenen neue Gesichtspunkte zu eröffnen. Wir sehen da, wie es Fig. 6 illustriert, bei vollkommen ungefärbter Umgebung kleine scharf blau gefärbte Zipfel oder Röhrchen mit trompetenartiger Erweiterung. Bald lässt sich hier das spitze, bald das breite Ende an die Oberfläche verfolgen, während der Verlauf der ganzen Figur etwas ab- und seitwärts geht. Oft sind zwei bis drei einer Zelle angehörig; viele münden oder beginnen auch deut-

¹⁾ Thoma, l. c. S. 398.

lich in den Zellenzwischenräumen oder an der Oberfläche hart am Rande der Zellen; viele endlich erreichen die Oberfläche gar nicht. Diese Gebilde, welche den Eindruck kleiner gefüllter Röhrchen machen, und offenbar Wege für den Farbstoff vorstellen, treffen wir wiederum in den verschiedensten Weitezuständen an, und von ihnen aus sehen wir den Farbstoff vielfach in die Umgebung übergehen. Insbesondere finden wir noch eine zwar schwache aber deutliche lineäre Färbung der Kerngrenzen, welche hie und da verschiedenartige Abzweigungen zeigen. Wir werden später hierfür eine Erklärung finden.

Ausser den beschriebenen bestimmten Punkten und Stellen verhält sich aber die Oberfläche der Zellen durchaus resistent gegen die Aufnahme des Farbstoffs, eine Thatsache, die mit den bekannten Angaben v. Gerlach's¹⁾ über das Verhalten frischer Zellen gegen Farbstoff, und mit denjenigen Leber's²⁾ übereinstimmt, und auch den Färbungsergebnissen J. Arnold's und Thoma's entspricht. Dennoch aber erwähne ich, dass oft ganze mattblau gefärbte Zellensrecken vorkommen, die man nicht anders, als im Sinne vollkommen blaugefärbter Endothelzellen deuten kann. Ich darf hier, wie ich glaube, einen blossen Niederschlag an der Oberfläche schon deshalb nicht annehmen, weil die Färbung an der Grenze jeder einzelnen Zelle scharf aufhört. Der Querschnitt zeigt auch in solchen Fällen die ganzen Zellen imprägnirt. Jedoch ist es nicht ausgeschlossen, dass auch in diesen Fällen zuerst die gewohnten Wege passirt worden seien.

Wenn wir nun von den Zelloberflächen ausgehend ein wenig tiefer einstellen, so kommt die vorhin schon erwähnte Farbendifferenz in Blau und Weiss zum Vorschein. Wir erhalten hierbei an sehr vielen Stellen den Eindruck, dass der blaugefärbte Theil Zellengeleib, der weiss gebliebene Kern bedeute (Fig. 1). An den erst theilweise gefärbten Zellen finden wir aber vielfache Uebergänge. An den einen scheint es, als ob der Farbstoff von den Rändern aus allmählich nach dem Kern zu vorwärts schreite, ähnlich wie

¹⁾ v. Gerlach, Ueber die Einwirkung von Farbstoff auf lebende Gewebe. Wissensch. Mitth. der Erlanger phys.-med. Soc. 1858.

²⁾ Leber, Ueber die intercell. Lücken etc. (Siehe S. 260.) v. Graefe's Arch. Bd. 24. I.

es v. Recklinghausen¹⁾) bei der Versilberungsmethode für die Epithelien angiebt; bei der letzteren aber wird nach dessen Angabe der Kern nicht deutlich, während er hier über ganze Gesichtsfelder scharf hervortritt. — Sehr häufig aber ist mit Sicherheit zu erkennen, dass der eben beschriebene Typus des Fortschreitens der Färbung einem ganz anderen Platz macht, indem dann zuerst die Kernmembran in Form einer blauen elliptischen Linie deutlich markirt ist, und erst von ihr aus der Farbstoff in den Zellenleib vordringt. Man findet dann auch Zellen, die keine Spur von Färbung zeigen, mit Ausnahme der blauen Kerngrenze, was ein sehr zierliches Bild giebt. Oft sieht man solche blaue Kerngrenzen an mehreren benachbarten Kernen continuirlich in einander und in die Zellenzwischenräume übergehen, wie wenn sie zusammenhängende Wege vorstellten. Dass die Kernmembran mit Flüssigkeitswegen der Interstitien Zusammenhang habe, schienen schon die Leber'schen Angaben von dem Eindringen des Terpentinöls nahe zu legen. Dort könnte man aber noch von Folgen einer angewendeten Gewalt sprechen, was hier nicht möglich ist. — Aber auch bei mehrfach wiederholten Resorptionsversuchen mit chinesischer Tusche konnte ich stellenweise schwarze Partikelchen die Kerngrenze bilden sehen. Bei diesen Versuchen darf man aber nicht abpinseln, sondern nur in Wasser abspülen, und dann solche Stellen aufsuchen, die keine Auflagerung von Farbstoff zeigen. Da sieht man dann sehr scharf markirte Schwärzung der Zellenzwischenräume und zuweilen deutlich von schwarzen Pünktchen eingerahmte Kerne.

Bei Besprechung der Kerne wird sich dieses Verhalten leicht erklären. Hier erwähne ich nur noch, was ebenfalls später besprochen wird, dass es gelingt, das Endothelhäutchen mit seiner Zwischenmasse zu isoliren, und dass wir an solchen Präparaten die sog. Kittsubstanz sich in das Gebiet der Zellen hinein verästeln sehen, so dass wir uns über die Füllung der Kernmembran eine Vorstellung bilden können (Fig. 16).

Zuweilen überschreitet die Färbung aber auch nach dem Kern zu die Kerngrenze, und fängt dann an, den Kern von oben her zu verdecken. Es kommen dabei vereinzelt Bilder zum Vorschein, wie wenn der weisse Kern zum Theil in einer gefärbten Kappe drin-

¹⁾ v. Recklinghausen, Die Lymphgefäße und ihre Beziehung zum Bindegewebe. S. 6.

steckt. Aber selbst wenn auf diese Weise der ganze Kern von oben her mit einer Farbstoffschicht überzogen ist, erkennt man sofort, dass hier keine Färbung der Kernmasse selbst vorliegt. Wo Blaufärbung von Kernen vorhanden ist, ist dieselbe immer intensiv und sticht stark von der helleren Umgebung ab. Es ist dies ein sehr auffallendes Bild (Fig. 7), auf das wir noch zurückkommen. In der Nähe solcher Kernfärbungsstellen kommen vorzugsweise vereinzelte blaue Punkte vor, welche hie und da offenbar den ersten Beginn der Kernfärbung vorstellen, und da sie vielfach am Rande oder an der Oberfläche liegen, scheinbar die Wege für das Entstehen der Kernfärbung andeuten. Man erhält auch manchmal Bilder, wo nur die Zellengrenzen und die Kerne gefärbt sind, bei weiss gebliebenem Zellenleibe (Fig. 9), namentlich an Leichenaugen.

Alle diese zuletzt beschriebenen Färbungen, welche allmählich bis zum Kern reichen, oder vom Kernrande ausgehen, oder dem Kern selbst angehören, liegen ganz oder zum Theil in der Zellenlage selbst. An vielen Stellen liegt jedoch die Färbung offenbar erst an der Basis der Zellen. Hier sieht man dann, indem man von der ungefärbten Oberfläche aus erheblich tiefer einstellt, weisse Figuren, rundlich, eckig oder ausgebuchtet, nicht immer in der Form von Kernen, von einer mehr oder weniger breiten blauen Zone scharfrandig eingerahmt. In dieser weissen Figur liegt der Kern, füllt sie auch oft, aber nicht immer, ganz aus. Diese Zeichnung macht den Eindruck, als ob sie der durch die Endothelzellen durchscheinenden Oberfläche der Membrana Descemetii angehöre. Als Beweis hierfür kann ich anführen, dass an Stellen, wo Endotheldefecte vorhanden sind, sich mitunter an der frei zu Tage liegenden Oberfläche der Membran genau dieselben Figuren bilden, wie wir sie an anderen Stellen durch das Endothel hindurch sehen. Man vergleiche Fig. 8 z. B. mit der in etwas kleinerem Maassstabe gezeichneten Fig. 8 a. In der einen ist das Endothel erhalten; in der anderen ist die Zeichnung nach Abfall des Endothels und nur an den endothelfreien Stellen entstanden. Hieraus ersehen wir zunächst, dass die Färbung, welche in diesem Falle sehr intensiv ist, schon der Membran selbst angehört. Sie ist fast überall scharf umschrieben, wie wenn sie sich in vorgezeichneten Bahnen bewegt hätte, und beschreibt, wie wir sehen, nicht nur Kreisformen, die der Basis der früher darüber befindlichen Zellenzwischenräume ent-

sprechen würden, sondern es sind verschiedenartige Abweichungen und Ausläufer in Form von Zacken oder ampullenartigen Anhängen, überall scharf umgrenzt, vorhanden. Auch sehen wir öfters blaue Punkte im Verlaufe der Färbungslinien, die wie Ausgüsse der Stomata aussehen. Auch dreistrahligte Figuren, welche den Winkeln dreier in einem Punkte zusammenstossender Zellen entsprechen, und welche mit der Thoma'schen Fig. b Taf. XI (l. c.) übereinstimmen, sind deutlich ausgeprägt und helfen mit beweisen, dass es sich hier um die unmittelbare Unterlage der Endothelzellen handelt.

Wo wir also an endothelbedeckten Stellen die gleiche Zeichnung vorfinden, da werden wir schliessen dürfen, dass die Färbung der Zellengrenzen und Zwischenräume mit jener tiefer gelegenen in unmittelbarer Continuität stehe. Diese Färbung trägt den Charakter allmählicher Abschattirung oder regelloser Begrenzung, wie er ein zufälliges Vordringen zu kennzeichnen pflegt, nur ausnahmsweise an sich, während sie sich für gewöhnlich scharfrandig gegen die weiss bleibenden Partien absetzt — alles Zeichen, die auch der Färbung der Hornhautgrundsubstanz gegenüber den Saftkanälchen derselben eigen sind. Der Querschnitt Fig. 11 liefert den Beweis dafür, dass die beschriebene Oberflächenfärbung wirklich der Membrana Descemetii allein angehört. Die theils gar nicht, theils schwach gefärbte Endothelzellenlage hört an der Rissstelle auf, und letztere selbst wird durch eine mehr oder weniger tief eindringende Farbstoffstelle bezeichnet. Entsprechend der Flächenansicht finden wir auch auf dem Querschnitt abwechselnd weisse und blaue Stellen, jedoch nur an der äussersten Oberfläche, während die tiefer eindringende Färbung meistens diffus ist oder wird.

Fig. 12 dagegen stammt von einer Stelle, wo die Färbung sich bis in die Hornhautgrundsubstanz erstreckt, und welche dem Flächenbilde der Fig. 13 entspricht. Dass man die Saftkanälchen der Hornhaut ausser durch *Argentum nitricum* auch durch Berlinerblau hervorrufen könne, hatte schon v. Recklinghausen¹⁾ angegeben, und namentlich Leber²⁾ später weiter ausgeführt. Der Beginn dieser stets intensiven Färbung zeigt sich bei meinen Prä-

¹⁾ v. Recklinghausen, Die Lymphgefässe etc. S. 14.

²⁾ Th. Leber, Zur Kenntniss der Imprägnationsmethoden der Hornhaut und ähnlichen Gewebe. Arch. f. Ophth. Bd. 14. III. S. 300.

paraten gewöhnlich in Form einzelner scharf blauer Punkte oder Klexe, welche nahe der Oberfläche liegen, und zwar fast immer dicht am Rande von Zellen. Es ist wahrscheinlich, dass diese blauen Stellen analog sind denen der Thoma'schen Fig. a Taf. XI (Bd. 64). An benachbarten Stellen stehen dann die blauen Klexe immer dichter und tiefer, bis sie zu der bekannten Hornhautzeichnung zusammenschmelzen.

Gehen wir nun zu den weiss bleibenden Figuren an der Oberfläche der Membrana Descemetii über, so haben dieselben Manches an sich, was uns für die Deutung derselben einen Fingerzeig zu geben scheint. Vor Allem sehen wir sie an der beschriebenen Zeichnung der Membranoberfläche durch feine weisse Fortsätze anastomosiren, was an den endothelbedeckten Stellen oft durch die Zellenränder verdeckt ist. Dann haben sie unverkennbar an vielen Stellen die regelrechte Form der weissen Endothelzellenkerne, deren Existenz an dieser Stelle wir uns kaum anders vorstellen können, als das vorher der Zellkern an dieser weissen Stelle mit seiner Basis gesessen und so deren Form bestimmt hat, was mit der That-sache, dass der Kern die Zelle ausbaucht, sich gut vereinigen lässt. Auf dem Querschnitt zeigt sich in der That an manchen endothel-entblössten Stellen eine leichte Zähnelung und seichte Dellen, wie dies auch an der entsprechenden Membran unter den Fusszellen des vorderen Hornhautepithels von Henle¹⁾, und später von Raehlmann (l. c.) beschrieben wurde. Leider macht hierbei die Eigenschaft der Descemet'schen Membran, sich stark einzurollen, auch bei feinen Querschnitten Schwierigkeiten.

Die Anastomosen der weissen Figuren legen uns die Deutung sehr nahe, dass wir es hier mit Gebilden zu thun haben, welche den Saftkanälchen des Bindegewebes und der Hornhaut analog seien, wofür wir ja auch in den früher erwähnten Rajewsky'schen und Ciaccio'schen Angaben Anhaltspunkte besitzen.

Präparate, welche die Richtigkeit dieser Vorstellung zu beweisen scheinen, habe ich bisher auf zweierlei Art erhalten, kann aber noch keine Methode angeben, welche sie constant zur Erscheinung bringt. Wenn man die bisher besprochenen Eisenchloridpräparate Wochen oder Monate lang in Glycerin aufbewahrt hat, und dann dieselben

¹⁾ Henle, Eingeweidelehre.

wieder einmal durchsieht, so ist man überrascht, an vielen Stellen diese Saftkanälchen dicht unter dem Endothel deutlich ausgeprägt zu finden. Die Stellen, an denen man sie zu suchen hat, markieren sich schon für das blosse Auge als intensiv blaue Streifen, Risse oder Klexe. Bei der Untersuchung zeigen sich daselbst Endotheldefecte und an der freien Oberfläche die zierlichen Saftkanälchen im blauen Grunde. Manchmal erscheinen dieselben nur vereinzelt, während an anderen Stellen eine homogene Bläuung vorhanden, oder auch in der Tiefe die Saftkanälchen der Hornhaut zur Erscheinung gekommen sind. Der Querschnitt solcher Stellen zeigt das Bild der schon früher erwähnten Fig. 11. —

Die zweite Art war die der unmittelbaren Darstellung am frischen Organ, welche mir mehrmals sehr schön auf folgende Weise gelang. Auf demselben Wege, den wir schon von dem anderen Versuche her kennen, entleere man mittelst Pravaz'scher Spritze etwa $\frac{1}{2}$ Spritze voll Humor aqueus. Darauf spritze man ein gleiches Quantum der etwa mit dem dreifachen Volumen Wasser verdünnten starken Eisenchloridlösung ein, und lasse das Auge 20 Minuten stehen, worauf Blutlaugensalz, nur wenig verdünnt, nachgespritzt wird. Sodann wartet man noch einige Minuten und schneidet die Hornhaut aus. Man thut jedoch gut, mit der Spitze der Injectionspritze kleine Kratzwunden an der Membrana Descemetii zu verursachen, weil die spontane Ablösung des recht fest sitzenden Endothels blos durch die Wirkung der Ansaugung und die dadurch bedingten Faltungen nicht immer zu Stande kommt. Wenn diese Kratzwunden auch hie und da tiefer dringen, so ist in der Nachbarschaft derselben doch streckenweise blos das Endothelhäutchen abgelöst, und man hat daselbst die charakteristische glasige Oberfläche der Membran vor sich. Gleichzeitig werden auch meistens an einigen Stellen die tiefer liegenden viel grösseren Lücken der Hornhaut dargestellt, die dann zum Vergleiche dienen (Fig. 14). Daraus wird hervorgehen, wenn man sich an die Thatsache erinnert, dass die Saftkanälchen der Hornhaut vorn unter dem Epithel am kleinsten, nach der Membrana Descemetii zu aber am grössten sind¹⁾, dass hier eine Täuschung oder Verwechselung nicht vorliegen

¹⁾ Siehe Graefe-Sämisch Handbuch I. S. 176 unten und v. Recklinghausen l. c. S. 37.

kann — ganz abgesehen von den übrigen Beweisen, die in der unmittelbaren Anschauung und im Querschnitt liegen.

An den auf die letztbeschriebene Weise zu Stande gekommenen Präparaten sind immer nur die endothelfreien Inseln gefärbt, während an der ganzen übrigen Membran nur die blassen Endothelzellen mit ihren durch das Wasser zur Erscheinung gebrachten Sternformen, resp. erweiterten Stomata vorhanden sind. Man sieht hier die weissen Fortsätze der Saftlücken nicht überall bis an den Rissrand des Endothels heranreichen, weil, wie in der Fig. 15 auf der einen Seite, sich sehr oft eine weisse Zone dazwischen befindet, welche nach schon eingetretener Berlinerblaufärbung durch Retraction des Endothelhäutchens entstanden ist. Aus dieser Figur geht ferner hervor, dass der Rissrand sich umschlagen kann, so dass daselbst die früher an der unteren Seite befindlichen Kerne jetzt dem Beobachter zugekehrt sind. Ein Theil des Defectes, wo jetzt die Saftlücken sichtbar sind, war also vorher von dem umgeschlagenen Endothelhäutchen bedeckt, und die Zellkerne in unmittelbarer Beziehung zu denselben gewesen. — Wo man aber weisse Fortsätze bis an den Rissrand heranreichen sieht, da gewinnt man von ihnen überall nur den Eindruck, dass sie dicht an der Basis der Endothelzellenkerne hinziehen, so dass z. B. da, wo eben ein Fortsatz sich wieder zu einer sternartigen Figur zu erweitern anfängt, auch öfters gerade ein Zellkern daran oder darüber liegt. — Die Ausstrahlung der so dargestellten Saftkanälchen ist eine ausserordentlich zahlreiche; in der Grösse sind dieselben aber sehr schwankend, und demgemäss finden wir an der einen Stelle nur ganz schmale Streifen blaugefärbter Zwischensubstanz, während an der anderen die weissen Sternchen in dem mächtigeren blauen Grunde nur ein zierliches Muster darstellen (Fig. 15 ist zu schematisch ausgefallen in Betreff der Saftkanälchen).

Bei dem zuletzt angegebenen Versuche, die Saftkanälchen an der Oberfläche der Membrana Descemetii darzustellen, ereignet es sich oft, ja meistens, dass die ausgeschnittene Hornhaut, wenn man sie in's Wasser, oder später in Glycerin taucht, an den Einrissstellen der Membran anhängende flottirende Häutchen zeigt; diese stellen sich bei der Untersuchung als vollkommen isolirte Endothelhäutchen heraus, welche uns die sog. Kittsubstanz, wie schon früher bemerkt wurde, sehr deutlich erkennen lassen. Man muss diese

Häutchen freilich sehr zart behandeln, weil sie von spinnwebartiger Dünne sind; aber man erhält doch oft ganz grosse Fetzen davon. Wie die Zeichnung Fig. 16 lehrt, stimmt die Structur derselben mit der Arnold'schen Zeichnung Fig. 2 Taf. IX (Bd. 64) überein, letztere stellt aber ein so kleines Fetzenchen vor, dass ein weiterer Vergleich nicht thunlich erscheint. Aus diesen Präparaten erklärt sich zunächst die früher beschriebene Fig. 5. Ferner erkennen wir nicht nur, dass überhaupt eine isolirbare Zwischenmasse zwischen den Zellen und an deren Basis vorhanden ist, sondern es zeigen sich auch von der Umgebung eines Zellenfeldes aus Verzweigungen nach dem Innern desselben, und wir können insbesondere mehrfach constatiren, dass die Masse der Zellenzwischenräume mit der Kernmembran Verbindungen zeigt. Der nächstliegende Eindruck ist ohne Zweifel der eines allseitig verzweigten feinsten Gefässsystems. Man sieht allenthalben Anschwellungen an Knotenpunkten, und diese leuchten sehr oft auf, wie wenn sie ein Lumen besässen, und den Stomata entsprächen. Dieselben sind auch in diesem Bilde an vielen Stellen kranzförmig um die Zellenfelder angeordnet.

Die Kerne.

Die Grundform der Kerne ist für den Menschen eine rundliche, für die von mir untersuchten Thiere eine elliptische oder bohnenförmige; letztere namentlich beim Hammel. Reine Ellipsen kommen zwar vor, gewöhnlich aber ist eine Längsseite abgeflacht, oder sie ist, wie bei Hammeln, mehr eingedrückt, wie bei einer weissen Bohne; auch ist öfters ein viel tieferer, fast spitzer Einschnitt vorhanden, so dass eine gelappte Form entsteht. Ferner kommen durch Einbuchtung beider Längsseiten Serformen zu Stande. Bei allen diesen aber ist die Längsrichtung des Kerns erhalten, und seine Grundform noch ungefähr zu erkennen. Davon kommen aber die grössten Abweichungen vor, wobei aber immer das Eine ersichtlich ist, dass die Mannichfaltigkeit der Formen von Zahl und Art ausgetriebener Buckel oder Arme abhängig ist. Man muss aber bei den beschriebenen mannichfaltigen weissen Figuren, welche von der Oberfläche aus durch die Endothelzellen durchscheinen, oft genau zusehen, ehe man nach allen Seiten innerhalb der weissen Stelle die Kerngrenze constatirt. Hierbei wird man immer finden, dass

scharfe Spitzen oder Knickungen an den Contouren der Kerne gewöhnlich nicht sichtbar sind, sondern dass trotz der vielfachen Buckel und Einsenkungen die Grenzlinien immer einen geschwungenen Verlauf einhalten. Zu bemerken ist ferner, dass gewöhnlich grössere Strecken eines Präparates eine gleiche oder ähnliche Anordnung der weissen Figuren resp. der Kerne zeigen, während zwei entfernter von einander liegende Stellen desselben Präparates verschiedene Formen aufweisen (vergl. Figg. 1 und 8 a, auch 7). In der grossen Formenabwechselung kann man, da die Augen schon 2 bis 5 Minuten nach der Tödtung benutzt wurden, einen Grund für die Annahme fixirter Lebenszustände erblicken, namentlich in Rücksicht darauf, dass die vom lebenden Object herrührenden Beschreibungen und Zeichnungen z. B. Flemming's im Allgemeinen damit übereinstimmen. Ich habe öfters, wenn ich mir zwei noch warme Augen abholte (es wurde dicht neben meiner Wohnung geschlachtet), das eine davon dem Versuche unterworfen, von dem anderen aber die Hornhaut frisch in Humor aqueus untersucht, und einige Male dabei deutlich noch Formveränderungen an den Kernen, welche ausserordentlich langsam verliefen, beobachten können.

Auch kommen zwei und mehr Kerne in einem Felde vor. Im Allgemeinen ist der Kern wandständig, wenn er elliptisch oder bohnenförmig ist, während die unregelmässigen Formen mehr central gestellt sind. Ich konnte aus meinen Präparaten nicht den Schluss ziehen, dass zwei verschiedene Arten von Endothelzellen an der Membrana Descemetii vorkommen, da ich die Verschiedenheit der Formen stets nur auf die verschieden geformten Kerne beziehen musste. An den Randpartien findet man die der Sternform sich nähernden Kerne am häufigsten, ohne dass dies durchgehends die Regel bildete.

Man kann nach längerer Uebung aus den Präparaten erkennen, welcher der verwendeten Thiergattungen sie angehören. Hierbei kommt am Meisten eine gewisse Charakteristik der Kernformen zu Hülfe.

An diesen weiss bleibenden Kernen fällt am Meisten auf, dass sie unter einander und mit den Zellenzwischenräumen durch eine Menge von Fortsätzen verbunden sind. Zur Beobachtung dieser Verhältnisse muss ich am Meisten die Hammelhornhaut empfehlen,

und kann das dabei zum Vorschein kommende Bild als ein sehr überraschendes bezeichnen.

Aus dem übersandten Original und den beigelegten Zeichnungen Ciaccio's über die Membrana Descemetii ersah ich, nachdem ich diese Mittheilungen schon vollkommen fertig gestellt hatte, dass dieser schon vor Jahren an anderen Thiergattungen durch *Argentum nitricum* die Kernfortsätze am genannten Endothel constatirt hatte. Derselbe ätzte am intacten in der Orbita gelassenen Bulbus die Hornhaut mit einem Stifte reinen Silbernitrats, liess dann die Augen 24 Stunden stehen, enucleirte darauf, schnitt die Hornhaut aus, reinigte sie, und setzte sie einen ganzen Tag dem Sonnenlichte aus; sodann wurde sie in mit Ameisensäure versetztem Glycerin mehrere Tage aufbewahrt, und endlich in geeigneter Weise zur mikroskopischen Beobachtung gebracht. Zum Vergleich habe ich hier Figg. IV und X seiner Tafeln hinzugezogen. Man sieht in IV bei e, dass vom weiss gebliebenen Kern ein Fortsatz zum Zellenzwischenraum geht. In Fig. X sind auch 2 Kerne unter einander durch einen solchen Fortsatz verbunden; jedoch fände das nach dieser Zeichnung nur innerhalb ein und desselben Zellenfeldes statt, ohne dass der verbindende Fortsatz eine Zellengrenze passirt.

In diesem Punkte darf ich nach meinen Hammelpräparaten, welche nach dem 1. Versuch behandelt wurden, behaupten, dass solche Kernverbindungen unter einander sehr zahlreich nachweisbar sind, und dass sich auch Kerne benachbarter Zellenfelder mit einander verbinden. Nur ist bei erhaltenem Endothel wegen der darüber befindlichen Zellenränder oft schwer zu entscheiden, ob ein sichtbarer Fortsatz nur bis zum Zellenzwischenraum resp. einem Stoma, oder darunter weg bis zum benachbarten Kern zieht. Fig. 17 giebt Verhältnisse wieder, wie sie bei Hammelaugen die Regel, aber auch sonst zu constatiren sind.

Wir sehen an diesen Präparaten ferner, dass sehr häufig die Fuss- oder Kopfkrümmungen benachbarter Kerne direct an einander lagern, woraus mehr oder weniger geschlängelte kanalartige Formen entstehen.

Oft kann man an einem Kern 5 bis 6 Fortsätze constatiren; ferner treffen sehr oft Fortsätze benachbarter Kerne an einem Stoma zusammen. Mitunter scheint es, als ob solche Kernfortsätze sich auch bis an die Oberfläche einer Zelle selbst begeben, ohne mit

dem Zwischenraum zusammenzuhängen. Jedoch lasse ich es einstweilen dahingestellt sein, wie sich diese Fortsätze zu den mehrfach besprochenen Vacuolen verhalten.

Wenn wir eine frisch ausgeschnittene Hornhaut auf ein Objectglas breiten, und einen Tropfen gut färbender, möglichst ammoniakarmer, schwacher Carminlösung auf die Membrana Descemetii auftropfen, so können wir uns öfters auch hierbei überzeugen, dass innerhalb einiger Minuten Kernfärbungen auftreten, welche die beschriebenen, hier immer kürzer erscheinenden Fortsätze vereinzelt erkennen lassen. Wenn man die eingetretene Kernfärbung nicht fixirt, so wird bald die ganze Fläche des Präparates diffus roth gefärbt.

Schwache Kernfärbungen erhält man auf diese Weise auch mit Hämatoxylin. Man sieht auch bei diesen Versuchen im Gebiete der Zellenoberflächen selbst wieder rothe resp. blaue umschriebene Punkte, und ich hielt es für wahrscheinlich, dass durch die beschriebenen Fortsätze der Farbstoff zum Kern gelange.

Es erübrigt nun noch die Beantwortung der Frage, ob die Kerne auch mit den darunter liegenden Saftlücken der Membran Fortsätze austauschen. Fig. 10 giebt das Verhältniss wieder, welches ich an einigen Stellen beobachten konnte, natürlich stets nur dicht am Rissrande des Endothelhäutchens. Man sieht da ein rundes weisses oder schwach gefärbtes Röhrchen oder soliden Fortsatz mitten aus einer weissen Saftlücke sich abheben und dem Rissrande neben und über ihm zustreben. Dasselbst angelangt, zeigt es mehrfache Verzweigungen, deren weiteren Verlauf wir sowohl in Zellenzwischenräume, als auch an die Kernmembran verfolgen können. Die Stelle, wo es sich von der Saftlücke frei abhebt, ist durch ein Farbstoffpünktchen markirt, auch sind die Kernmembranen des Rissrandes gefärbt. In Rücksicht auf die in Fig. 16 wiedergegebene Darstellung der „Kittsubstanz“ scheint mir das eben beschriebene Verhältniss der Eingangs erwähnten Arnold'schen¹⁾ Auffassung von der Art des Zusammenhanges epithelialer und bindegewebiger Elemente nicht zu widersprechen, wenn ein Vergleich gestattet ist.

¹⁾ Arnold, Dieses Archiv Bd. 64. S. 236 u. vorhergehende. Dasselbst ist die Literatur über diesen Gegenstand ausführlich besprochen.

Erst bei einer künftigen Gelegenheit möchte ich den Versuch machen, die Bedeutung der hier geschilderten Verhältnisse eingehender zu erörtern.

Zum Schluss sei es mir gestattet, Herrn Dr. E. Fränkel, Prosector am allgemeinen Krankenhause in Hamburg, dessen Gefälligkeit ich die beiläufig erwähnten untersuchten Menschaugen verdanke, und welcher auch die Güte hatte, einzelne meiner Präparate einzusehen, meinen besten Dank auszusprechen.

XXI.

Zur Morphologie der Blutbildung im Knochenmark der Säugethiere.

Von Dr. Obrastzow aus Petersburg.

(Hierzu Taf. IX.)

Neumann¹ und Bizzozero⁶ haben bekanntlich schon Ende der sechziger Jahre auf's Unzweifelhafteste nachgewiesen, dass das rothe Knochenmark der Säugethiere ein Blutbildungsorgan vorstellt, und dass die rothen kernhaltigen Zellen, welche man beim gesunden Thier hier mehr oder weniger reichlich antrifft, „Uebergangsformen“ von den farblosen Markzellen zu den rothen Blutkörperchen darstellen; die Art und Weise dieses Ueberganges war von diesen Gelehrten jedoch keineswegs festgestellt. Die unmittelbare Histogenese dieser Elemente einerseits, andererseits der Modus, wie sie ihren Kern verlieren und dadurch kernlose Bildungen, rothe Blutkörperchen, entstehen, waren so wenig aufgeklärt, dass Neumann selbst, auf Grund seiner Untersuchungen über die Blutbildung an Embryonen von Säugethieren im Jahre 1874 an dem Zusammenhang der Uebergangsformen mit den Leucocyten zweifelt (² S. 466) und vorschlägt, die Bezeichnung „Uebergangsformen“ fallen zu lassen und statt dessen die Bezeichnung „embryonale rothe Zellen“, oder einfach „Entwicklungsformen“³ zu gebrauchen. In gleicher Weise hält Rindfleisch in seiner, im August 1879 erschienenen