

Ueber das Centrum der Froschlinse.

Von

Dr. C. Ritter in Oberndorf.

Die geringe Beachtung, welche die Linse von Seiten der Histologen gefunden hat, könnte den Anschein erregen, als ob der Bau derselben sehr einfach und so leicht verständlich wäre, dass selbst der Histologen streitsüchtige Schaar die Möglichkeit eines Zweifels in ihm nicht haben finden können. Die einzige Arbeit über die Linse hat in den letzten Jahren von Becker*) geliefert. Becker glaubt die früheren Angaben über den Bau der Linse durch seine Bildungszellen (Protoplasmen Schultzes) und durch eine neu gefundene Sternsubstanz ergänzen und den neueren histologischen Anschauungen mundgerecht machen zu müssen. Seine Arbeit scheint nicht viel Glück gemacht zu haben und es musste von vornherein die neue Sternsubstanz ernste Bedenken erwecken.

Durch eine Arbeit für die *études ophthalmologiques* von L. Wecker wurde ich zur genauen Untersuchung der Linse aufgefordert. Da die mir gesetzte Zeit zur

*) Untersuchungen über den Bau der Linse. *Archiv für Ophthalmologie* IX 2.

Erledigung aller sich aufdrängenden Fragen zu kurz war, so habe ich meine Aufmerksamkeit hauptsächlich auf zwei der wichtigsten gerichtet, auf den Zusammenhang des Capslepitheles mit den Linsenfasern und auf die Ausfüllung des innersten Linsencentrums. Eine genügende Erledigung beider Fragen konnte ich auch für jene Arbeit nicht gewinnen und ich habe daher nachher meine Untersuchungen zu ergänzen gesucht. Bis jetzt ist mir nur die Entzifferung des Centrums der Froschlinse gelungen, wie mir überhaupt die Linse des Frosches unter allen Versuchsthieren die schönsten Resultate in der Untersuchung über die Linse und ihre Entwicklung geliefert hat.

In der Arbeit für die études war ich von dem Gesichtspunkte ausgegangen, dass zur Frage über die Zusammensetzung des Linsencentrums wenigstens im Beginn der Untersuchung nur Linsen mit punktförmigen oder eigentlich einaxigen Sternen benutzt werden dürften und hatte deshalb die Linsen der Fische hauptsächlich berücksichtigt. Für die Untersuchung des Linsenkerns sind natürlich kleine Linsen vorzuziehen, da die Erhaltungsmittel nicht in den Kern grösserer Linsen eindringen und es bei diesen daher einer vorherigen Zerstücklung bedarf, durch welche aber meist auch das Centrum verletzt wird. Für die äusseren Linsenschichten sind die Angaben von Becker's über die Erhärtungsmittel sehr gut. Ich habe zur Erhärtung sehr verdünnte Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure (etwa 10 Tropfen auf die Unze), ferner verdünnten Kreosot oder eine schwache Lösung von chromsauren Kali benutzt. Die verdünnten Säuren, besonders die Salz- und die Salpetersäure oder beide gemischt, scheinen am besten zur Isolation der Linsenfasern zu dienen, ohne Trübungen

*) l. c.

der Fasern zu verursachen. Ich habe daher die Säuren am häufigsten benutzt; doch wäre es fehlerhaft, bestimmte Vorschriften für die Methode der Linsenuntersuchung zu suchen. Es bestehen nämlich in der chemischen Zusammensetzung der durchsichtigen Linsentheile sowohl zwischen den verschiedenen Thierklassen, als auch zwischen alten und jungen Thieren derselben Klasse sehr grosse Unterschiede; diese erheischen natürlich stets verschiedene chemische Methoden und der Untersucher muss sie in dem jedesmaligen Falle experimentell suchen.

Die bisherigen Angaben über den Bau der Linse haben die Frage über die Zusammensetzung des innersten Kernes völlig übergangen, nur von Becker hat einen Versuch zur Lösung derselben gemacht. Die in einander geschachtelten Lamellen der Autoren können niemals den innersten Punkt ausfüllen. Dieser Gedanke liegt theoretisch so völlig klar auf der Hand, dass ich mich nur wundern kann, denselben in jedem Handbuche der Gewebelehre zu vermissen. Die Untersuchung des innersten Kernes ist schwierig, weil man seiner mit Sicherheit nur selten habhaft wird. Am leichtesten habe ich ihn in der Froschlinse gefunden, und zufällig tritt bei diesen Thieren die Bildung desselben so schlagend hervor, dass es eigentlich nur einer einmaligen Untersuchung bedarf, um dieselbe zu erkennen. Im voraus möchte ich aber den generellen Schluss abwehren, dass mit Nothwendigkeit das Centrum der Linse bei jedem Thiere denselben Bau habe, wenn gleich meine bisherigen, freilich nicht abschliessenden Untersuchungen mich zwingen, eine analoge Bildung anzunehmen.

Bekanntlich bildet jede Linsenfaser des Frosches genau einen Halbkreis, welcher der Form der Linse entspricht. Jede Faser läuft von der vorderen Endigung des Axenstrahles zur hinteren. Die Fasern sind in den äusseren Schichten breit, laufen nach beiden Enden all-

mäßig spitzer zu und endigen am Strahle punktförmig. In den inneren Schichten werden die Fasern platter, bald bandartig, und kürzer. Zuletzt erreichen sie in den innersten Schichten eine Länge oder vielmehr Kürze von 0,003 Mm. Im Ganzen bleiben die Lamellen wohl concentrisch, allein durch allmäligen Uebergang nehmen die inneren Lamellen eine elliptische Form an, deren lange Axe der Axe der Linse parallel läuft. Haben die Fasern eine Länge von 0,003 Mm. erreicht, so hört eine weitere Verkleinerung in dieser Weise auf. Die keimlosen Fasern mit zugespitzten Enden verschwinden und an ihre Stelle treten kernhaltige Fasern mit breit abgerundeten Enden von einer ziemlich gleichmässigen Länge von 0,0015—0,0025 Mm.; ihre Breite bleibt der grössten Breite der innersten Linsenfasern gleich. Fig. 2. Diese Fasern scheinen eine stärkere Membran zu haben, da dieselbe stets eine leichte Andeutung einer zweiten Contour darbietet. Die äussere Form der Fasern ist sehr verschieden; ich habe eine Reihe derselben gezeichnet (Fig. 2.) Alle Fasern dieser Art enthalten einen Kern. Der Kern ist meist leicht punktirt, oft auch dunkel granulirt, selten klar. Seine Contour ist scharf. Nur einmal habe ich in einer Faser einen sehr grossen länglichen Kern gesehen, welcher in Theilung begriffen schien: diese Faser bot durch ihre Grösse und Form solche Verschiedenheiten dar, dass ich ihre Stellung zu den übrigen nicht bestimmen kann (Fig. 5a.) Die Kerne der Fasern enthalten niemals ein Kernkörperchen und es wird die Stellung der eben erwähnten Faser dadurch noch unbestimmter, dass der Kern derselben zwei scharf bestimmte Kernkörperchen enthielt. Im Verhältniss zur Faser liegt der Kern nicht immer in ihrer Mitte, sondern öfters auch an den äusseren Enden.

Die Längensaxe der Fasern läuft im Ganzen der Linsenaxe nahezu parallel oder weicht nur wenig von

derselben ab. Durch ihre Aneinanderlagerung erfüllen die Fasern den innersten Kern. Die genaue Anordnung der eigentlichen Linsenfasern, durch welche es möglich wird, dass die Kernzone eine ziemlich scharfe geometrische Figur bildet, ist in dem innersten Kern nicht zu finden. Die Mitte der einen Zelle wird oft von beiden Seiten durch die Enden der anliegenden Fasern begrenzt. In Fig. 4a und b habe ich den innersten Kern einer Linse gezeichnet, die Fasern erfüllen durch diese Art der Lagerung das Centrum der Linse, indem von allen Seiten sich in der Mitte der Linsenaxe parallele Fasern begegnen.

Neben den kernhaltigen Fasern finden sich in den meisten Präparaten aus dem innersten Kern vereinzelt kernlose Fasern, welche sonst mit jenen völlig übereinstimmen und sich nur durch das Fehlen des Kernes vor ihnen auszeichnen. (Fig. 3.) Diese kernlosen Fasern mit abgerundeten Spitzen sind an Länge den kürzeren kernhaltigen Fasern gleich. Ob die kernlosen Fasern einen bestimmten Abschnitt des Linsencentrums einnehmen, vermag ich nicht zu sagen; ebenso wenig in welchem Verhältniss sie zu den kernhaltigen Fasern stehen. Der Uebergang des so zusammengesetzten Kernes in die gewöhnlichen Linsenlamellen geschieht durch kernlose Fasern mit lang auslaufenden, spitzen Enden, deren Länge die längsten kernhaltigen Fasern übertrifft. (Fig. 5b.) Der Grösse nach muss in die den innersten Kern umgebenden Lamellen auch jene schon beschriebene Faser gerechnet werden, welche in einem grossen, lang gestreckten Kern zwei glänzende Kernkörperchen enthielt. (Fig. 5a.) Ihre Stellung ist mir zweifelhaft geblieben.

Ogleich ich die Verhältnisse dieser kernhaltigen Linsenfasern durchaus nicht in aller Weise bestimmen kann, so sind sie doch eine sehr merkwürdige Erscheinung, welche in mancher Beziehung ein anderes Licht über den

Bau der Linse, ihre Entwicklung etc. verbreiten wird. Zunächst leuchtet es aus meiner Beschreibung ein, dass ich jene Sternsubstanz von v. Becker nicht im Centrum des einaxigen Sternes gefunden habe; man bedarf ihrer auch nicht zur Raumerfüllung, da die kernhaltigen Zellen dazu genügen. Die Sternsubstanz v. Becker's habe ich übrigens trotz nachhaltigen Bemühens auch in den Linsen vom Menschen, Kalbe, Lamme, Hasen und allen mir zugänglichen Fischen nicht gefunden und ich habe gar keinen Anhaltspunkt, um diese Ideen von v. Becker zu erklären. Die senilen Veränderungen der Linse geben wohl schwerlich zur Annahme derselben Berechtigung, v. Becker hat aber nur Linsen von jungen Thieren benutzt. Die Belobung von v. Becker's Entdeckungen, welche ich in einigen Recensionen und auch in den Wiener Jahrbüchern II. 2. pag. 137 durch Otto Becker finde, beruht nicht auf eigener Nachuntersuchung und es wäre zu wünschen, dass derartige Recensionen nur von Gelehrten gemacht würden, welche denselben Gegenstand genau betrachtet haben.

Zur weiteren Würdigung der kernhaltigen Linsenfasern und der beim Frosche beobachteten Centrumbildung bedarf es natürlich einer eingehenden vergleichend-anatomischen Untersuchung, welche ich leider durch meine sonstigen Beschäftigungen verhindert bin anzustellen. Meine bisherigen Bemühungen, diese Fasern in der Linse des Menschen, des Kalbes und mehrerer Fische aufzufinden, sind mir missglückt; vielleicht durch die Art der Präparation; nur in der Kalbslinse habe ich im Centrum wiederholt kernlose Fasern bemerkt, welche den kernlosen Fasern beim Frosche gleichen, allein ihre genaueren Verhältnisse konnte ich nicht bestimmen. Zum Theil hat dies Misslingen entschieden seinen Grund in den benutzten Erhärtungsmitteln, da bei Säugethierlinsen die Säuren wohl die äusseren Fasern isoliren, den Kern

aber sehr cohärent lassen; dagegen machen sie den Kern der Fischlinsen zu spröde und seine Präparation unmöglich. Ueber das Centrum der Fischlinsen kann ich dem nichts neues hinzufügen, was ich in der *études ophthalmologiques* bereits dargestellt habe. Jedenfalls ist bei ihnen der Typus des Centrums derselbe, wie beim Frosch, allein ich habe im Innersten keine kernhaltigen Fasern, sondern nur zackige kernlose gefunden, deren geringste Länge 0,009 Mm. war. Auch bei den Fischen begegnet man keiner Spur jener Sternsubstanz, dagegen nimmt die Biegung der Fasern gegen das Centrum der Linse mehr ab, so dass die inneren Fasern Bogen eines größeren Kreises bilden und die innersten Fasern scheinen der Axe der Linse parallel zu laufen. Die beschriebene Bildung des Linsenkernes trägt allerdings zur Symmetrie der Linse nicht bei, im Gegentheil wird sie auf Kosten der Durchsichtigkeit vor sich gehen. Falls sich daher beim Menschen, wie ich nicht zweifle, eine ähnliche Bildung fände, so wäre der histologische Grund gegeben, wesshalb die Sehaxe nach innen von der Linsenaxe liegt. —

Da ich leider weitere Details des Gegenstandes zu verfolgen für jetzt nicht im Stande bin, so erlaube ich mir hier hinzuzufügen, dass der zweite Punkt, welchen v. Becker in seinen Studien hervorhebt, ebenfalls nicht dem Sachverhalt entspricht. Das Verhältniss des Capseleithels zu den Linsenfasern stellt er so dar, als wenn die Zellen des Epithels durch Vermittlung von freien, von Protoplasma umgebenen Kernen, welche im Aequator liegen, in die Linsenfasern übergängen. Nackter noch stellt der Wiener Recensent den Uebergang der Epithelien in Linsenfasern dar. — Diese Frage kann nur an der Hand der Entwicklungsgeschichte gelöst werden. Bei Fröschen von 9 Mm. Länge sieht man das Centrum der

Linse fertig gebildet, es wird rings umgeben von glashellen Kugeln von Fasermaterial. Zwischen Epithel und der fertigen Linsenmasse besteht gar kein örtlicher Zusammenhang; freie Kerne finden sich nur in der äussersten Schicht des fertigen Linsencentrum, sie sind etwa doppelt so gross, wie die Kerne der Epithel gelten. — Dass übrigens auch bei den Säugethieren kein Entwicklungsverhältniss zwischen Epithel und Linsenfasern besteht; dafür spricht die eigenthümliche Befestigung der äussersten Linsenfasern an der hinteren Capsel, welche sich beim Lamme findet und von mir in den *études ophthalmologiques* beschrieben und gezeichnet ist. *)

Erklärung der Figuren.

Vergrösserung 480.

Fig. 2. kernhaltige Linsenfasern vom Frosche.

Fig. 3. kernlose Fasern aus dem Linsencentrum.

Fig. 4. Bildung des Centrum der Froschlinse.

Fig. 5a. eine Linsenfaser vom Frosche mit länglichem, vielleicht in Theilung begriffenen Kern und zwei Kernkörperchen.

b. Linsenfaser in der Nähe des Centrum.

*) *Études ophthalmologiques* planch I Fig. 6.