(Aus der Universitäts-Augenklinik zu Heidelberg.)

Anatomische Untersuchungen über angeborene Katarakt, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis einer neuen Missbildung der Linse.

Von

Prof. Eugen v. Hippel
in Heidelberg.

Mit Taf. XIV u. XV, Fig. 1—7.

Neue anatomische Befunde von angeborener Katarakt konnte ich an vier mit Mikrophthalmus und Colobom behafteten Augen von drei neugeborenen Kaninchen sowie ferner an den beiden Augen eines mit der gleichen Anomalie behafteten drei Tage alten Kindes erheben. Ich gehe hier im wesentlichen nur auf die Befunde an den Linsen näher ein und berühre die übrigen Veränderungen nur soweit sie für das Verständnis der Linsenanomalie in Betracht kommen.

1. Neugeborenes Kaninchen, abstammend von zwei normalen Tieren desselben Wurfes. Der Vater der beiden Elterntiere war der mit Colobom am Sehnerveneintritt behaftete Bock, von welchem die Serie der colobomatösen Kaninchen abstammte, die ich in meiner frühern Arbeit beschrieben habe¹⁾. Es handelt sich also hier um Auftreten von Colobom auf hereditärer Basis in der dritten Generation mit Überspringen der zweiten. Enucleation einige Stunden post mortem (die Tiere waren in der Nacht geworfen und wurden morgens tot aufgefunden), Härtung in Müller-Formol. Serie von dem einen Auge parallel der Richtung der Fötalspalte, in dem andern senkrecht dazu²⁾. Die Kombination der beiden Serien ermöglichte in sehr erwünschter Weise das Verständnis der sonst zum Teil schwer zu deutenden Befunde.

¹⁾ E. v. Hippel, Embryologische Untersuchungen über die Entstehungsweise der angeborenen Spaltbildungen. v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. Bd. LV. S. 507.

²⁾ Ich werde die erste im folgenden als Sagittalserie, die zweite als Frontalserie bezeichnen, ich beziehe also die Worte „sagittal“ und „frontal“ auf das Auge und nicht auf den Kopf des Tieres.

In beiden Augen füllt die Linse fast das ganze Innere des Bulbusraumes, spärliches Glaskörpergewebe findet sich nur vorn oben, sonst ausser der Linse nur das ziemlich reichliche mesodermale Gewebe der gefässhaltigen Linsenkapsel und zu den Seiten und hinter der Linse emporgestiegene Retinalfalten. Unten findet sich im Colobom eine breite Mesodermleiste von derselben Beschaffenheit, wie ich sie früher (loc. cit.) beschrieben.

Die Masse der Linse sind im Meridionalschnitt anteroposteriorer Durchmesser $3\frac{1}{2}$, Äquatorialer 3,3, im Äquatorialschnitt des andern Auges von oben nach unten 3,0, in seitlicher Richtung 3,2 mm.

Die Betrachtung der senkrecht auf den Fötalspalt angelegten Schnitte zeigt, dass die Schnitttrichtung nicht ganz exakt ausgefallen ist, sie verläuft ein wenig von vorn oben nach hinten unten und gleichzeitig wird die Linse medial etwas weiter vorn getroffen als lateral. Der einzelne Schnitt zeigt deshalb nicht genau symmetrische Verhältnisse, die Betrachtung der Serie ergibt aber, dass lateral und medial jedenfalls keine erheblichen Differenzen bestehen, wohl aber oben und unten.

Bei der weitem Darstellung werde ich die Sagittalserie des einen sowie die Frontalserie des andern Auges gemeinsam besprechen, da mir erst die Kombination beider das Verständnis der äusserst ungewöhnlichen Befunde ermöglicht hat. Auf die geringen Differenzen zwischen beiden Augen, die sich im wesentlichen auf die Ausdehnung des kataraktösen Prozesses beziehen, werde ich am Schlusse eingehen.

Die wichtigsten Anomalien beider Linsen sind folgende:

1. Entsprechend der Mesodermleiste im Colobom und von ihr nur getrennt durch die Linsenkapsel zieht um den untern Linsenrand (in 75 Frontalschnitten à $15\ \mu$ nachweisbar) eine im Schnitt bogenförmig nach oben vorspringende Leiste, welche zu beiden Seiten in das Kapselepithel übergeht und als eine ungewöhnliche Form von Wucherung der Kapsel-epithelien zu betrachten ist (Fig. 1 und 2).

2. Die Linsen besitzen einen ganz ausgesprochenen Ringwulst. Auf dem Meridionalschnitt zeigt er oben das Bild, wie es Fig. 3 und 4 wiedergibt, das grosse Ähnlichkeit mit den Abbildungen Rabl's¹⁾ (Ringwulst der Reptilien und Vögel) darbietet. In der Frontalserie trifft man, weil die Schnitte nicht genau parallel zum Äquator gefallen sind, nicht ganz symmetrische Bilder und sieht ausserdem den Wulst selbstverständlich im einzelnen Schnitt an verschiedenen Stellen ungleich hoch, die genaue Durchsicht der Serie lehrt aber, dass er oben und zu beiden Seiten, auch temporal und nasal unten annähernd in gleicher Stärke ausgebildet ist.

3. Ein davon total abweichendes Verhalten findet sich im untern Umfang der Linse zu beiden Seiten der epithelialen Leiste.

¹⁾ Rabl, Über den Bau und die Entwicklung der Linse. Taf. XII u. XIV.

Das genaue Studium der recht schwierigen Präparate (vgl. Fig. 1 und 2) hat mich zu der Überzeugung geführt, dass die Fasern des Ringwulstes zu beiden Seiten der Leiste eine allmähliche Drehung bis zu 90° erfahren und sich längs der Leiste weit nach hinten erstrecken, viel weiter als der Ringwulst oben und zu den Seiten vorhanden ist. Es sind also unten zu den Seiten der Leiste zwei von vorn nach hinten gerichtete Ringwülste vorhanden; da die Richtung der Linsenfaser eine entsprechende ist, so kann man ihr Verhalten charakterisieren, wenn man sagt: Frontalschnitte zeigen unten ein Bild, das man bei normaler Faserrichtung an sagittalen Meridionalschnitten finden würde und umgekehrt, d. h. man trifft die Fasern in der Frontalserie im Längsschnitt, in der Sagittalserie im Querschnitt an.

4. Der hintere Abschnitt der Linsen sowie die zentralen Teile zeigen hochgradigen Zerfall bzw. Verflüssigung, die vordere Corticalis im einen Auge ebenfalls, im andern kataraktöse Veränderungen an den Fasern.

Die vorangestellten Sätze sind durch Eingehen auf die Präparate, deren wichtigste abgebildet sind, näher zu erläutern.

Ad 1. Die epitheliale Leiste (Fig. 1 und 2) besteht aus dicht gelagerten Zellen mit ziemlich grossem, ovalem, hellem Kern; dunkler gefärbte spindelförmige dünnen Durchschnitte der ersten Form darstellen. Zellgrenzen sind nicht sichtbar, über etwaige Zwischensubstanz lässt sich an den Schnittpräparaten nichts aussagen. Zwischen der Wucherung und der Linsenkapsel sieht man nun in vielen Schnitten ganz kontinuierlich das Kapsel-epithel, dessen Zellen hier auffallend hoch sind; die Kerne der Epithelzellen sind meistens in den Randteilen mehr stäbchenförmig und dunkel gefärbt, in den mittlern Partien dagegen mehr bläschenförmig und viel heller und in vielen Schnitten kann man feststellen, dass sie hier in ihrer Form den Zellen der Wucherung allmählich immer ähnlicher werden und unmerklich in diese übergehen. Es kann deshalb wohl kein Zweifel sein, dass die ganze Wucherung, trotz des in vielen Schnitten kontinuierlichen Epithelzuges zwischen ihr und der Kapsel aus den Epithelien hervorgeht, also als eine ungewöhnliche Kapselkatarakt aufzufassen ist. Zu beiden Seiten der Wucherung sieht man noch eine kurze Strecke Epithelzellen mit vereinzelter Mitosen bis zu der Übergangsstelle in die Fasern des atypisch gestellten Ringwulstes.

Die geschilderte Zellwucherung zeigt recht viele Einschlüsse von leicht körnigen, sonst ziemlich homogenen, mit Eosin intensiver gefärbten Massen von verschiedener Grösse. Dieselben stimmen mit den kataraktösen Zerfallsprodukten der Linse so sehr überein, dass ich sie für gleichwertig halte und annehme, dass kataraktöser Zerfall und Zellwucherung miteinander parallel verliefen und auf die Oberfläche der Zell-

wucherung aufgelagerte Zerfallsmassen von weiter wuchernden Zellen umwachsen und so in den Kapselstar aufgenommen wurden.

Ad 2. Das Aussehen des Ringwulstes erkennt man am besten an der Sagittalserie am obern Umfang der Linse: (Fig. 3 u. 4) etwas hinter den Ciliarfortsätzen nehmen die Kapselepithelzellen sehr rasch an Länge zu, um zu kurzen Fasern zu werden, die zum grössten Teil mit leichter Konkavität nach hinten gebogen sind, allmählich ändert sich aber diese Richtung und die hintersten richten die Konkavität nach vorn. Die Forderung Rabls, dass bei einem echten Ringwulst seine Fasern vor dem Übergang in die eigentlichen Linsenfasern an Länge wieder abnehmen sollen, ist hier erfüllt, wenn der Unterschied auch nicht gross ist. Macht man sich an dieser Abbildung klar, welche Bilder bei äquatorialer Schnittrichtung auftreten müssen, so ergibt sich, dass man die Fasern des Ringwulstes mit ihren Kernen im allgemeinen im Längsschnitt oder wenigstens schrägen Längsschnitt antreffen wird und nach innen davon eine zweite Kernreihe innerhalb von Linsenfasern, welche im schrägen Längsschnitt, wenn der Schnitt weit nach vorn, im schrägen oder reinen Querschnitt getroffen sind, wenn der Schnitt weiter nach hinten fällt. Diese Bilder zeigt die Äquatorialsérie in der Tat mit aller Deutlichkeit (Fig. 5).

Nach unten zu sieht man den Ringwulst in Schnitten der Frontalsérie, welche distal von der unter 1 beschriebenen Zellwucherung fallen, unter allmählicher Höhenabnahme seiner Zellen in das Kapselepithel übergehen.

Ad 3. Sehr verwickelt werden die Bilder, welche der untere Teil der Linse zu beiden Seiten der Kapselstarleiste darbietet. Die Fig. 1 und 2 entsprechen zwei verschiedenen Stellen der Série, eine mehr distal, die andere mehr proximal. Dass die Bilder auf beiden Seiten nicht genau symmetrisch erscheinen, hat seinen Grund in der nicht ganz exakten Schnittrichtung; tatsächlich besteht beiderseits keine nachweisbare Differenz.

In einiger Entfernung von der meridionalen Kapselstarleiste wachsen die Epithelzellen zu Fasern aus, welche zunächst unter sehr starker Umbiegung einen zur Linsenkapsel fast parallelen Verlauf nehmen, um dann in einer entgegengesetzt gerichteten Krümmung (vgl. Fig. 1) in kurze Fasern überzugehen, welche einen zur Linsenkapsel ungefähr senkrechten Verlauf haben. Die Kernreihe entspricht dieser Krümmung sowie einer zweiten, mit welcher die Fasern in höher gelegene Teile der Linsensubstanz übergehen. In weiter proximal gelegenen Schnitten gehen die kurzen Fasern nach der ersten Krümmung direkt in richtige Linsenfasern über, die in Schräg- und Querschnitten getroffen sind und noch weiter proximal erscheinen wie Flügel zu beiden Seiten der Leiste, die der Linsenkapsel annähernd parallel verlaufenden Fasern; sie sind umgeben von verflüssigter Linsensubstanz.

Betrachtet man diese Fasergruppe genauer, besonders in den distaler gelegenen Schnitten, so sieht man, dass sie ihre ursprüngliche Lage geändert haben muss. Da die Fasern aus den Epithelzellen entstehen, so müssen ihre Enden ursprünglich der Linsenkapsel angelegen haben. Sie sind unzweifelhaft von derselben abgedrängt worden. Ich fasse nun diese Fasergruppe sowie die der ersten Krümmung als Ringwulst mit sehr hohen Zellen auf und erkläre mir die eigentümlich gekrümmte Verlaufsrichtung dadurch, dass in der Nähe der meridionalen Kapselstarleiste die Fasern des

Ringwulstes und die an denselben anschliessenden Linsenfasern in zwei verschiedenen, der Hauptsache nach zueinander senkrechten Richtungen gewachsen sind. Ich komme hierauf in der Epikrise zurück. Wenn es richtig ist, dass der Ringwulst zu den Seiten der Kapselstarleiste aus der Äquatorialen in eine von vorn nach hinten verlaufende Richtung übergeht, so muss man in der Sagittalserie zu den Seiten der Leiste vorn Schrägschnitte von Fasern und je weiter nach hinten desto reinere Querschnitte erwarten; so ist es in der Tat. Ferner müssen die eigentlichen Linsenfasern in den untern Teilen der Linse auf Äquatorialschnitten im Längsschnitt erscheinen, während sie oben und seitlich quer getroffen sind; auch dies trifft zu. Lateral und medial unten, wo ein allmählicher Übergang der abnormen in die normale Faserichtung stattfindet, treten natürlich Schrägschnitte auf.

Ad 4. Bevor ich die kataraktösen Veränderungen eingehender schildere, möchte ich darauf hinweisen, dass in der Äquatorialserie im obern und seitlichen Umfang der Linse deutliche Radiärlamellen angetroffen werden, woraus also folgt, dass die Linse in ihrer Entwicklung nicht etwa in toto auf einem abnorm frühen Stadium stehen geblieben ist.

Die Art des kataraktösen Zerfalles erkennt man am besten an Schnitten, welche die Fasern im Querschnitt treffen. Man sieht, wie die regelmässige Form derselben sich verändert unter hochgradiger Aufquellung (Fig. 6), es erscheinen grosse lichte ovale oder kreisförmige Gebilde, die schliesslich ihre scharfe Begrenzung verlieren und miteinander konfluieren. An Längsschnitten erscheinen ausserdem zwischen den Fasern helle, mit feinkörnigen Massen gefüllte Spalten, der Inhalt der Fasern wird selber körnig, an den Enden, wo sie an die Nähte grenzen, tritt er in grossen Tropfen aus und es entstehen Räume, die mit völlig verflüssigter Linsensubstanz gefüllt sind.

Die Verflüssigung der Linse hat im hintern Teil derselben begonnen, sofern man diesen Schluss aus der Tatsache ziehen darf, dass sie hier eine vollständige ist, während sie nach vorn abnimmt und in der vordern Corticalis, wo nur hochgradiger Faserzerfall stattfindet, fehlt. In den zentralen Teilen der Linse findet sich ein mit Flüssigkeit gefüllter Raum, der nach oben von der Linsenkapsel durch eine breite Schicht Linsenfasern getrennt ist, während er nach unten bis auf die Kapselstarleiste reicht.

Die Verflüssigung der Linsensubstanz ist in dem Auge, das in Sagittalserie geschnitten ist, noch beträchtlicher, als in dem andern.

2. Neugeborenes Kaninchen von demselben Wurf. Linkes Auge normal, rechts Mikrophthalmus und Colobom.

Frontalserie von hinten bis etwa zum Äquator der Linse, Sagittalserie durch den vordern Linsenabschnitt. Bei Anlegung der letztern zeigt sich, dass die erste Schnittrichtung nicht exakt gewesen ist. Der Frontalschnitt liegt vielmehr oben ein wenig hinter, unten unmittelbar vor dem Äquator der Linse.

Das Kapselepithel zeigt folgendes Verhalten: es überzieht die vordere Kapsel in normaler Weise, um den untern Linsenrand zieht ein Streifen Epithel im sagittalen Meridian auf die hintere Kapsel und breitet sich im hintersten Bereich der Linse auf die ganze Fläche derselben aus. Dies ergibt sich aus der Serie: Schnitte unmittelbar hinter dem Äquator zeigen nur unten Epithel; hier ist es in der

ganzen Serie vorhanden, während es oben und an den Seiten erst in den weit nach hinten fallenden Schnitten auftaucht. Eine verdickte Epithelleiste (Kapselstar) wie in den beiden oben beschriebenen Linsen existiert nicht.

Die hintere Linsennaht tritt in den Schnitten als ein breit klaffender, mit homogener Masse gefüllter Spalt auf.

Die wichtigste Tatsache ist nun, dass in den Schnitten der Äquatorialserie in der obern Linsenhälfte Querschnitte von Linsenfasern, in der untern nur reine oder höchstens schräge Längsschnitte angetroffen werden, während in den untern seitlichen Teilen wieder wesentlich Schrägschnitte verschiedener Art auftreten.

Die Faserrichtung in der untern Linsenhälfte, welche Fig. 7 darstellt, ist in allen Schnitten der hintern Linsenhälfte die gleiche, d. h. im untern Teile der Linse haben die Fasern eine abnorme, im wesentlichen dem Äquator parallele Anordnung. Man trifft deshalb dieselbe Art des Überganges der Kapselepithelien zu Fasern, wie sie im obern Teil der Linse auf Sagittalschnitten sich zeigt, im untern auf Frontalschnitten an. Betrachtet man den Faserverlauf in der untern Linsenhälfte in Fig. 7 und macht sich klar, wie die Fasern bei senkrechter d. h. sagittaler Schnitt- richtung getroffen werden, so ergibt sich, dass man in einigem Abstände von der Mittellinie Querschnitte antreffen muss. Die Sagittalserie der vordern Linsenhälfte bestätigt dies in einwandsfreier Weise.

Kataraktöse Veränderungen betreffen fast ausschliesslich die hintere Hälfte der Linse: der hinterste Teil ist vollkommen verflüssigt, weiter nach vorn nur die obere Hälfte, man sieht hier die verflüssigten Massen konfluieren mit dem Inhalt der weit klaffenden Linsen- naht. Die quer getroffenen Fasern der obern Linsenhälfte lassen die be- ginnende Katarakt an der zum Teil enormen Aufquellung der Faserdurch- schnitte erkennen. In der untern Linsenhälfte sind erheblichere kataraktöse Veränderungen ausschliesslich in den hintersten Schnitten vorhanden. In der vordern Linsenhälfte fehlen sie sowohl oben wie unten.

In der Mittellinie grenzt unten an die Linse ein stark vorspringender, durch das Colobom der Augenblase eindringender Mesodermzapfen. Ob der- selbe eine Einkerbung der Linse erzeugt hat, wie sie im folgenden Falle beschrieben werden wird, kann nicht angegeben werden, da die Linse hier artefiziell etwas deformiert ist.

3. Neugeborenes Kaninchen derselben Abstammung, aber eines an- dern Wurfes, rechtes Auge normal, links Mikrophthalmus und Colobom; letzteres untersucht an einer Frontalserie, welche von hinten bis zum vordern Drittel der Linse reicht; vorderster Abschnitt der Linse in horizontale Serienschnitte zerlegt.

Die Verhältnisse liegen sehr ähnlich wie im vorigen Falle: Das Kapsel- epithel entsendet wieder einen um den untern Linsenrand nach hinten verlaufenden meridionalen Streifen. Eine von ihm ausgehende Epithelbekleidung der hintern Kapsel ist aber nur in den allerletzten Schnitten der Serie nachweisbar, sie ist also viel weniger ausgedehnt als im vorigen Falle.

Wieder ist das Verhalten der Linsenfasern derart, dass man in der obern Hälfte Querschnitte, in der ganzen untern dagegen Längsschnitte von der gleichen Anordnung wie im vorigen Falle

antrifft; in der Horizontalserie des vordersten Abschnittes trifft man, wie zu erwarten, reine und schräge Längsschnitte.

Hinter dem Äquator zeigt die Linse eine sehr deutliche Einkerbung des untern Randes, welche durch den anliegenden Mesodermzapfen bedingt ist, also ein Linsencolobom. Jegliche Zerfallserscheinungen der Linsensubstanz fehlen an dieser Stelle. Der Äquator selbst zeigt keine Einkerbung, weil hier im Fötalspalt keine nach oben vorspringende Leiste, sondern nur flache Züge von Mesodermzellen vorhanden sind. Die einspringende Mesodermleiste beginnt erst weiter hinten.

Kataraktöse Veränderungen sind überhaupt nur im hintersten Teile der Linse anzutreffen und bestehen hier in Faserquellung, wodurch das Bild der sog. Blaszellen hervorgerufen wird.

Die Konturen der Linsenfasern sind in dieser Linse merkwürdig schwer zu erkennen, man sieht sie namentlich an Querschnitten nur bei ganz enger Blende und auch da nicht überall mit genügender Schärfe, ich kann deshalb auch nicht sicher sagen, wie weit eine ausgesprochene Anordnung zu Radiärlamellen vorhanden ist.

Es ist selbstverständlich, dass ich nach Gewinnung dieser Befunde noch einmal meine Präparate von Mikrophthalmus und Colobom, die ich früher beschrieben habe, einer eingehenden Durchsicht unterzog. Zu meiner Überraschung musste ich konstatieren, dass ich hier die geschilderte abnorme Verlaufsweise der Fasern der untern Linsenhälfte in zwei Augen von neugeborenen Kaninchen bis in alle Einzelheiten genau wiederfinden konnte. Ich habe dies früher, wo meine Aufmerksamkeit wesentlich auf das Colobom gerichtet war, übersehen. Ich kann also jetzt für sechs Augen neugeborener Kaninchen eine prinzipiell übereinstimmende Anomalie der Linse feststellen. Ferner ist zu betonen, dass sich dieselbe bisher ausschliesslich in den mit Colobom behafteten **Mikrophthalmen**, wo die Linse fast den ganzen Bulbus ausfüllt, gefunden hat, während die colobomatösen aber normal oder annähernd normal grossen Augen neugeborener Kaninchen an der Linse durchaus normale Verhältnisse aufweisen.

4. 3 Tage altes Kind mit Hasenscharte, Wolfsrachen, Schädeldefekt, Polydactylie, Mikrophthalmus, beiderseits Colobom und Katarakt. Die genauere Beschreibung der Bulbi wird an anderer Stelle erfolgen, hier beschäftige ich mich nur mit der Katarakt. Die Bulbi wurden in Serienschnitten in frontaler Richtung, also senkrecht auf den Fötalspalt, zerlegt, der vorderste Abschnitt dagegen in Sagittalschnitte. Die Augenblase zeigt im vordersten Abschnitt ein Colobom, durch welches ein breiter Mesodermzapfen ins Innere des Bulbus eindringt, er umfasst die Linse von unten.

Linkes Auge: Die Linse hat, soweit sich dies aus der Schnittserie feststellen lässt, einen anteroposterioren Durchmesser von 3,2 mm, der grösste Äquatorialschnitt misst transversal ungefähr 4,2, von oben nach unten ungefähr 3 mm.

Unten zeigt sie gegenüber dem anliegenden Mesodermzapfen einen Kapselstar, welcher in der Frontalserie in 63 Schnitten à 20 μ nachweisbar ist und nach vorn zu, wie sich aus der Sagittalserie des vordersten Bulbusabschnittes ergibt, bis ins Pupillargebiet hineinreicht. Eine zweite grössere Kapselstarbildung findet sich oben in den Schnitten 1 bis 85.

Die Kapsel ist unten stark gefaltet, oben nur unbedeutend, im übrigen zeigt sie glatten Verlauf. Die Zellen des Kapselepthels sind auffallend flach, so dass sie zum Teil vollständig wie Plattenepithelien aussehen.

Die Linse zeigt hochgradigen kataraktösen Zerfall und zwar in der Weise, dass die hintere Hälfte verflüssigt ist, während weiter nach vorn nur die peripheren Teile teils kataraktöse Veränderungen, teils Verflüssigung aufweisen, die zentralen aber durchaus normales Verhalten zeigen. An den Rändern des zentralen Teiles sind die Fasern wie angenagt oder ausgefranst, man kann mit absoluter Sicherheit erkennen, dass eine in der Peripherie beginnende Auflösung der Linsensubstanz nach dem Zentrum vorzudringen sucht. In den vordersten Schnitten ist nur ein schmaler Streifen der Corticalis kataraktös, Verflüssigung fehlt hier vollständig.

Auf die Einzelheiten der kataraktösen Veränderungen gehe ich nicht weiter ein, da sie nichts besonderes darbieten.

Ob in der untern Linsenhälfte ein ähnlicher abnormer Faserverlauf vorliegt, wie in den beschriebenen Kaninchenlinsen, lässt sich wegen des hochgradigen Zerfalls der Corticalis nicht mit Bestimmtheit angeben.

Rechtes Auge: die Schnittserien sind in derselben Weise angelegt wie links, die Linse ist aber sehr erheblich verschoben, so dass man keine reinen Äquatorialschnitte erhält, es hat also keinen Zweck Zahlenangaben über die Dimensionen zu machen; sie ist zweifellos etwas kleiner als die des linken Auges, damit stimmt überein, dass die Kapsel sehr viel stärkere Faltenbildung zeigt. Das ganze Pupillargebiet wird von einem mächtigen Kapselstar eingenommen, der sich nach unten zu über die Gegend des Äquators hinaus erstreckt. Wieder zeigt die Linse sehr hochgradige Verflüssigung, welche am ausgesprochensten im hintern Teil ist, aber nahezu die ganze Corticalis beteiligt, so dass der normale und nur an seinen Rändern wie angefressene zentrale Teil überall von zerfallener Linsensubstanz oder Flüssigkeit umgeben ist. Also auch in dieser Linse spielt sich ein Auflösungsprozess der Linsensubstanz ab, der allerseits von der Peripherie nach dem Zentrum vorschreitet und in der hintern Corticalis am ausgesprochensten ist. An dem Übergang des normalen Linsenkernes in die kataraktöse Zone trifft man massenhaft Zellen mit kleinen intensiv gefärbten Kernen an, welche man, ihrem Aussehen nach, geneigt wäre für Leukocyten zu halten. Es ist aber nirgends mit Sicherheit eine Kapselperforation nachzuweisen und deshalb muss ich die Bedeutung dieser Zellen zweifelhaft lassen.

Epikrise.

Die im vorstehenden beschriebenen Befunde haben ein wesentliches Interesse sowohl für die Lehre von den Missbildungen des Auges wie für die von der Entstehung der angeborenen Katarakt.

An sechs mikrophthalmischen, mit Colobom behafteten Augen neugeborener Kaninchen konnte festgestellt werden, dass die Faserichtung im untern Teile der Linse eine von der Norm gänzlich abweichende, in der Hauptsache darauf senkrechte war. Man fand daher in mittlern Sagittalschnitten unten

Quer-, oben Längsschnitte der Fasern, in Äquatorialschnitten das umgekehrte Verhalten. Regelmässig konnte im sagittalen Meridian unten ein nach hinten sich über den Äquator fortsetzender Epithelstreifen nachgewiesen werden. Diese Anordnung des Epithels und die abnorme Verlaufsweise der Linsenfasern stehen sehr wahrscheinlich miteinander in Beziehung und dürften beide durch abnorme mechanische Einwirkungen auf die sich entwickelnde Linse zurückzuführen sein. Diese können wohl nur von der Mesodermleiste ausgehen, welche den normalen Schluss der sekundären Augenblase verhindert und unten der Linse direkt anliegt. Es scheint, dass ihre Einwirkung sich dann besonders geltend macht und zu so merkwürdigen Wachstumsanomalien der Linse führt, wenn die Glaskörperbildung nahezu vollständig ausbleibt, wie es in den hochgradig mikrophthalmischen Augen der Fall war. Wenigstens war in den früher von mir untersuchten colobomatösen Augen von neugeborenen Kaninchen, welche annähernd normale Grösse und reichliche Glaskörperbildung zeigten, trotz Vorhandenseins der mesodermalen Leiste die Faserordnung in der Linse eine durchaus normale. Man könnte daran denken, dass diese Verschiedenheit darauf beruht, dass im letzten Falle die Linse der Einwirkung der Mesodermleiste leicht ausweichen kann, im erstern aber nicht, weil sie hier allseitig von festern Gewebsteilen eingeschlossen ist. Die Entstehung des abnormen Faserverlaufs in der untern Linsenhälfte stelle ich mir in folgender Weise vor: nach normaler Abschnürung des Linsenbläschens und normalem Auswachsen der Epithelien der Hinterfläche zu Fasern bildete sich durch einen, von der Mesodermleiste ausgehenden Reiz ein Epithelstreifen, welcher in der Mittellinie und zu beiden Seiten derselben auf die hintere Kapsel überging. An dem lateralen und medialen Rande dieses Epithelstreifens wuchsen nun die Epithelzellen in derselben Weise zu Fasern aus, wie unter normalen Verhältnissen an der Epithelgrenze in der Äquatorialgegend. So entstehen die Bilder wie sie Fig. 7 zeigt.

Ist der Reiz, welcher von der Mesodermleiste ausgeht, ein intensiverer, so wird in der Mittellinie unten eine Proliferation der Kapsel-epithelien eintreten und es kommt zur Bildung der Kapselstarleiste, wie sie im ersten Falle beschrieben wurde. Hier werden die Verhältnisse in der untern Linsenhälfte noch wesentlich durch das Auftreten des Ringwulstes kompliziert. Die eigentümlichen Windungen, welche derselbe zeigt, kann man wohl nur durch die Annahme erklären, dass zu den Seiten der Epithelleiste die Fasern des Ring-

wulstes in äquatorialer Richtung auswachsen, während sie im übrigen eine meridionale Anordnung haben. Sie müssen sich also da, wo sie miteinander in Berührung geraten, gegenseitig aus der Richtung zu bringen suchen, dadurch kommt die oben beschriebene Abdrängung der Fasern von der Kapsel (Fig. 1) und die eigentümliche gewundene Verlaufsweise zu stande. Nimmt man an, dass die Ringwulstbildung früher erfolgt ist als die Entstehung der Kapselstarleiste, so muss die letztere bei ihrer Grössenzunahme ihrerseits eine weitere Verlagerung der Fasern des Ringwulstes herbeiführen.

In welchem Stadium der Linsenentwicklung sich die geschilderte Störung geltend gemacht hat, kann ziemlich genau angegeben werden: sicher erst nachdem die proximalen Zellen des Linsensäckchens zu Fasern ausgewachsen waren und nachdem sich der mesodermale Zapfen innerhalb des nicht geschlossenen Fötalspaltes gebildet hatte. Nach meinen frühern Untersuchungen kommt hierfür etwa der 14. bis 15. Tag in Betracht. Da das Kaninchen eine Tragzeit von ungefähr 34 Tagen hat, so würden wir es also mit einer Bildungsanomalie zu tun haben, deren Entstehung wahrscheinlich ungefähr 19 bis 20 Tage vor der Geburt begonnen hat. Wie dabei die Vorgänge im einzelnen waren, darüber kann man sich wohl kaum eine ganz bestimmte Ansicht bilden.

Ein teratologisches Novum scheint mir die Tatsache zu sein, dass bei der Kaninchenlinse ein deutlicher Ringwulst zur Beobachtung gekommen ist.

Ich verweise auf die Beschreibung und die Abbildungen und möchte hier nur folgendes hervorheben: Schon früher betonte ich bei der Besprechung der Ätiologie des Coloboma Bulbi, dass ein teilweises Offenbleiben des Fötalspaltes, bedingt durch Einlagerung mesodermaler Elemente, ein Zustand ist, der u. a. bei Vögeln und Reptilien normalerweise vorhanden ist. Nun haben wir bei zwei colobomatösen Augen auch an der Linse eine Formation gefunden, die sich normalerweise wieder gerade bei denselben Gruppen findet. Es scheint hier also ein weiteres Argument für die Auffassung gefunden zu sein, dass die Colobombildung mit atavistischen Vorgängen in Parallele gestellt werden könnte. Der Befund des Ringwulstes ist in dieser Hinsicht sogar von ganz besonderer Bedeutung, weil er nicht ontogenetisch, sondern nur phylogenetisch erklärt werden kann.

Rabl hat übrigens darauf hingewiesen, dass im allgemeinen ein

stark entwickelter Fächer- und ein grosser Ringwulst zusammen gefunden werden.

Die Präparate liefern auch einen Beitrag zur Kenntnis der Anatomie des Linsencoloboms. Wir haben in unserem Falle 1 eine Form von Colobombildung, wie sie meines Wissens noch nicht bekannt ist: nicht nur, dass die Kapselstarleiste eine Einkerbung der Linsensubstanz bedingt, sondern die letztere zeigt unten eine Anordnung ihrer Elemente der Art, dass man von einer wirklichen symmetrischen Zweiteilung der Linse sprechen kann. In letzter Instanz ist dieselbe bedingt durch die Störung im Schluss der Fötalspalte. Ferner zeigen die Fälle in sehr anschaulicher Weise, wie unsicher die anatomische Deutung klinischer Befunde sein kann. Denkt man sich nämlich die beiden mit dem Ringwulst behafteten Linsen klar, so würde man ophthalmoskopisch eine um den untern Linsenrand von vorn nach hinten verlaufende weissliche Leiste sehen, welche eine Einkerbung der klaren Linsensubstanz bewirkt, man hätte also das Bild eines Linsencoloboms vor sich und könnte geneigt sein, die weisse Leiste für anliegendes Mesodermgewebe zu halten. Tatsächlich entspricht sie aber in diesem Falle einer in sagittaler Richtung verlaufenden Kapselkatarakt, sie liegt also innerhalb des Kapselsackes und der Linsenrand ist in Wirklichkeit nicht eingekerbt.

Ein sehr ähnliches klinisches Bild würde die unter Nr. 3 beschriebene Linse gezeigt haben. Hier würde man wieder mit dem Spiegel unten eine Einkerbung, in welcher ophthalmoskopisch eine weissliche Leiste erscheint, gesehen haben. Diese entspricht aber in diesem Falle einem die Linse eindrückenden Mesodermzapfen, befindet sich also ausserhalb des Kapselsackes und es liegt eine Einkerbung des Linsenrandes vor.

Es ist bekannt, dass die Mehrzahl der ausgesprochen mikrophthalmischen Augen Katarakt zeigt und dass anderseits bei angeborener Katarakt ein geringer Grad von Mikrophthalmus keine Seltenheit ist. Bei der Operation solcher Augen findet man die Linsen öfters von wesentlich anderer Beschaffenheit, als man nach dem klinischen Bilde erwartet hätte; sie sind häufig ganz flach und auffallend klein. Es ist deshalb gewiss von Interesse, dass es hier möglich war, an sechs Kaninchenlinsen und zwei menschlichen aus mikrophthalmischen Augen die anatomischen Veränderungen zu untersuchen, wie sie bereits bei der Geburt vorhanden waren.

Namentlich die Befunde an den Kaninchenlinsen sind insofern von Wichtigkeit, als sie zeigen, in wie ausserordentlich kurzer

Zeit Katarakt sich entwickeln und die Verflüssigung des grössten Teiles der Linsen herbeiführen kann. Es kommt hierfür nämlich nur ein Zeitraum von ungefähr 14 Tagen in Betracht, wahrscheinlich noch weniger. Denn wir müssen erwägen, dass das Linsenbläschen sich erst ungefähr am zwölften Tage abschnürt und dass am 13. und oft auch am 14. seine Höhle noch nicht vollständig von den auswachsenden Linsenfasern gefüllt ist. Bis hierher wird von Kataraktbildung noch keine Rede sein können, da die Linse sonst wohl nicht die tatsächlich vorhandene Grösse erreichen könnte, sondern man muss annehmen, dass die Fasern sich wenigstens eine Zeitlang von der Epithelgrenze her gebildet haben, ehe die Kataraktbildung einsetzte. Ob dies nun sehr bald nach dem 14. Tage oder erst später geschehen ist, lässt sich an den hochgradig kataraktösen Linsen nicht sicher bestimmen. Denn es ist kein Zweifel, dass Zerfall an einer Stelle der Linse und normale Weiterentwicklung an andern gleichzeitig verlaufen. Wenn man also z. B., wie es tatsächlich der Fall ist, an gewissen Stellen Radiärlamellenstruktur findet, so kann daraus nicht etwa geschlossen werden, dass die Kataraktbildung erst später begonnen hat, als sich die Epithelzellen zu den meridionalen Reihen geordnet hatten. Ein solcher Schluss wäre natürlich nur dann statthaft, wenn man wüsste, dass von dem Augenblick an, wo die Kataraktbildung einsetzt, die weitere Entwicklung der Linse aufhören würde. Immerhin macht namentlich das Vorhandensein einer tiefen hintern Linsennaht es wahrscheinlich, dass die Katarakt der Hauptsache nach erst entstanden ist, nachdem die Linse in der Entwicklung recht weit vorgeschritten war.

Ich lege Wert darauf festzustellen, dass weder die Kataraktbildung noch die Entwicklungsanomalie des ganzen Auges ein „Stehenbleiben der Linse auf einem abnorm frühen Entwicklungsstadium“, wie es öfters in der Literatur angenommen worden ist, herbeigeführt hat. Ich würde eine solche Annahme überhaupt nur dann für zulässig halten, wenn die Linse für das gerade vorliegende Entwicklungsstadium des ganzen Auges zweifellos abnorm klein ist und bei Fehlen erheblicherer kataraktöser Veränderungen eine Struktur zeigt, wie sie eben einem frühern Stadium eigen ist. Denn sobald stärkerer kataraktöser Zerfall vorhanden ist, kann man natürlich nicht angeben, welche bereits gebildeten Teile wieder geschwunden sind und sich dadurch dem Nachweis entzogen haben.

Fragen wir, welche Ursachen in mikrophthalmischen Augen so überaus häufig zu Kataraktbildung führen, so sind wir nur auf Ver-

mutungen angewiesen. Man wird sich vorstellen dürfen, dass anormale Ernährungsverhältnisse der Linse anzuschuldigen sind, und wir können in dieser Hinsicht feststellen, dass die Linse in unsern Fällen zwischen Gewebsteile eingelagert ist, die normalerweise nicht vorhanden sein sollten. Die fötale Linsenkapsel als solche kommt dabei nicht in Betracht, da sie beim Kaninchen stets bis zur Geburt vorhanden ist, wohl aber das pathologische mesodermale Gewebe, in welches die Gefässe der Linsenkapsel in den colobomatös mikrophthalmischen Augen eingelagert sind. Dasselbe ist bisher von mir frühestens am 15. Tage des Fötallebens in deutlicher Ausbildung festgestellt worden, wir können also annehmen, dass sich frühestens um diese Zeit die Folgen abnormer Ernährungsbedingungen an der Linse geltend machen können, sie brauchen es aber natürlich nicht schon um diese Zeit zu tun, sondern können es eventuell erst später, wenn jenes Gewebe eine gewisse Stärke erlangt hat, und auch dann vielleicht nur unter gewissen Voraussetzungen; ich weise noch einmal auf den Einfluss des Ausbleibens der Glaskörperentwicklung hin; wo sie fehlt, fand ich Katarakt, wo sie vorhanden war, keine oder nur Spuren von Zerfall, die auch auf nicht völlig frische Beschaffenheit des Materials bezogen werden konnten. Selbstverständlich kann ich deshalb nicht behaupten, dass bei Colobom mit Mikrophthalmus die Linse regelmässig getrübt, bei Colobom ohne Mikrophthalmus klar sein muss, aber dass eine Beziehung in diesem Sinne besteht, lehren nicht nur anatomische Untersuchungen, sondern auch klinische Erfahrungen an colobomatösen Augen.

Wo der Beginn der Katarakt festzustellen war, fand er sich in der hintern Corticalis in der Gegend des hintern Poles, wo die Veränderungen aber schon weit vorgeschritten waren, hatte regelmässig die hintere Hälfte der Linse den hochgradigsten Zerfall aufzuweisen. Demnach muss vorwiegend von hinten her eine starke Flüssigkeitsaufnahme in den Kapselsack stattgefunden haben, die zur völligen Auflösung ganzer Teile der Linse führte. Die Flüssigkeit drängt noch normale Teile von der Kapsel ab, mit der sie, wie Fig. 3 zeigt, in Berührung gestanden haben. Das Volumen der ganzen Linse dürfte also im Falle 1 durch die Kataraktbildung etwas zugenommen haben, anderseits ist es mir aus eigenen und fremden Untersuchungen (z. B. Hess, Bach) bekannt, dass in diesen Augen ganz abnorm grosse Linsen auch ohne erheblichen Zerfall vorkommen können. Die Verflüssigung führt zur Erweiterung der Linsennähte, aus denen breite Spalten werden, und er-

greift schliesslich den grössten Teil der Linse. Bei den Kaninchenlinsen, die erst beginnende Katarakt haben, und bei den menschlichen, wo der Zerfall bereits weit vorgeschritten ist, kann man erkennen, dass die zentralen Teile der Linse durchaus normal sind, dass die Erkrankung hier also bestimmt nicht im Linsenkern eingesetzt hat. Ebensowenig ist davon die Rede, dass etwa die zu einer bestimmten Zeit vorhanden gewesene ganze Linse gleichmässig erkrankt ist. Es liegt hier also eine ganz andere Art der Starbildung vor, wie beim Schicht- und Zentralstar, und deshalb ist auf unsere Fälle weder die Schirmersche noch auch die Peterssche Theorie anwendbar. Die Befunde sind also auch ganz andere als in den sechs Linsen junger Kaninchen, die ich in einer frühern Arbeit¹⁾ beschrieben habe, wo ich glaubte die Kataraktbildung auf intrauterine Entzündungsprozesse zurückführen zu können.

Bei den Kaninchenlinsen führt der Zerfallsprozess dahin, dass schliesslich in einem der Hauptsache nach mit Flüssigkeit gefüllten Kapselsack nur eine Kapselkatarakt und eventuell einige Reste der vordern Corticalis übrig bleiben. In dieser Hinsicht besteht also Ähnlichkeit mit frühern Befunden. Ob der Inhalt des Kapselsackes unter Zusammenfallen des letztern schliesslich resorbiert wird, kann aus den Präparaten nicht erschlossen werden, die Möglichkeit liegt aber auf der Hand.

Kürzlich wurde in unserer Klinik ein Kind mit Mikrophthalmus und Katarakt operiert, dessen Linsen vermutlich analoge Verhältnisse aufwiesen:

A. H., 7 Monate alt., Beiderseits Mikrophthalmus, Nystagmus, Strabismus convergens. Pupille ganz eng, durch Atropin nicht zu erweitern, von einer weissglänzenden Katarakt verschlossen. Beiderseits Iridektomie, dabei tritt sofort ein stecknadelkopfgrosses weisses Kügelchen aus, das leider nicht aufgehoben wurde. Pupille danach schwarz. Die Iris war jedenfalls mit der Linsenkapsel verwachsen, so dass letztere bei der Iridektomie eingerissen wurde und das ausgetretene Kügelchen entsprach vermutlich einer Kapselkatarakt, der die Reste der Linse anhängen.

Was die Literatur angeht, so ist meines Wissens ein Ringwulst bisher beim Kaninchen nicht beschrieben. Ich glaubte auch, dass der abnorme Faserverlauf in der untern Hälfte der Linse, wie ich

¹⁾ E. v. Hippel, Über verschiedene Formen von angeborener Katarakt und ihre Beziehungen zueinander. v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. Bd. LIV. S. 48.

ihn ausführlich geschildert habe, etwas ganz neues sei, überzeugte mich dann aber, dass etwas analoges bereits von de Vries¹⁾ in einem menschlichen Auge von normaler Grösse beschrieben wurde, welches angeborenes Iriscolobom, Katarakt, Stränge und Gefässe im Glaskörper aufwies. In Meridionalschnitten durch die Mitte der Linse fand er oben normale Verhältnisse, unten aber die teils normalen, teils abnorm grossen Fasern im Querschnitt. Hierin besteht also eine Übereinstimmung mit meinen Fällen, ebenso darin, dass dem untern Teil der Linse abnorme, aus der Fötalzeit stammende Stränge anlagen, abweichend ist dagegen, dass das Auge normale Grösse hatte und einen gut ausgebildeten Glaskörper besass. Man sieht also schon aus dieser einen Beobachtung, dass hochgradige Mikrophthalmie, wie sie in meinen Fällen regelmässig vorlag, keine absolute Vorbedingung für das Zustandekommen jener Linsenanomalie ist.

Ich habe dann die anatomisch untersuchten Fälle von Mikrophthalmus mit und ohne Colobom durchgesehen und mich überzeugt, dass in der überwiegenden Mehrzahl Katarakt vorhanden war: meist sehr hochgradiger Zerfall des grössten Teiles der Linse oder gänzliche Resorption des Kapselinhaltes, in andern Fällen weniger ausgedehnte Zerfallserscheinungen. Ein Beginn am hintern Pol ist mehrmals notiert, doch liess sich nicht nachweisen, dass dies in den Katarakten bei Mikrophthalmus ein wirklich regelmässiges Vorkommnis ist²⁾. Es wird sich empfehlen, diesem Punkt gegebenen Falls die Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Zum Schlusse möchte ich noch in Kürze auf eine Kontroverse mit Peters eingehen, die zwar mit meinem Thema nur in loserem Zusammenhang steht, aber bei dieser Gelegenheit erörtert werden mag.

Peters³⁾ hatte zur Stütze seiner Ansicht, dass auch angeborener Schichtstar auf Tetanie beruhen könne, die Befunde Schöns herangezogen, der bei „Krampfkindern“ anatomisch „Schichtstar“ gefunden und abgebildet hatte. Ich⁴⁾ focht die Beweiskraft dieser Befunde an, weil ich auf Grund eigenen Materials zu der Überzeugung gekommen war, dass bei Formelhärtung an den Linsen Neugeborener

¹⁾ de Vries, Über eine Missbildung des menschlichen Auges. v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. Bd. LVII. 3.

²⁾ Die Fälle aus der Literatur hier einzeln anzuführen, liegt keine Veranlassung vor.

³⁾ Peters, Weitere Beiträge zur Pathologie der Linse. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1901.

⁴⁾ Loc. cit. S. 64.

eine dem Schichtstar gleichende Tröpfchenzone als Kunstprodukt entstehen kann. Peters¹⁾ bemerkt hierzu: „Wenn v. Hippel ohne weiteres annimmt, dass in sämtlichen Fällen von Schön Formol angewandt sei, so trifft dies nach brieflicher Mitteilung von Schön nicht zu. Damit fallen auch die Einwendungen fort, die v. Hippel gegen die Verwertung des Schönschen Materials erhebt.“ Ich kann dies nicht zugeben. Denn erstens habe ich nirgends behauptet oder angenommen, dass Schön ausschliesslich Formol angewandt hat, und zweitens berührt diese Frage gar nicht den Kernpunkt der Sache. Wenn Peters, wie er angibt, seit Jahren wusste, dass das anatomische Bild des Schichtstars als Kunstprodukt entstehen kann und er trotzdem die Schönschen Befunde für seine Beweisführung verwerten wollte, so hätte er die erstere Tatsache anführen und zweitens den Beweis erbringen müssen, dass bei den Schönschen Fällen kein Kunstprodukt vorliegen kann. In seiner ersten Arbeit ist er aber auf diese Frage überhaupt nicht eingegangen, und wenn er jetzt zur Entkräftung meiner Einwände bloss die briefliche Mitteilung Schöns heranzieht, dass dieser nicht in sämtlichen Fällen Formol angewandt hat, so erfahren wir erstens nicht, wie oft, in welchen Fällen, ob in den abgebildeten dies doch geschehen ist, und zweitens ist bisher nirgends festgestellt, ob nicht auch ein anderes Fixierungsmittel den gleichen Effekt wie Formol haben kann. Ich habe diese Möglichkeit nirgends bestritten und nur selber an meinem kleinen Material, das in Müller gehärtet war, die Erscheinung nicht gesehen.

Ich vermisste also bisher vollkommen den Beweis, dass in Schöns Fällen Kunstprodukte auszuschliessen sind, und muss deshalb bis zur Erbringung desselben an meinen Einwänden festhalten.

Heidelberg, 16. Februar 1905.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XIV u. XV, Fig. 1—7.

Fig. 1. Kaninchen 1. Frontalschnitt aus dem distalen Teil der Serie. Colobom der Augenblase, an den Rändern des Mesodermzapfens Duplikatur der Retina. Dem Mesodermzapfen entsprechend Kapselkatarakt (a); in den Randteilen derselben längliche Epithelzellen zwischen Kapsel und Kapselkatarakt (b), in der Mitte allmählicher Übergang der Epithelzellen in den Kapselstar (c).

Zu den Seiten des Kapselstars Ringwulst (d), der rechts unter doppelter Krümmung in die Linsensubstanz übergeht. Links wegen der nicht ganz

¹⁾ Peters, Weitere Beiträge zur Pathologie der Linse. 7. Mitteil. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1904. Bd. II.

exakten Schnitttrichtung etwas anderes Verhalten. Linse in den mittlern Teilen kataraktös.

Fig. 2. Schnitt aus derselben Serie erheblich proximaler. Colobom und Kapselkatarakt wie bei 1. Ringwulst in Gestalt zweier Flügel. Linse fast vollständig verflüssigt.

Fig. 3. Kaninchen 1. Sagittalserie. Ringwulst in der obern Linsenhälfte zum Teil durch verflüssigte Linsensubstanz von der Kapsel abgedrängt. Kataraktöser Zerfall in der vordern Corticalis. Der Pfeil gibt die Lage des Linsenäquators an.

Fig. 4. Ringwulst bei starker Vergrößerung.

Fig. 5. Ringwulst aus der obern Linsenhälfte im Frontalschnitt. Zwei Kernreihen hintereinander.

Fig. 6. Beginnende Katarakt. Frontalschnitt. Obere Hälfte der Linse, wo die Fasern im Querschnitt getroffen sind. Man sieht neben normalen Faserquerschnitten in grosser Zahl ums vielfache vergrösserte, gequollene.

Fig. 7. Kaninchen 2. Frontalschnitt, der die abnorme Verlaufsweise der Fasern in der untern Linsenhälfte zeigt. Kapselepithel nur unten, Übergang der Zellen des Epithels in Linsenfasern, wie er unter normalen Verhältnissen sich bei sagittaler Schnittführung zeigt.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.