

Bd. 84 dieses Archivs gegenwärtig halten. Die letztere ist in kleinerem Maassstabe gezeichnet. — Dort lagen also Stellen, wo die Färbung wirklich bis zum Kernrande sich ausgedehnt hat, und solche, wo das nicht der Fall ist, in derselben Schicht neben einander. Es war nicht überall eine scharfe Kernzeichnung eingetreten, sie konnte aber eintreten. Ein Analogon hierzu liegt auch in dem Oelinjectionsbilde Fig. 19 Taf. IV Bd. 87. — Für die Auffassung der Zeichnungen liegt in der Erhaltung der intacten Endothelschicht kein principieller Unterschied; denn hier führen die Stomata an den Knotenpunkten der Zellen ebenfalls in die gleichen, die Kerne verbindenden Verbreitungsbahnen. Aber das Eindringen der Stoffe ist dabei nur an den vorgeschriebenen Stellen möglich, nicht an der ganzen freien Fläche. Deshalb ist die Zeichnung viel schwerer zu erreichen. Sobald durch Abschaben oder anderweitige Beseitigung der oberflächlichsten Schicht der natürliche Zusammenhalt der Theile gestört wird, so tritt auch an der Membrana Descemeti das gleiche Verhältniss ein, das wir in den tieferen Schichten geschildert haben. — Auch ist noch zu erwähnen, dass in den Schichten der eigentlichen Hornhaut sich Anastomosen zahlreich vorfinden, wie wir sie in Form der blauen Linie der Fig. 15 Taf. III Bd. 87 von der Membrana Descemeti beschrieben haben.

Anhangsweise geschehe auch noch der künstlichen Injectionsbilder Erwähnung, jedoch ist es nicht nothwendig, hierauf ausführlich einzugehen, weil die dabei zum Vorschein kommenden Formen sich auf Grund unserer bisherigen Erfahrungen entweder auf das Zellen- oder auf das Röhrchenschema leicht zurückführen lassen. Vorausgesetzt wird ein einigermaassen sanftes Verfahren, das überhaupt nur klare Bilder liefern kann — dann ist auch bei dieser Darstellungsmethode stets die intracelluläre und intrafibrilläre Fortpflanzung der Stoffe ersichtlich.

---

## II. Der Capillarkreislauf am Hornhautrande — eine intracelluläre Strömung.

Von dem Nachweise der Durchströmbarkeit des Zellmaterials auch für corpusculäre Gebilde war nur ein Schritt zu der Annahme, dass auch das Blut mit seinen körperlichen Bestandtheilen in solchen

Bahnen kreisen könne, und dass der Blutdruck eine Kraft sei, welche die Richtungen und Verbindungen durch das Zellmaterial hindurch herzustellen vermöge.

Obgleich sich die Schilderung im Folgenden an den Hornhautrand halten wird, weil ja diese Untersuchungen zunächst auf die Ermittelung der Strömungsvorgänge im vorderen Bulbusabschnitt gerichtet sind, so lassen sich doch Verhältnisse des Blutkreislaufs, wo immer sie studirt werden mögen, natürlich nicht von den allgemeinen Gesichtspunkten dieses Vorganges abtrennen. — Wir werden also Präparate vom Hornhautrand beschreiben, welche nur die in obigem ersten Satz ausgesprochene Deutung zuzulassen scheinen, und nur vorher andeuten, dass die Erfahrungen über den lebendigen Kreislauf unsere Annahme auch in der Uebertragung auf den allgemeinen Capillarkreislauf in hohem Grade plausibel erscheinen lassen. Die bekannten Unregelmässigkeiten, welche bei Voraussetzung hohler Röhren ohne greifbaren Grund erfolgen, dürfen so ihre Erklärung finden. Ich glaube nicht, dass die Silberbilder der Capillarwand als Gegengrund anerkannt werden müssen, weil dieselben sich vielleicht präziser erklären lassen aus der Durchströmbarkeit des Zellmaterials selbst. —

#### Die natürlichen Blutschlingen des Hornhautrandes.

Das hier Mitgetheilte wurde zuerst an Hammel- und Kalbsaugen studirt. Die ersten erschienen für das Studium der Blutvertheilung überhaupt, die letzteren für den Vergleich mit den Pigmentfiguren ausserordentlich brauchbar. Nachdem feste Gesichtspunkte gewonnen waren, sind dieselben am Menschenauge controlirt und dem wesentlichen Sinne nach bestätigt worden. Die Darstellung wird, wenn sie es auch zunächst mit toten Präparaten zu thun hat, dennoch stets von einem auf vitale Verhältnisse gerichteten Blicke geleitet sein.

Die künstlichen Injectionsbilder der Hornhautschlingen sind, wie ich glaube muss, nicht geeignet, zu der richtigen Auffassung derselben anzuleiten. — Wenn man die natürliche Blutfüllung im Ruhezustande betrachtet, und die dabei zu gewinnenden Eindrücke auf unsere Erfahrungen über die Beobachtung des lebendigen Kreislaufs bezieht, — wenn man sodann solche Stellen in Betracht zieht, wo, wie am Hornhantrande, Blut- und Pigmentfiguren bei zahlreichen Thierklassen untermengt auftreten, und der Vergleichung beider

Formationen ein aufmerksames vorurtheilsfreies Auge lehrt, so kommt man zwar zu überraschenden, aber, wie ich hoffe, ebenso stichhaltigen Resultaten.

Um gute natürliche Blutfüllungen der Hornhautschlingen studiren zu können, muss man mit scharfem Rasirmesser in glatten Zügen die Hornhäute an den frisch enucleirten Bulbis umschneiden und ohne Zerrung abheben. An Hammelaugen erhält man dabei so vollkommene Blutfüllung, dass man von der Gefässlosigkeit der Hornhaut bei diesen Thieren nur mit grosser Reserve sprechen kann, und zum Studium auf jede künstliche Injektion gern Verzicht leistet. — An menschlichen Leichenaugen sind zwar gefüllte Blutschlingen vorhanden, aber der Blutgehalt ist, wenn der Kopf der Leiche nicht hintenüber gehangen hat, im Ganzen ein äusserst geringer, und Pigmentfiguren sind, wie es scheint in Uebereinstimmung damit, im Bereiche der eigentlichen Hornhaut fast gar nicht vorhanden; es wird davon noch die Rede sein.

Man legt die Hornhäute mit der Endothelseite auf das Objectglas, und bringt mit der Epithelseite ein grosses Deckglas mittelst Kammerwasser oder Glycerin in guten Contact, hilft auch noch durch leichten Druck nach, wenn das Object nicht platt genug ist.

a. Das Verhältniss der Blutströmungsfiguren zu den Pigmentfiguren (Kalbsauge).

An der ganzen Circumferenz des Hornhautrandes, am dichtesten oft in der unteren Hälfte, sind dichtgedrängte Massen der Pigmentfiguren, und mit ihnen ganz regellos untermengt, Blutröhrchenfiguren sichtbar.

Die Pigmentfiguren lagern in ungeheuren Mengen schon in den Randpartien des vorderen Epithels, und zwar in Form von lauter kleinen braunrothen (Hammel) oder schwarzen (Kalb) Körperchen: sie erstrecken sich dann in den mittleren Schichten in zahlreichen kurzen und langen Ausläufern centralwärts, um sich in den hintersten Schichten wieder nach dem Iriswinkel hin zu verlieren, oder doch auf den alteräussersten Rand der Hornhaut zu beschränken, wo es hie und da noch vereinzelt zwischen Endothelzellen vorkommt. Allenthalben setzen sich von den genannten Stellen aus die Pigmentformationen nach der Sklera und dem Iriswinkel zu in dichte Gewirre gleichartiger Bildungen fort.

Von den Blutröhrchenfiguren fallen natürlich diejenigen am Meisten in's Auge, welche sich am Weitesten in die pigmentfreien Hornhautpartien hinein erstrecken; sie sind aber nicht die einzigen; vielmehr gewahren wir auch mitten im dichtesten Pigmentgewirr zuweilen Blutschlingen und Stämmchen. — Nach vorn erstrecken sich dieselben bis in die allervordersten Epithelschichten hinein, und bilden dort ganz solche Röhrchenfiguren, wie wir sie als Lymphröhren in der Endothelschicht kennen gelernt haben. Das Letztere ist in vorzüglicher Weise am frischen Hammelauge, und auch am menschlichen Leichenauge oft sichtbar. — In den hintersten Schichten dagegen, wo wir keine Pigmente beobachten konnten, sind auch niemals Blutröhrchen anzutreffen.

Am Geeignetsten wird es sein, von Anfang an auf Stellen Rücksicht zu nehmen, welche uns auf eine bestimmte Spur hinweisen. Als solche erkannten wir die in Fig. r abgebildeten, welche nicht als vereinzelte, oder besonders ausgewählte gelten brauchen, sondern an jedem Kalbsauge hie und da in ähnlicher Anordnung angetroffen werden. — An Hammelaugen hat man nach so charakteristischen Stellen länger zu suchen. — Da ist man seiner Sache ganz sicher, dass man diese Pigmentfiguren als die hinterlassene Spur von daselbst stattgehabten entsprechenden Blutströmungsfiguren anzusehen habe. Der Zwang dieser Auffassung ist an geeigneten Stellen ein so unmittelbarer, dass wir dreist den Pfad verfolgen, welchen dieser Wegweiser uns andeutet. Wir glauben hier die unzweideutigen intracellulären Spuren capillärer Blutbahnen vor uns zu haben, und werden deshalb mit grossem Interesse die weiteren Kennzeichen etwaiger Uebereinstimmung verfolgen. — Der Ort und die Richtung stimmen bei beiden Formationen überein. In den vorderen und mittleren Schichten fanden wir beide vertreten. — Es kommen ferner ganz weit centralwärts vorgeschossene Pigment- und auch Blutröhrchenfiguren vor. — An anderen Stellen sehen wir wieder Exemplare beider Arten mehr seitlich, ja oft ganz circulär gerichtet. Solche Stellen sind für die Abhängigkeit von gleicher Strömung doch sehr beweisend. Namentlich sind es oft die kürzesten Schlingen, wo die Identität beider Formen in schlagender Weise entgegen tritt (Fig. s). — Der ganze Verlauf beider Formen gehört nicht immer streng ein und derselben Schicht an, sondern es können Theile benachbarter Schichten zu ihrer Formation zusammenwirken.

Die Farbe der Pigmentfiguren ist an Kalbsaugen dunkelbraun oder schwarz, an Hammelaugen rothbraun, ja direct roth; man ist an manchen Stellen wirklich zweifelhaft, ob man da noch Blut, oder schon das aus ihm hervorgegangene Pigment vor sich habe, und kann Angesichts solcher Stellen keine zu strenge Scheidung zwischen den einzelnen Pigmenterscheinungsformen machen. Wir müssen darauf hinweisen, dass die Blutkörperchen innerhalb der Blutbahn bekanntlich auch eine dichtgedrängte rothe Masse bilden können, in der man die Zusammensetzung aus Blutkörperchen ebenso errathen müsste, wie bei den Pigmentfiguren. Ferner wird ja auch der rothe Blutsfarbstoff in Form feinkörniger Häufchen angetroffen, ebenso wie der braune oder schwarze, und die zahlreichen Beobachtungen der sog. blutkörperchenhaltigen Zellen lassen wohl keinen Zweifel mehr zu, dass eine directe intracelluläre Umwandlung der Blutkörperchen zu mannichfachen Farbstoffformen erfolgen kann, welchem Factum erst vor Kurzem wieder M. Grohé<sup>1)</sup> (Mannheim) mit Be-rücksichtigung der wichtigsten Literatur Ausdruck geliehen hat.

Die Continuitäts- oder vielmehr Discontinuitätsverhältnisse sind ebenfalls in unzweideutiger Weise beiden Formen gemeinsam, ohne dass wir dabei an das kreisende Blut zu denken aufhören. Wir sehen an beiden weiss gebliebene Stellen die Continuität der Färbung unterbrechen. Bald trennt die weisse Stelle die Blutsäule ganz durch, bald erstreckt sie sich nur seitlich vom Rande her in sie hinein, bald ist eine vollständige Aufeinanderfolge mehrerer rother und weisser Bruchstücke ausgeprägt. Wir weisen wieder auf die vollkommene Uebereinstimmung mit bekannten früheren Formen hin. — Oft ist auch eine grössere Strecke frei von Blut, oder es sind Blutstellen durch blutleere Stellen inselartig abgegrenzt, aber das sind inselförmige intracelluläre Blutstellen, — vielleicht dürfen wir sagen: blutkörperchenhaltige Zellen oder Zellen-gruppen, — bei welchen die Continuität der früheren Strömungs-bahn nirgends bezweifelt werden kann. — Oft geht ein schmales

<sup>1)</sup> Grohé, Berliner klinische Woehenschrift 1881. No. 44 (dort muss es be-treffs der Arbeit in diesem Archiv Bd. 49 wohl Langhans heißen, nicht Langerhans). Auch ist die Abhandlung Cordua's „Ueber den Re-sorptions-Mechanismus von Blutergüssen“, Berlin 1877, noch hinzuzufügen, wo die directe Pigmentmetamorphose rother Blutkörperchen (Virchow) be-tont wird.

Röhrchen plötzlich in eine viel breitere Blutstelle über; ferner ist oft die auf- und absteigende Richtung der Schlinge ganz dicht an einander gelagert, berührt sich sogar stellenweise. — Sodann treiben die Conturen der Schlingen zahlreiche spitz- und rechtwinklige Abzweigungen oder Sprossen, welche sich ohne Weiteres als Fortsetzung der Blutbahn in die Gewebe hinein kennzeichnen, und die bei künstlichen Injectionsbildern vermutlich als Kunstproducte ver nachlässigt werden würden. Für alle diese Formen finden wir allenthalben unter den Pigmentfiguren Seitenstücke, welche ihre Abstammung von Blutströmungen verrathen.

b. Die Beziehungen des Blutes zu dem durchströmten Gewebe selbst und zur nächsten Umgebung.

Die ganze Nachbarschaft der Blutschlingen trägt meistens die deutlichen Strömungsspuren an sich: sie sticht durch grobe Zerfaserung und durch Kernfiguren von dem sonst überall homogen erscheinenden Gewebe ab (Fig. r). Mitten in dem zerfaserten Gebiet zwischen oder neben den Schenkeln der Blutschlingen sind sehr oft Bruchstücke von Blutröhrchen vorhanden, die mit den Hauptstämmchen hie und da anastomosiren. — Hier tritt das Blut mit Gewebstheilen in unmittelbaren Contact, und es scheint dies ein geeigneter Ort zu sein, um an einem unversehrten durchsichtigen Organ über den Zusammenhang von Blut- und Lymphbahnen ein anschauliches Bild zu erhalten. Das Resultat dürfte wieder deshalb beachtenswerth sein, weil die directe Communication der anastomosirenden Zellen mit den Blutbahnen längst vermutet und auch gesehen wurde (Leydig, R. Böhm), und weil schon diese bisherigen Mittheilungen, insbesondere die Auffassung dieser Blutröhrchen die erwähnte Communication an und für sich plausibel machen.

Zum Studium dieser Verhältnisse sind zartere und gefärbte Präparate vorzuziehen, die man durch Lamellirung der Hornhäute und Berlinerblaufärbung der einzelnen Lamellen erhalten kann. Vor der Lamellirung tropft man das Eisenchlorid auf, um einen gewissen Härtegrad zu erreichen. Dabei erhält man oft sehr brauchbare Präparate, deren wir jetzt einige beschreiben; jedoch legen wir auf dieselben nur als Vergleichsobject mit dem frischen, ganz gebliebenen Präparate der natürlichen Blutfüllung Werth, an dem

wir das Gleiche beobachten, und die Färbung nur zur schärferen Markirung der Details zu Hülfe nehmen.

Fig. t klärt uns über die Entstehungsweise dieser Blutbahnen auf. Die Schlingenform der ganzen Figur ist deutlich erhalten, und die Zusammensetzung aus Gruppen anastomosirender Zellen ist daran klar ersichtlich. An der ganzen Hornhaut erschien diese Stelle als breite Blutschlinge mit sprossenartigen Fortsetzungen in die Gewebe hinein und mit starker Zerfasierung der ganzen Nachbarschaft. Unter den Pigmentbildungen brauchen wir nach ähnlichen Figuren meistens nicht lange zu suchen.

An anderen Präparaten dieser Art, wo an der unversehrten Hornhaut die Blutröhrchen überall glatte Contouren zeigten, erhält sich dieser gestreckte Verlauf auch nach der Lamellirung; wir erkennen die in's Auge gefasste Stelle sofort wieder. Aber auch hier sind allenthalben neben der Hauptbahn des Blutes gleichartige Theile in Form anastomosirender Zellen sichtbar, die wir mit Sicherheit auf zerfaserte hie und da bluthaltige Stellen des unversehrten Präparates zurückführen. An dem letzteren sehen wir, ebenso wie an dem gefärbten Präparat hie und da rothe Blutkörperchen innerhalb von Zellen und Zellengruppen liegen. In Fig. z sind einige derartige Formen von einem menschlichen Leichenauge wiedergegeben; sie waren daselbst an einer breiten inselförmigen Blutstelle mit vollständiger Klarheit zu beobachten. Betreffs der Fig. y muss auf die Uebereinstimmung mit einigen Arnold'schen Figuren (dieses Archiv Bd. 58 Taf. V) hingewiesen werden, welche dort auf die Weise erzielt wurden, dass durch Einschaltung künstlicher Hindernisse das Blut seitlich zu den Geweben in Beziehung trat.

Das Verhältniss der rothen zu den weissen Theilen der Blutbahn ist derart wechselnd, dass bald rothe, oft fadendünne Theile inmitten der weissen verlaufen (v), bald aber auch umgekehrt, dass weisse Theile in der Mitte frei bleiben (in u), und zwischen diesen beiden Gegensätzen kommen alle möglichen Uebergänge vor. —

Für die Auffassung dieser weissen Stellen, welche in der Blutbahn central oder seitlich eingeschaltet liegen, ist maassgebend, dass sie an vielen Stellen die deutlichen Kernformen zeigen. Solche Stellen markiren sich auf den ersten Blick als fixe, nicht als circulirende Theile. Dagegen ist von den zahlreichen mehr rundlichen

weissen Körperchen eher die Aehnlichkeit mit weissen Blutkörperchen zu betonen, und die Möglichkeit zuzugeben, dass ein Theil derselben schon circulirt habe; nothwendig ist das aber auch nicht anzunehmen; denn wir sehen genau die gleichen rundlichen Formen auch wieder als Kerne unter den Pigmentzellen vertreten, wo sie ganz untermengt vorkommen mit den typischen länglichen Kernformen. Oft aber ist inmitten der Blutbahn nicht nur die Form von Kernen erhalten geblieben, sondern es zeigen sich auch zuweilen die bekannten sternförmig verzweigten Figuren der anastomosirenden Zellen; das Blut stellt hier eine natürliche Färbung der Grundsubstanz dar (Fig. z). Wir dürfen uns vorstellen, dass hier das Blut erst kurze Zeit eingedrungen, und dass es noch nicht zu einer Richtung der constituirenden Gewebstheile gekommen war. Die weissen Theile sind nur als zufällig noch nicht mit Blut gefüllte Theile aufzufassen.

Diese fixen weissen Theile also beschäftigen uns hier, und obgleich zu ihrem Verständniss nur wieder auf Pigment- und Lymphröhrenformationen verwiesen werden braucht, so müssen wir dieselben in Rücksicht auf die Circulation des Blutes hier doch noch in mancher Hinsicht beachten.

Die bekannte geldrollenartige Lagerung der Blutkörperchen ist oft mit Sicherheit auf eine Stauung an einer solchen weiss gebliebenen Stelle zurückzuführen (Fig. w), und ich möchte fragen, ob das nicht gewissermaassen der Typus ist für die sogenannten Capillarwiderstände? Dürfte dies allein nicht schon zur Erklärung genügen, dass die Blutwelle sich nicht in die Capillaren fortpflanzt, und dass umgekehrt Hindernisse in der venösen Sphäre sich für gewöhnlich nicht durch Erhöhung des arteriellen Druckes manifestiren? Sind nicht ferner auch die Unregelmässigkeiten des capillaren Kreislaufs berauf und auf ähnliche nicht so breite Hindernisse zu beziehen? Denn es ist uns ja jetzt ganz erklärlich, wenn wir oft Blutkörperchen hält machen, hin und her geworfen werden, ihre Axenrichtung ändern und sich offenbar durch Engpässe hindurchzwängen sehen, um dann mit einem Male schneller weiter zu schiessen<sup>1)</sup>). Es ist uns auch erklärlich, dass im Ruhezustande

<sup>1)</sup> Im Folgenden gebe ich eine allerdings etwas umständliche Methode an, mit welcher man am lebenden Thiere bei durchfallendem Lichte den Kreislauf der Hornhautschlingen beobachten kann. Bei einem curaresirten

dieser Blutsäule sich die geschilderten Discontinuitätsverhältnisse zeigen (siehe Fig. u).

Fast scheint es daher, dass wir ein Recht hätten, diese Hindernisse der capillären Blutbahn als physiologische gelten zu lassen. — Wenn ein pathologisches Hinderniss auf natürlichem oder künstlichem Wege eingeschaltet ist, welches vom Blutstrom nicht überwunden werden kann, und dennoch örtlich ausgeglichen werden muss, dann kann die dichtere Lagerung der Blutkörperchen vor dem Hindernisse nur als allererstes Glied einer Reihe bekannter Ausgleichsvorgänge gelten, die sich aber im Wesentlichen doch als die Bahnung neuer Strömungswege in's Gewebe hinein auffassen lassen dürften, was auch thatsächlich von Arnold<sup>1)</sup> in treffender Weise direct beobachtet worden ist. Erklärlich ist es dann, wenn die von

Frosch klappt man den Unterkiefer vollständig gegen den Bauch zurück und erhält diese Stellung durch Einklemmen eines Holzstäbchens zwischen die Kiefer. Oder man schneidet einfach den ganzen Unterkiefer weg, wobei die Blutung äusserst unbedeutend ist. Dann schneidet man aus der Gaumenschleimhaut an der Stelle, wo einer der Augäpfel sich in die Mundhöhle vorwölbt, ein Fensterchen aus, und entfernt mittelst Pincette und Scheere die dem Bulbus aufliegende zarte Musculatur. Jetzt wartet man erst vollständig ab, bis keine Spur von Blutung mehr zu sehen ist; der Frosch kann dabei immer in Wasser liegen. Dann bohrt man mit spitzer Präparirnadel an der hinteren Bulbuswölbung ein Löchelchen ein und erweitert dasselbe danach durch Einführen und Drehen einer keilförmigen Sonde, oder durch Ausschneiden eines kleinen Fensterchens aus den Augenhäuten. Wenn man diese Manipulation unter Wasser vornimmt und einigermaassen geschickt verfährt, so erhält man ein ganz klares Gesichtsfeld der durchleuchteten Pupille, nachdem man die Nickhaut von dem Pupillargebiet beseitigt hat. Ist aber Blut in den Glaskörper gerathen, so macht das die Beobachtung auch noch nicht unmöglich, wenn nur das röthliche Gesichtsfeld genügende Durchsichtigkeit behalten hat. Man muss nun den Frosch auf einer grösseren Glässerplatte durch geeignete Vorrichtungen so lagern, dass die Pupille eingestellt ist. Oft ist es vortheilhaft, vor der ganzen Operation einen Faden unter dem oberen Augenlid durchzuführen, und über denselben auszustechen, um dann durch Knotung desselben dem ganzen Augapfel eine Drehung nach dem Schädeldach zu geben. Bei einiger Uebung gelingt es, die Circulation in Hornhautschlingen zu beobachten; jedoch sind sehr häufig schon Entzündungszeichen zu constatiren. Gleichzeitig kann man seitliche Beleuchtung auf die Iris werfen, um sich von der noch herrschenden Lebhaftigkeit der Circulation zu überzeugen. Ich benutzte System Hartnack 4, Ocular 3.

<sup>1)</sup> J. Arnold, Ueber Diapedesis. 1. u. 2. Mittheilung. Dieses Archiv Bd. 58. H. 2.

Cohnheim und von Arnold beschriebenen Buckel der Gefässwand bei Wiederherstellung der Strömung das eine Mal von der Strombahn ausgeschlossen, das andere Mal aber mit hineinbezogen sich darstellen; denn beide Möglichkeiten haben, wie es scheint, nichts Ueberraschendes. Rücksichtlich der aussergewöhnlichen Sorgfalt jedoch, mit welcher diese Fragen nothwendig behandelt werden müssen, bin ich Angesichts der todten Präparate weit entfernt, mich hier weiter darin zu äussern; — nur so viel wird behauptet, dass auf Grund dieser Untersuchungen die Gefässwand Vieles von ihrem räthselhaften Wesen zu verlieren scheint. Die Contouren dieser kleinsten Blutröhrchen präsentiren sich, analog den früheren Pigmentröhren, nur als Anastomosenreihen des Zellmaterials und der Kerne, inmitten ganz gleichartiger Theile. Als solche haben wir aber die ganze Breite der capillären Blutbahn aufzufassen. Die „Wand“ ist für diese elementaren Blutbahnen noch gar kein vollberechtigter Begriff. Sehen wir uns etwas breitere Blutröhrchen an, da finden wir sehr häufig die Gruppierung der Blutkörperchen in den geordneten Reihen der Fig. x. Dies ist wieder mit unseren früheren Erfahrungen gleichbedeutend: mehrere benachbarte schmale Röhrchen verbinden sich zu einem einheitlich functionirenden weiteren Rohr, das sich in der Lymphröhrenform jederzeit auch isolirt zeigte, und als natürliches Pigmentröhren wiederum in unzählige feinste Fäserchen auf natürlichem Wege spaltbar war. Demnach zeigt diese Gruppierung der rothen Blutkörperchen nur an, dass die Spuren jener Zusammensetzung sich nicht so leicht verwischen. — Obgleich hier offenbar die Bildung wirklicher Hohlröhren durch das Zellmaterial hindurch unter dem Einflusse des Blutdruckes und der Strömung noch nicht stattgefunden hat, so werden diese Bilder doch, wie es scheint, in richtiger Weise den Modus der Bildung hohler Röhren illustrieren. Wo der Strom längere Zeit in der gleichen Bahn bestanden hat, da wird das Zellmaterial nicht überall in der bisherigen Anordnung Staud halten können — es müssen Gewebsbestandtheile verdrängt werden. Diejenigen Theile, welche dabei seitlich verdrängt werden, müssen als wandständig erscheinen, oder es bleiben Theile in der Mitte der Blutbahn fest, dann muss der Strom zu ihren beiden Seiten weitergehen, und die Unzahl möglicher Variationen ist dabei leicht verständlich. — Zweitens aber dürfte eine Sichtung der circulirenden körperlichen Bestandtheile

des Blutes von diesem Gesichtspunkte aus nicht resultatlos sei. Dabei käme in Betracht die Erklärung der Formen, auch der in allerneuester Zeit geltend gemachten, ferner die Deutung ihres Gefärbt- oder Ungefärbtseins und endlich die Frage nach den Orten der Regeneration.

Mit besonderer Vorsicht werden wir, wie es scheint, betreffs ihrer Deutung als pathologische Befunde diejenigen Fälle behandeln müssen, wo wir Lymphbahnen mit Zellmaterial erfüllt antreffen.

Zum Schluss noch einige übersichtliche Bemerkungen zur Ausrundung unserer früheren Notizen über die Strömungsverhältnisse an der Hornhaut. Wir beachten zwei Punkte:

- 1) die Beziehungen zur vorderen Kammer;
- 2) die Strömungen vom Rande der Hornhaut aus.

Ad 1 hatten wir früher bisherige Erfahrungen zusammengestellt; wir betonten dann, dass Stoffe in die Endothelschicht gelangen. — Es geht jedoch aus allen Beobachtungen hervor, dass sie sich in der Endothelschicht schichtenhaft verbreiten, und dass nur in den äussersten Randpartien oder namentlich im Gewebe des Iriswinkels ihr Weitertransport nachweisbar ist, während für gewöhnlich der Querschnitt der Membrana Descemeti keine Durchdringung derselben nachweist. Wenn also Kries bei Iritis serosa vielleicht mit Recht die Beschläge an der hinteren Hornhautwand auf dahin gerichtete Strömung zurückführt, so können wir das zugeben, ohne doch die Vorstellung zu haben, als ob diese Stoffe dann auch weiter in die Hornhaut hinein gelangen müssten. Das Gleiche gilt auch von dem zwischen Endothelzellen anzutreffenden Pigment.

Wir müssen es jetzt, wie ich glaube, mehr würdigen, wenn die anatomische Untersuchung uns lehrt, dass die Descemet'sche Membran am Iriswinkel zu zahlreichen Faserrichtungen in Beziehung tritt; wir müssen, wie ich glaube, darauf aufmerksam sein, dass solche Faserrichtungen Strömungsrichtungen bedeuten können. Dass auf diesen Bahnen auch körnige Stoffe aus der vorderen Kammer in die Gewebe des Iriswinkels und bis an die Blutbahnen gelangen, geht auch aus derjenigen Untersuchungsreihe (von Brugsch) hervor, welche betreffs des Gelangens in das Blut gegenüber den Resultaten Schwalbe's, Calberla's und Heisrath's als negativ an-

zuführen war. Aber Brugsch betont, dass sich die Stoffe längs der Blutbahn weiter verbreiteten. Ich beschränke mich auf den Hinweis, dass Präparate, wie sie der Fig. t zu Grunde gelegen haben, die Möglichkeit der Aufnahme in die Blutbahn nahe legen; ich habe jedoch diese Experimente am lebenden Thiere bisher nicht ausgeführt.

Sodann hatten wir aber auch die Möglichkeit der directen transversalen Communication zwischen Hornhaut und vorderer Kammer durch die Descemet'sche Membran hindurch kennen gelernt. Jedoch hatten wir für diesen Vorgang erst eine in diesem Sinne wirkende Kraft vorauszusetzen. Als eine solche lernten wir den vorderen Epithelverlust kennen. In den Wegen des Hypopyon liegt, wie wir vermuteten, ein natürliches Beispiel für diesen Vorgang. —

Ad 2: Da die Pigmentfiguren des Hornhautrandes als Blutströmungsfiguren gelten müssen, so folgt daraus, dass wir die an der ausgeschnittenen Hornhaut anzutreffenden Blutschlingen nur als die letzten, vielleicht erst kurze Zeit bestehenden Blutbahnen anzusehen haben; denn wir müssen uns doch vorstellen, dass die Blutbahnen häufig gewechselt haben. — Da wir Anfangs allgemeine Gesichtspunkte für unvermeidlich erklärten, so wäre hier, wie es scheint, ein Punkt gegeben, der sich mit den allgemeinen Erfahrungen über Blutkreislauf in's Einvernehmen setzen müsste; ich vermuthe aber, dass wir diese supponirten Schwankungen der Blutbahnen am Hornhautrande auf rein örtliche Ursachen zurückführen können, die anderswo nicht nothwendig herrschen müssen; namentlich können wir die Vorstellung nicht unterdrücken, dass an gewissen Organen ein physiologisches Vorkommen solcher Schwankungen leicht lebenswichtige Theile stören müsste. Wenn wir also örtliche Ursachen vermuten, so denken wir an die fortwährenden functionellen Bewegungen am Augapfel, an den Lidschlag, die Thätigkeit der Augenmuskeln, die Accommodation, den Einfluss des Lichtes auf die Pupille, und werden diese Gedanken künftig weiter verfolgen. Wir müssen den häufigen Wechsel der Strömungsbahnen des Blutes jedenfalls als einen der ausschlaggebenden Gründe für das Zustandekommen jener Pigmentformationen annehmen, und müssen daran erinnern, dass auch an der lebenden Hornhaut des Menschen Beobachtungen über das Auftreten

nicht nur von Blut-, sondern auch von Pigmentflecken gemacht worden sind. (J. Hirschler, Arch. f. Ophth. Bd. 18. I.)

Aus den hier entwickelten Vorstellungen scheint aber hervorzugehen, dass die Verhältnisse der Blut- und Pigmentformationen an Leichenaugen nicht nothwendig für den gesunden Zustand maassgebend sind, und dass wir möglicherweise an frisch enucleirten Augen vom lebenden Menschen oder nach plötzlichen Todesfällen lebhaftere Blutfüllung und zahlreichere Pigmentirung antreffen würden; es ist auch auffallend, wie schnell die Blutfarbe an Leichenaugen verschwindet, — öfters schon innerhalb 15—30 Stunden, während sich dieselbe an frischen Thieraugen viele Wochen, ja Monate erhält; — allerdings nur die Farbe, nicht aber die Configuration der Blutkörperchen. —

Die mehrfach erwähnte starke Pigmentirung am vorderen Epithel müssen wir ohne Zweifel ebenfalls auf direct dahin gerichtete Blutströmung beziehen; wir sahen die Blutröhrchen bis in die vordersten Epithelschichten dringen. — Am spärlichsten ist der Blutstrom nach den hinteren Hornhautschichten gerichtet; jedoch ist nicht in Abrede zu stellen, dass auch die Pigmentirung an Endothelzellen in der Nähe des Iriswinkels auf directe Blutströmung bezogen werden könne. Die Möglichkeit der Resorption aus der vorderen Kammer bleibt davon unberührt.

Im Ganzen können wir uns, wie ich hoffe, nach den vorausgegangenen Untersuchungen über Hornhautzellen, -Fasern und -Grundsubstanz die Wege gut vorstellen, auf denen Blutbestandtheile unter Umständen auch nach centralen Hornhautstellen gelangen können. — Die Ulrich'sche Angabe, nach welcher die von hinten nach vorn gerichtete Strömung von der Gegend des Linsenäquators direct durch das Gewebe der Iriswurzel hindurchgeht, scheint eine greifbare Grundlage zu gewinnen, wie überhaupt die Strömungen innerhalb der Gewebe selbst gegenüber denjenigen in oder durch Höhlen und Lücken in den Vordergrund treten, obgleich die Communication mit solchen Hohlräumen wohl jederzeit möglich ist. — Die neueren Angaben Denissenko's<sup>1)</sup> und E. Pflüger's<sup>2)</sup> betonen mit Recht die Strömungen vom Rande her; jedoch scheinen

<sup>1)</sup> Denissenko, Dieses Archiv Bd. 86. H. 3.

<sup>2)</sup> Zur Ernährung der Cornea. Klin. Monatsbl. f. Augenhellk. Märzheft 1882.

die übrigen geschilderten Strömungsbahnen die gleiche Beachtung für normale wie pathologische Verhältnisse zu verdienen. — Uebrigens wollen wir nicht unterlassen zu constatiren, dass in dem Satze der Cellularpathologie, I. Auflage, S. 43: „Ueberall nehmlich, wo solche Anastomosen Statt finden, wo ein Element mit dem anderen zusammenhängt, da lässt sich mit einer gewissen Sicherheit darthun, dass diese Anastomosen eine Art von Röhrensystem darstellen, ein Kanalsystem, welches den grossen Kanalsystemen des Körpers an gereiht werden muss u. s. w.“ schon damals der richtige Weg bezeichnet war, welcher zu dem Nachweise hätte führen müssen, wie man sich den Modus der Durchströmbarkeit des einzelnen Elementes zu denken habe. Darin liegt auch meines Erachtens der Kernpunkt der ganzen Frage; — die Zelle als kleinster Organismus, mit dem wir rechnen, kann in unserer Achtung dadurch wesentlich steigen, dass sie uns ein Gefüsssystem im Kleinen zeigt. Damit verbinden wir nicht die Verstellung der präformirten eingegrabenen Hohlform, sondern wir führen die Durchströmbarkeit auf die erläuterte Eigen schaft der Formbarkeit des Zellmaterials zurück, und haben an den natürlichen Pigmentbildern, wie auch an den früher geschilderten Druckpräparaten der Membrana Descemeti die Ansicht gewonnen, dass die Verbindungen von Zelle zu Zelle resp. Kern zu Kern, sowie die Ausmündungen der so entstehenden Röhrchen sich auch erst im Augenblicke des Bedürfnisses formiren können.

---