

XIV.

Ueber das Accommodationsvermögen des Auges.

[Prager Vierteljahrschrift 1853. Bd. XLIII. S. 109.]

Die Ermittlung der Veränderungen des optischen Apparates der Augen beim Sehen in verschiedenen Entfernungen, und die Erkenntniss des diese Veränderungen vermittelnden Apparates, ist seit KEPLER ein stehendes Problem der Physiologie. Wenige Probleme aus dem gesammten Gebiete der Physiologie sind häufiger Gegenstand der Untersuchung gewesen und haben eine grössere Fluth von Hypothesen veranlasst! — Viele Forscher, von HALDAT bis auf ENGEL, haben sich's leicht gemacht, und den Knoten statt zu lösen — zerhauen, indem sie das ganze Accommodationsvermögen, entgegen den elementarsten Gesetzen der Dioptrik, einfach geläugnet haben. Keine der bisher aufgestellten Hypothesen hat sich einer allgemeinen Annahme und Anerkennung erfreut. Dies ist nicht zu wundern, denn es fiel keinem der Forscher ein, den sichern Weg der empirischen Untersuchung zu gehen, und die factisch vorhandenen Accommodationsveränderungen durch optische Hilfsmittel zu suchen; sondern man begnügte sich mit mehr oder weniger sinnreichen theoretischen Speculationen, die allerdings stets etwas Richtiges enthielten und zur Erklärung möglicherweise ausreichen konnten, aber nicht zu erweisen waren. Erst in neuester Zeit haben CRAMER in Gröningen¹⁾ und später HELMHOLTZ in Königsberg²⁾ den einzig richtigen Weg der

¹ Het Accommodatievermogen der Oogen, physiologisch toegelicht, door A. CRAMER te Groningen. Den 21. Mai 1852 door de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem met de Gouden Medaille en de premie von 150 Gulden bekroond. Te Haarlem bij de Erven Loosjes. 1853.

² Ueber die im Auge eintretenden Veränderungen bei abgeänderter Accommodation von H. HELMHOLTZ. (Monatsber. der Berl. Akad. 1853. Febr. S. 137—139).

Forschung, welchen zuerst DONDERS als solchen bezeichnet hatte, betreten und sind, unabhängig von einander, zu gleichen Resultaten gekommen. Dieser Umstand erweckt jedenfalls ein noch grösseres Vertrauen in die Richtigkeit ihrer Angaben, als es so bewährte Forscher wie CRAMER und HELMHOLTZ ohnehin verdienen und besitzen.

Die inneren Veränderungen des Auges beim Accommodiren für die Nähe bestehen nämlich in dem Convexer-Werden der vordern Fläche der Linse. Beim Sehen in die Ferne plattet sich die vordere Fläche der Linse wieder ab. Es ist klar, dass die Brennweite des Auges im ersten Falle ab-, im zweiten zunehmen muss. Die Linse verändert dabei ihren Platz durchaus nicht, sie rückt weder vor- noch rückwärts, sondern es verändert sich nur der Krümmungshalbmesser der vordern Linsenfläche. Dies Alles ergiebt sich aus der genauen Beobachtung der relativen Stellung und Grösse der von PURKINÈ entdeckten Reflexbildchen im Auge. Die Cornea reflectirt bekanntlich als ein convexer Spiegel ein aufrechtstehendes Bildchen, ebenso die vordere Linsenfläche, während die hintere Linsenfläche als ein concaver Spiegel ein verkehrtes Bildchen zurückwirft. Sieht man von der Seite ins Auge, so erscheinen diese drei Bildchen in bestimmter Entfernung hintereinander. Lässt man nun das beobachtete Auge für die nächste Nähe accommodiren, so beobachtet man folgende Erscheinung. Das Corneabildchen und das Bildchen der hintern Linsenfläche ändern weder Platz, noch Grösse. Das mittlere, durch die vordere Linsenfläche bedingte Bildchen hingegen rückt weiter nach vorn und verkleinert sich auffallend.

Es versteht sich von selbst, dass das beobachtete Auge bei der Veränderung der Accommodation vollkommen ruhig bleiben muss, und keine seitliche Bewegung ausführen darf. CRAMER hat, die Beobachtung zu erleichtern, ein eigenes Instrument, das Ophthalmoskop, angegeben. Eine einfache optische Construction zeigt, dass die mitgetheilte Erscheinung sich nur durch das Convexer-Werden der vorderen Linsenfläche erklären kann. Würde die ganze Linse ihren Platz ändern, dann müsste nebst dem mittleren auch das dritte, verkehrte Bildchen vorrücken, was jedoch nicht der Fall ist. — CRAMER betrachtet das Spiegelbild einer Kerzenflamme. HELMHOLTZ lässt zwei senkrecht übereinanderstehende Lichtpunkte spiegeln.

Die Lehre vom Accommodationsvermögen hat, wie sich aus dem Mitgetheilten ergiebt, einen sehr bedeutenden Fortschritt gemacht; — allein zum völlig befriedigenden Abschlusse ist die Sache doch noch nicht gediehen. Es fehlen nämlich noch genaue und ausführliche Messungen der endlich erkannten Accommodationsverände-

rungen. HELMHOLTZ giebt zwar an, dass der Krümmungshalbmesser der vordern Linsenfläche in der Ruhe, d. h. beim Sehen in die Ferne, 10 bis 11 Mill. betrage und beim Sehen in die nächste Nähe beiläufig nur halb so gross sei. Dies reicht jedoch lange nicht hin, die Frage über die Accommodations-Grösse zu erledigen.

Wenn genauere Messungen vorliegen werden, dann wird man vor Allem berechnen müssen, ob das Maximum der Veränderung des Krümmungshalbmessers, d. h. das ganze Accommodationsintervall, hinreicht, den grössten Anpassungsumfang gesunder Augen zu erklären. — So lange dies nicht geschehen ist, sind wir noch immer nicht sicher, ob die Zunahme und Abnahme des Krümmungshalbmessers der vorderen Linsenfläche die einzige Veränderung im Auge beim Sehen in verschiedenen Entfernungen sei, und ob das Problem erschöpfend gelöst ist. Vorläufig können wir uns freilich mit der von CRAMER und HELMHOLTZ über allen Zweifel festgestellten, factisch vorhandenen Accommodationsveränderung zur Erklärung der variablen Brennweite des Auges begnügen, und sind wir aller der unerquicklichen Hypothesen los, welche namentlich von den Augenärzten zum Hausgebrauch erdacht und vertheidigt wurden. Es handelt sich nun darum, die Ursache zu finden, welche die Veränderung des Halbmessers der vordern Linsenfläche bedingt, — den Apparat, der sie vermittelt. HELMHOLTZ hat sich vorläufig über diesen Punkt nicht ausgesprochen. Er macht nur die Bemerkung, dass die Linsen keine Contractilität, wohl aber eine bedeutende Elasticität besitzen, so dass sie in Folge eines Druckes leicht ihre Gestalt verändern, dann aber die frühere Gestalt vollständig wieder annehmen, wenn der nicht allzu lang andauernde Druck wieder aufgehoben wird. CRAMER hingegen hat auch diesen Punkt auf empirischem Wege zu erledigen gesucht, und ist zu dem Resultate gelangt, dass die *Iris* und der *Tensor chorioideae* den muskulösen Apparat darstellen, welcher den gestaltverändernden Druck auf die Linse ausübt. Es unterliegt keinem Zweifel, dass durch die Zusammenziehung der auf der Linse aufliegenden *Iris* und durch die antagonistische Wirkung des *Tensor chorioideae* die erörterte Veränderung der Gestalt der Linse für das Nahesehen leicht und vollständig erklärt werden kann, namentlich wenn man der mechanischen Betrachtung die von CRAMER mitgetheilten schematischen Augendurchschnitte zu Grunde legt, welche wesentlich von den gangbaren Zeichnungen sich unterscheiden. CRAMER zeichnet z. B. keine hintere Augenkammer, sondern lässt die *Iris* dicht auf der vordern Linsenfläche aufliegen. ARLT stimmt in diesem Punkte mit CRAMER überein, was Ersterem nur angenehm sein kann, da ARLT

sehr gelungene, sorgfältig conservirte Augendurchschnitte besitzt. CRAMER reizte auf elektromagnetischem Wege die Iris, und erzielte auf diese Art die Accommodationsveränderung. Er begnügte sich jedoch nicht mit diesem directen Beweise, sondern führte noch einen gewissermassen negativen Beweis für die prätirte Wirkung der Iris. CRAMER spaltete die Iris von der Pupille aus gegen die Peripherie hin, durch einen Schnitt, und wendete den elektromagnetischen Reiz abermals an — doch unter diesen Umständen ohne Erfolg; Beweis genug, dass es die Iris war, welche im unversehrten Zustande die Gestaltveränderung der Linse bewirkte.

So überzeugend auch CRAMER'S Experimente und Betrachtungen (das Nähere findet sich in dessen ausgezeichneten oben citirter Preisschrift) für die angegebene Rolle der Iris sprechen mögen, so bin ich doch überzeugt, dass CRAMER'S Lehre auf viele Gegner stossen wird, welche sich mit dieser Vorstellung nicht werden befreunden können oder wollen. Auch ist in neuester Zeit wirklich auch schon ein anderer Theil des Auges als Anwendungsapparat bezeichnet worden. L. FICK¹) behauptet, dass »die Uvea der Apparat sei, welcher die Adaption für das Nahe- oder Fernesehen durch Linsenbewegung (??) und Linsenformveränderungen vermittelt, indem sie wechselnde Blutquanta bald vor, bald hinter die Linse versetzt.« FICK beschreibt (ich verweise auf die citirte Abhandlung) nämlich eine ganz eigenthümliche Gefässformation in der Chorioidea und den Ciliarfortsätzen, die keine Aehnlichkeit mit den gewöhnlichen Vegetationsapparaten des Gefässsystems hat, und offenbar eine andere Rolle als diese spielen muss. »Ueberblickt man alles Vorgetragene, und denkt sich die in die Augenkammer hineinragenden *Processus ciliares* als erectile und contractile Gefässe, so ist bei constanter Gestalt des Bulbus ein Apparat gegeben, durch welchen die Anfüllung der *Processus ciliares*, mittelst der Flüssigkeit der vordern Augenkammer, einen Druck auf die vordere Linsenkapsel, und die Entleerung der *Processus ciliares* einen Druck auf die hintere Linsenkapsel ausüben muss.« Durch diesen Antagonismus erklärt dann FICK auf ziemlich einleuchtende Weise ein geringes Vor- und Zurückrücken der Linse und das Convexer-Werden ihrer vorderen Fläche. Das Blut spielt hiebei, wie man sieht, eine Hauptrolle, ohne das unter dem bestimmten Drucke fließende Blut ist nach der Ansicht FICK'S keine Accommodationsveränderung denkbar. Nun aber hat CRAMER seine Reizversuche an frischen, aber ausgeschnittenen, Seehundsäugen angestellt,

¹ Ueber die Adaption des Auges von LUDWIG FICK. Mit einer Nachschrift von ADOLPH FICK. (Müller's Archiv. 1853. Heft V. S. 449).

und es scheint mir daher keinem Zweifel zu unterliegen, dass FICK'S Ansicht allen Jenen, welche nur das mindeste Vertrauen in CRAMER'S Versuche setzen, als unhaltbar erscheinen muss, wenn dieselbe den einzigen Grund der Accommodation aufgedeckt haben soll. Ich glaube aber, dass eine Verschmelzung der Ansichten von FICK und CRAMER möglich und zweckdienlich ist. Ich bringe dieselbe hiermit in Vorschlag. Es scheint mir, die Wirkung der Iris, wie dieselbe durch CRAMER zuerst erkannt wurde, müsste wesentlich unterstützt und vergrössert werden, wenn die Ciliarfortsätze durch ihre Contractilität und Erectilität einen verschiedenen und entsprechenden Füllungsgrad, und in Folge dessen ein verschiedenes Volumen, annehmen könnten. CRAMER'S Hypothese würde durch diesen Vermittlungsvorschlag neuerdings gestützt und FICK'S Idee, welche so, wie sie ihr Autor ausspricht, unhaltbar ist, doch verwerthet.

Ich stelle mir den Mechanismus der Accommodation nun etwa folgendermassen vor. Das Zunehmen der Convexität der vorderen Linsenfläche für das Nahesehen wird vermittelt durch den Druck, welchen 1. die Iris unmittelbar auf einen Theil der vordern Fläche der Linse und mittelbar durch die prall angefüllten, erigirten Ciliarfortsätze auf die *Zonula Zinnii* u. s. w. auf die Peripherie der Linse, und 2. der durch den sich spannenden *Tensor chorioideae Br.* nach vorn gedrängte Glaskörper von hinten auf die Linse ausübt. — Die elastische, auf die angegebene Weise gedrückte Linse muss natürlich nach jener Gegend ausweichen, wo ihre Masse keinen oder den geringsten Widerstand findet, und diese Gegend ist die Pupille. In dieser Gegend muss also die Linse convexer werden. Lässt der geschilderte Druck nach und entleeren sich überdies die Ciliarfortsätze, deren Blut einfach abfließt und nicht hinter der Linse, wie FICK meint, sich ansammeln kann, indem gar kein Grund vorhanden ist, dies anzunehmen, so nimmt die elastische Linse mehr oder weniger vollständig ihre frühere Gestalt an, und es plattet sich die vordere Fläche wieder ab.

Man ersieht hieraus, dass ich bei meinem Vermittlungsvorschlag ganz der CRAMER'schen Ansicht folge, nur dass ich von FICK'S sonst unhaltbarer Idee ein brauchbares Moment, die Füllung und Entleerung der Ciliarfortsätze, entlehne und so mit CRAMER'S Lehre verbinde, dass die präten dirte Wirkung der Iris um so einleuchtender und bedeutender wird. — Das der CRAMER'schen Lehre hiermit beigefügte Moment ist jedoch kein nothwendiges, sondern nur ein begünstigendes, und kann auch, wie CRAMER'S Reizversuche beweisen, ganz wegbleiben.