

## XV.

# Ueber das Wesen der von Dr. C. Thomas auf Linsenschliffen entdeckten Curvensysteme.

[*Zeitschr. f. wissensch. Zoologie etc. 1855. Bd. VII. S. 185.*]

(Hierzu Tafel 10).

---

In den vorliegenden Zeilen beabsichtige ich den Beweis zu liefern, dass die überaus zierlichen concentrischen Zeichnungen auf Schliffen von getrockneten Krystalllinsen, welche Dr. THOMAS<sup>1)</sup> in Königsberg in Pr. zuerst beobachtet, beschrieben und abgebildet hat, ein prägnanter Ausdruck der Linsenfaserung sind, und somit aus der bis jetzt bekannten Structur der Linse entweder zu erklären sein werden oder aber zu einer andern, bessern Einsicht in die Anordnung der Linsenfasern führen müssen.

Indem ich auf diese Weise die wissenschaftliche Bedeutung der mühsamen und fleissigen Untersuchungen des Dr. THOMAS überhaupt und seiner neuen Präparationsmethode insbesondere in das rechte Licht zu stellen mich bemühen werde, hoffe ich einerseits dem Verdienste des Dr. THOMAS die demselben gebührende Anerkennung, andererseits aber der Wissenschaft eine Errungenschaft, welche in Folge der oberflächlichen Würdigung von Seite der Zeitgenossen leicht wieder verloren gehen und vergessen werden könnte, zu sichern.

Die eben ausgesprochene Befürchtung ist wegen der noch immer nicht feststehenden Ansicht über das Wesen der THOMAS'schen Curvensysteme nicht ganz unbegründet, denn sollte die Ansicht, dass diese zierlichen Zeichnungen nur ein zufälliges optisches Phänomen sind und in keiner directen Beziehung zur Faserung der Linse stehen, eine

---

<sup>1)</sup> Prager Vierteljahrschr. 1854. Bd. XLI. Ausserordentliche Beilage S. 1.

allgemeinere Aufnahme finden, so dürften sich die Histologen wohl kaum veranlasst fühlen, der THOMAS'schen Entdeckung ihre Aufmerksamkeit ernstlich zuzuwenden und auf dem durch dieselbe eröffneten Wege fortzuschreiten, und es würde die ganze Sache unfehlbar der Vergessenheit anheimfallen. Zwar hat schon BRÜCKE<sup>1)</sup> die Behauptung aufgestellt, dass die THOMAS'schen Curvensysteme mit dem Bau der Linse in directem Zusammenhange stehen, und erklärt, »dass sie uns einen Blick in die mathematischen Eigenschaften der Curven doppelter Krümmung thun lassen, welche die Fasern, aus denen die einzelnen Schichten der Linse zusammengesetzt sind, beschreiben, und dass sie es uns möglich machen, den faserigen Bau der Linse bis in tiefere Schichten, in denen keine andere Präparation mehr zu exacten Resultaten führt, ja selbst bis nahezu zum Mittelpunkte zu verfolgen«, — allein THOMAS selbst (a. a. O. S. 22) vermuthet, dass man »zur Erklärung des vorliegenden Phänomens noch über die Faser hinaus zu feineren Formelementen der Linse seine Zuflucht werde nehmen müssen«, während KÖLLIKER<sup>2)</sup> es gar für wahrscheinlicher hält, »dass das ganze Phänomen vom anatomischen Standpunkte aus nicht zu deuten sei«.

Bei dieser Meinungsverschiedenheit wird der von mir beabsichtigte Beweis für den directen Zusammenhang der THOMAS'schen Zeichnungen mit der Faserung der Linse wohl nicht unwillkommen sein!

Ich liefere denselben durch eine von Keinem der genannten Autoren hervorgehobene oder gemachte einfache Beobachtung, welche ich an allen den schönen Linsenschliffen, die mir Dr. THOMAS vor etwa drei Jahren, bei seinem Aufenthalte in Prag, in grosser Menge zu verehren die Freundlichkeit hatte, bestätigt gefunden habe. Diese Beobachtung besteht nun darin, dass als die eigentliche und einzige Ursache der THOMAS'schen Curven, die durch die Schliffebene in verschiedener Richtung und Ausdehnung theils durchschnittenen, theils blossgelegten Linsenfäsern deutlich zu erkennen sind. Ein Blick auf Fig. 1 (Taf. 10), welche die THOMAS'schen Curvensysteme, wie sie sich unter einer etwa 350maligen Vergrösserung, auf jedem halbwegs genau senkrecht auf die Aequatorebene einer Dorschlinse (parallel zur Sehaxe) geführten Schliffe darstellen, möglichst naturgetreu wiedergiebt, wird wohl Jeden von der Richtigkeit meiner Beobachtung überzeugen, da die einzelnen Linsenfäsern mit ihren gezackten Rändern ebenso

<sup>1)</sup> Sitzungsber. der Wiener Akad. Bd. VI. S. 286.

<sup>2)</sup> Mikroskop. Anatomie. Bd. II, 2. Abtheil., S. 713.

wenig zu verkennen sind, als ihr Antheil an der Erzeugung der THOMAS'schen Curvensysteme. THOMAS hat seine Abbildungen bei viel zu geringen oder unklaren Vergrößerungen aufgenommen, so dass sie nicht mehr als zarte concentrische Linien, welche eben nur der Totaleindruck des von mir gezeichneten Details sind, wiedergeben konnten und aus diesem Grunde zweifelhaft lassen mussten, welchen Verhältnissen jene Linien ihren Ursprung verdanken mögen. Nachdem ich hiermit das Verhalten der bekannten elementaren Formbestandtheile der Linse auf den Schnittebenen als die alleinige und eigentliche Veranlassung zur Entstehung der THOMAS'schen Curvensysteme erkannt und nachgewiesen habe, so steht es auch ein für allemal fest, dass diese letzteren der prägnante Ausdruck der Linsenfaserung sein und als das exacteste (in Bezug auf den Linsenkern, einzige) Mittel zur Erforschung derselben angesehen werden müssen.

Ich kann diese Mittheilung, deren eigentlicher Zweck im Grunde schon erreicht ist, unmöglich schliessen, ohne dieselbe noch durch die Aufklärung eines Verhältnisses gewissermaassen zu vervollständigen, welches auf den ersten Blick in der That so paradox erscheint, dass es begreiflich wird, wie dasselbe sowohl von THOMAS als von KÖLLIKER für absolut unvereinbar mit der bisherigen Ansicht über die Structur der Linse erklärt werden konnte, indem es bekanntlich dem Erstern die Vermuthung aufdrängte, dass es nöthig sein werde, »über die Faser hinaus zu feineren Formelementen der Linse seine Zuflucht« zu nehmen, dem Letzteren aber die Deutung des ganzen Phänomens »vom anatomischen Standpunkt aus« überhaupt unmöglich erscheinen liess. Ich meine das von THOMAS entdeckte Vorhandensein mehr als Eines, nämlich zweier, dreier, ja selbst noch mehrerer sich interferirender, concentrischer Curvensysteme, auf einem ebenen Linsenschliffe.

THOMAS hebt das Paradoxe dieses Verhältnisses richtig und scharf hervor, wenn er hierüber sagt (a. a. O. S. 21—22): »es schein wenigstens einigermaassen bedenklich zu sein, nach einer leichten Anknüpfungsweise des vorliegenden Phänomens an die schon lange bekannte Zusammensetzung der Linse aus genau concentrischen und für die Fischlinse auch hinreichend genau sphärischen Lamellen zu suchen. Es müsste denn sein, dass man es für erlaubt erachtete, der Natur die Lösung einer Frage aufzubürden, deren Aufstellung wenigstens die elementare Mathematik verbietet; die Frage nämlich, wie ein System genau sphärischer und concentrischer Lamellen beschaffen gedacht werden müsse, um von einem und demselben ebenen Schnitte doch an mehr als einer Stelle tangirt werden zu können. Ebenso unzulässig

erscheint es«, fährt THOMAS fort, »in der Wirbelung der Linsenfasern und der damit verbundenen, doppelten Krümmung derselben auf den concentrischen Lamellen einen allgemeinen Erklärungsgrund dieser Erscheinung zu suchen, denn bei der Linse des Dorschies ist weder von einer Wirbelung, noch von einem Verlauf der Fasern in doppelter Krümmung die Rede«.

Da BRÜCKE, welcher, der Einzige, das Wesen und die Bedeutung der THOMAS'schen Untersuchungen richtig erkannt und gewürdigt hat — ohne freilich seine einfach hingestellte Ansicht irgendwie zu begründen, auch über dieses in mehrfacher Hinsicht interessante Problem nicht näher sich ausspricht, so glaube ich nichts Ueberflüssiges zu thun, wenn ich, wie gesagt, gewissermaassen als Ergänzung meiner obigen Mittheilung, die Lösung desselben hier anschliesse.

Zuvor bemerke ich nur noch, dass ich der folgenden Betrachtung die Dorschlinse zu Grunde lege, indem für dieselbe, wie THOMAS richtig hervorhebt, wegen ihres einfachen Baues — (die Fasern verlaufen in den concentrischen und sphärischen Lamellen bekanntlich von Pol zu Pol, wie die Meridiane am Globus) — das scheinbar Paradoxe im Verhalten der concentrischen Curvensysteme am meisten imponirt und für complicirter gefaserte Linsen von selbst hinwegfällt, wenn es für die Dorschlinse gehoben ist.

Denken wir uns für einen Augenblick, dass die concentrischen und sphärischen Lamellen der Dorschlinse nicht aus sehr regelmässig angeordneten Fasern zusammengesetzt wären, sondern aus einer völlig structurlosen Substanz beständen, so erkennen wir sofort, dass auf einer ebenen Schnittfläche der Dorschlinse nur ein einziges System von continuirlichen concentrischen Kreislinien, als Ausdruck des lamellenösen Baues erscheinen könnte und müsste. Kommen daher auf den Schliffen wirklicher Dorschlinsen mehrere concentrische Curvensysteme zum Vorschein, so können dieselben offenbar nur dem Umstande ihren Ursprung verdanken, dass die Lamellen der Linse eben nicht aus einer structurlosen Substanz bestehen, sondern dass sie aus regelmässig an einander gereihten Fasern zusammengesetzt sind. Es folgt hieraus mit Nothwendigkeit, dass jene überzähligen paradoxen Curvensysteme als der Ausdruck der Anordnung und des Verlaufes der Linsenfasern anzusehen sind, nicht aber als einfache Folge der concentrischen Schichtung und der lamellenösen Structur der Linse, welcher in der That nur Eines dieser Systeme direct entsprechen kann.

Hiermit ist nun schon der scheinbare Widerspruch, das eigentlich Paradoxe des ganzen Problems, an welchem THOMAS gescheitert ist,

glücklich beseitigt, denn wenn wir auch in Folge der eben angestellten Ueberlegung, noch nicht die Möglichkeit der Entstehung der mehrfachen Curvensysteme aus der bekannten Faserung der Dorschlinse begreifen — das Problem demnach noch nicht als gelöst betrachten können; so ist doch wenigstens so viel gewonnen, dass wir bei einem Erklärungsversuche nicht mehr gleich von vorn herein auf eine Absurdität stossen, welche jede Hoffnung auf das Gelingen desselben geradezu unsinnig erscheinen lässt.

Die Frage, welche wir jetzt uns stellen werden, ist nämlich nicht die: wie ein System von genau sphärischen und concentrischen Lamellen beschaffen gedacht werden müsse, um von einem und demselben ebenen Schnitte an mehr als einer Stelle tangirt werden zu können? — sondern die: ob concentrisch in der Richtung der Meridiane verlaufende, und in Folge dieser Anordnung eine Kugel zusammensetzende Fasern gegen eine senkrecht auf die Aequatorebene, parallel zur Axe dieser Kugel geführte plane Schnittfläche so gestellt sind, dass ihre auf dieser Fläche zum Vorschein kommenden Durchschnitte und Entblössungen in mehrfachen, sich interferirenden, concentrischen Curvensystemen angeordnet erscheinen müssen?

Zur Beantwortung dieser Frage reicht das gewöhnliche Maass von Imagination nicht aus und lässt sich dieselbe verständlich und exact zugleich, nur mit Hülfe geometrischer Constructionen geben; — ob- schon wir, nach meiner oben mitgetheilten Beobachtung über die nächste Ursache der Entstehung der THOMAS'schen Curven, a priori sicher sein können, in welchem Sinne die Beantwortung ausfallen werde.

Ehe ich zur constructiven Beantwortung der Frage übergehe, halte ich es für gut, die Bemerkung einzuschalten, dass man der Dorschlinse wohl einen concentrisch geschichteten Bau, streng genommen aber keine lamellöse Structur zuschreiben dürfe, weil die sogenannten Lamellen eigentlich nur Kunstproducte und nicht natürliche secundäre Elementargebilde sind. Die Fasern der Dorschlinse haben nämlich einen in die Breite gezogenen sechseckigen Querschnitt und sind demgemäss so neben und auf einander geordnet (vgl. Fig. 2), dass die in gleicher Entfernung vom Mittelpunkte der Linse gelegenen Fasern (wie *a* u. *b*, *c* u. *d*, Fig. 2) sich gar nicht berühren — und daher auch keine zusammenhängenden Lamellen, welche die Gestalt von Kugelschalen hätten, bilden können.

Will man hier dennoch von Lamellen sprechen, so darf man nicht

vergessen, dass die Fasern, welche zu einer Lamelle gehören, d. h. in einer und derselben Kugelschale liegen, kein Continuum bilden, sondern durch regelmässige Spalten aus einander gehalten werden, deren Breite der langen Seite des sechseckigen Querschnittes der Fasern entspricht, vergl. Fig. 2.

Ich erwähne dies, weil es sich hieraus erklärt, warum auf den Linsenschliffen das den Lamellen direct entsprechende Curvensystem aus regelmässig unterbrochenen Linien besteht, und warum die Unterbrechungen zweier auf einander folgenden Curven dieses Systems so zu sagen alterniren (vergl. Fig. 1). Auf die Construction jener geometrischen Zeichnungen zurückkommend, welche unserer ungeübten Imagination bei der Beantwortung der oben aufgestellten Frage zu Hülfe kommen müssen, bemerke ich, dass ich dabei weder auf die eben erwähnte Beschaffenheit der Lamellen, noch auf den sechseckigen Querschnitt der Fasern, welcher vielmehr als viereckig angenommen wurde, Rücksicht genommen habe — um nämlich die Verhältnisse durch keine unwesentlichen Bedingungen zu compliciren. Die nach den gewöhnlichen Regeln gezeichnete Construction Fig. 3 A, B, C ist durch sich selbst klar und bedarf keiner weitem Erläuterung. Nur bezüglich der schachbretartigen Schattirung will ich anmerken, dass sie lediglich deshalb angebracht wurde, damit die Anordnung der Faserdurchschnitte und -entblössungen in mehrfachen concentrischen Curvensystemen deutlicher hervortreten möge.

Ist es mir schon oben gelungen, dem THOMAS'schen Paradoxon die Spitze abzurechen, so habe ich doch erst durch die eben besprochene Construction, das Problem der THOMAS'schen Curvensysteme, auf eine allgemein giltige Weise gelöst. Es liegt nicht in meiner Absicht und würde mich zu weit führen, auf dem betretenen Wege ins Specielle einzugehen. Dies überlasse ich Jenen, welche sich die Faserung der Linse zum Gegenstande einer eingehenden Untersuchung erwählen werden, und erlaube mir nur noch schliesslich nochmals daran zu erinnern, dass sich Dr. C. THOMAS in Königsberg, wenn es ihm selbst auch nicht vergönnt war, über seine Entdeckung zur Klarheit zu kommen und seinen Untersuchungen, welche ich schon früher in einem Punkte aufzuklären Gelegenheit hatte (siehe Prager Vierteljahrshchr. Bd. 44, S. 176)<sup>1</sup>), einen solchen Grad von Vollendung zu

<sup>1</sup> Ich erlaube mir hier meine a. a. O. über die Saugplatte des Rüssels der Stubenfliege, deren Abdrücke, wie ich zeigte, von THOMAS als eigenthümliche »schildförmige Körper« an einigen Dorschlinen beschrieben wurden, gemachten Angaben nachträglich zu erweitern und in einem Punkte zu berichtigen.

Das von mir beschriebene System von aufgeschlitzten, tracheenartigen Röhren

geben, um ihnen eine wissenschaftliche Geltung zu verschaffen, — doch ohne Frage durch seine neue Präparationsmethode und die hierdurch ermöglichte Entdeckung der concentrischen Curvensysteme ein bleibendes Verdienst um die Histologie der Krystalllinse erworben habe.

der Saugplatte ist, was ich übrigens bereits früher vermuthet hatte, und nun mit Sicherheit aussprechen kann, in der That kein Abschnitt des Tracheensystems der Fliege, sondern steht vielleicht mit dem unpaaren Ausführungsgange der Speicheldrüsen, welcher merkwürdiger Weise Tracheenstructur besitzt, in Beziehung, was ich jedoch nicht bestimmt behaupten kann.

Das tracheenartige Ansehen der geschlitzten Röhren rührt nicht, wie ich früher glaubte, von einem platten, im Zickzack gebogenen hornigen Faden her, sondern von vielen einzelnen, quergestellten hornigen Stäbchen, welche die Form einer kleinen Gabel mit zwei kurzen gebogenen Zinken und einem langen, dünnen Stiel besitzen, und so geordnet sind, dass die Zinken des 1., 3., 5., 7. . . Stäbchens und das einfache Stielende des 2., 4., 6., 8. . . Stäbchens den einen, dagegen die Zinken des 2., 4., 6., 8. . . und das einfache Stielende des 1., 3., 5., 7. . . Stäbchens den andern Rand der aufgeschlitzten Röhre bilden helfen, indem die Stellung der unmittelbar benachbarten Stäbchen eine entgegengesetzte ist und ihre gleichnamigen Enden abwechselnd nach der einen und nach der andern Seite gerichtet sind.

Prag, den 12. Januar 1855.

## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel 10.

Fig. 1 stellt die drei concentrischen Hauptcurvensysteme, welche gewöhnlich auf einem parallel mit der Sehaxe, senkrecht auf die Aequatorebene geführten Schlicke einer Dorschlinse erscheinen, bei einer etwa 350maligen Vergrößerung dar. Man erkennt deutlich, dass sich die Curven aus den Contouren der Schnittenden der einzelnen Linsenfasern zusammensetzen. Dort, wo die Fasern in grösserer Ausdehnung auf dem Schlicke erscheinen, ist ihre seitliche Zähnelung zu sehen und lässt keinen Zweifel über die directe Beziehung der Faserung der Linse zu den THOMAS'schen Curvensystemen. Beiläufig erlaube ich mir hier noch auf einen, im Texte nicht erwähnten Umstand aufmerksam zu machen, welcher insofern von grosser Bedeutung ist und eine genauere Erörterung verdient, als er den gewöhnlichen histologischen Charakter der Curvensysteme wesentlich bedingt.

Je nach ihrer topologischen Beziehung zur Schnittebene werden die Linsenfasern nämlich theils gänzlich durchschnitten, theils in grösserer oder geringerer Ausdehnung an geschnitten, theils endlich nur entblösst. Da nun aber die Fasern meist sehr dünn, d. h. bedeutend bandförmig abgeplattet sind und einen gewissen Grad von Sprödigkeit besitzen, so bröckeln die dünnsten und dünneren Stellen ihrer Durchschnitte und Anschnitte, beim Schneiden und Poliren der Linsen, häufig ganz heraus, — und es entstehen dann statt der reinen Schnittenden Furchen und Vertiefungen, welche letzteren den Contouren der ersteren niemals ganz vollständig entsprechend begrenzt sind. Diese auf die angegebene Weise motivirten Furchen und Grübchen, welche die auf den Schliffen erscheinende Figur der Faserdurchschnitte im Ganzen und im Einzelnen oft nicht unwesentlich verändern, zeichnen sich, wie bekanntlich alle ähnlichen mikroskopischen Unebenheiten der Oberfläche, durch einen eigenthümlichen Lichtschimmer aus, welchen ich in der Zeichnung durch eine zarte Schattirung wieder zu geben versucht habe. Es versteht sich von selbst, dass die erörterte Erscheinung weder auf allen Linsenschliffen, noch auf allen Punkten eines Schliffes in gleicher Ausdehnung zu beobachten ist. Die Richtung der Schnittfläche, die Dimensionen der Fasern, der grössere und geringere Grad der Sprödigkeit ihrer Substanz und endlich die mehr oder weniger sorgfältige und geschickte Präparation kommen hierbei wesentlich in Betracht. — Diese Andeutungen werden künftigen Beobachtern von Nutzen sein!

Zur weitem Orientirung erwähne ich noch, dass die optische Axe der Linie  $AB$ , die projectirte Aequatorebene aber der Linie  $CD$  entspricht.

Fig. 2 stellt ein Stück eines senkrecht auf den Verlauf der Linsenfasern geführten Schnittes dar.

Fig. 3 liefert den constructiven Beweis, dass die Durchschnitte und Entblösungen concentrisch in der Richtung der Meridiane verlaufender und in Folge dieser Anordnung eine Kugel zusammensetzender Fasern von viereckigem Querschnitt, auf einer senkrecht auf die Aequatorebene, parallel zur Axe der Kugel geführten planen Schnittfläche in mehrfachen, sich interferirenden, concentrischen Curvensystemen angeordnet erscheinen müssen. Fig.  $A$  zeichnet, nach den gemachten Voraussetzungen, das Verhalten der Fasern auf einer durch die beiden Pole der Kugel geführten Durchschnittsebene, während Fig.  $B$  das Verhalten der Fasern auf der mit der Aequatorebene zusammenfallenden Schnittfläche giebt. Die Linie  $ab$  ist in beiden Figuren,  $A$  u.  $B$ , die Projection jener senkrecht auf den Aequator und parallel mit der Sehaxe geführten Durchschnittsebene, für welche die, auf derselben nothwendig erscheinende Form und Anordnung der Faserdurchschnitte construirt werden soll.

Die nach bekannten Regeln, durch Combination von  $A$  u.  $B$ , ausgeführte Construction ist nun Fig.  $C$ , deren schachbretartige Schattirung bestimmt ist, die Anordnung der Faserschnitte deutlicher sichtbar zu machen. Man wird dabei bemerken, dass die beiden seitlichen Curvensysteme, welche übrigens vollkommen congruent sind, eine durchaus entgegengesetzte Schattirung zeigen. Dies rührt daher, dass die in dem innersten Kreise des mittlern concentrischen Systems entblössten Fasern in gerader Zahl vorhanden sind. Der Mittelpunkt der Construction ist zufällig zwischen zwei Fasern, statt in die Halbirungslinie einer Faser gefallen.