

## XXXVIII.

### Ueber das Accommodationsphosphen [1 und 2].

[1. Wiener akad. Sitzungsber. 1857 und Moleschott's Untersuchungen, Bd. V. 1858.  
2. Graefe's Archiv f. Ophthalmologie 1860. Bd. VII.]

#### 1.

Von einem feuerigen Ringe, welcher entstehen soll, wenn man das Auge im Finstern »zum Nahesehen anstrengt« und »plötzlich wieder erschläft« spricht schon PVRKYNĚ in seinen »Beobachtungen und Versuchen zur Physiologie der Sinne«. Berlin bei Reimer, 1825, Bd. II, S. 115.

Ich habe diese unverdienter Weise vergessene subjective Lichterscheinung, welche ich das »Accommodationsphosphen« nennen möchte, neuerdings einer sorgfältigen Untersuchung unterworfen und ihren offenbaren Zusammenhang mit den Accommodations-Veränderungen zu ermitteln versucht.

Folgendes kann ich als die vorläufigen Resultate meiner Bemühungen mittheilen.

1. Wenn man im Finstern die Augen für das Sehen in nächster Nähe einrichtet und dann plötzlich wieder für die Ferne accommodirt, so bemerkt man nahe an der Peripherie des Gesichtsfeldes einen ziemlich schmalen feurigen Saum, welcher, ringförmig in sich selbst zurücklaufend, in dem Momente aufblitzt, wo man mit der fühlbaren Anstrengung für's Nahesehen nachlässt.

2. Nach seiner Form und Lage im Sehfeld muss das Accommodationsphosphen durch eine Zerrung der Retina in der Gegend der *Ora serrata* bedingt sein.

3. Da ferner die höchste Intensität gleich beim Auftreten dieser subjectiven Lichtentwicklung, nicht mit der höchsten Anspannung des Auges für die Nähe, sondern, wie gesagt, mit dem Momente der Accommodationsbewegung zusammenfällt, wo man mit der fühlbaren

Anstrengung für's Nahesehen plötzlich nachlässt, wo also das Auge wieder fernsichtiger wird, so ergibt sich die wichtige Folgerung, dass eine jener, durch die Accommodation für die Nähe gesetzten Veränderungen mit solcher Trägheit in dem der Ruhelage seiner Theile zustrebenden Auge verschwindet, dass eben hierdurch die momentane Zerrung der Gegend der *Ora serrata* im plötzlich abgespannten Auge veranlasst wird, welche sich als das beschriebene Phosphen subjectiv sichtbar macht.

Ueberlegt man, welches diese Veränderung sein kann, so findet sich meines Erachtens keine andere, als die durch die CRAMER-HELMHOLTZ'schen Untersuchungen ermittelte Gestaltveränderung der Linse, nämlich ihr mit der Verkleinerung der Krümmungshalbmesser verbundenen Dickerwerden in der Richtung der optischen Axe.

Die Gestaltveränderungen der Linse lassen sich aber auf folgende Weise ungezwungen mit dem Accommodationsphosphen in einen causal-mechanischen Zusammenhang bringen.

Beim Nahesehen wird, namentlich durch die Wirkung des *Tensor chorioideae Br.*, die Zonula abgespannt, indem die Aderhaut sammt der Retina (bis in deren *Ora serrata* bekanntlich die Fasern der Zonula zu verfolgen sind) etwas nach vorn gezogen wird.

Die Linse nimmt dann, ledig des abplattenden Druckes der Blätter der Zonula, die convexere und dickere Gestalt an, welche der natürlichen Gleichgewichtsform der Linsenmolekel entspricht. (HELMHOLTZ).

Hört nun plötzlich die Wirkung des Tensor u. s. w. auf, so kehren alle durch dieselbe verschobenen Theile in ihre frühere Lage zurück. Indem aber die Retina ihren alten Lagerungsverhältnissen zustrebt, muss sie in der Gegend der *Ora serrata* durch die daselbst inniger, als die übrige Glashaut mit ihr verschmolzene Zonula, welche in Folge der etwas träge weichenden Convexität und Dicke der Linse plötzlich und heftig gespannt wird, local gezerzt werden — und das ringförmige Phosphen in dem von mir angegebenen Momente der Accommodationsbewegung vermitteln.

In so weit nun die gegebene Erklärung des Accommodationsphosphens befriedigend erscheint, dürfte wiederum die Existenz dieser Lichterscheinung als ein neues Argument für die Richtigkeit oder mindestens für die Wahrscheinlichkeit des in seinen Grundzügen angedeuteten Accommodations-Mechanismus, namentlich der beiden von HELMHOLTZ urgirten Momente sprechen, 1. dass die Gleichgewichtsform der Linse jene ist, für welche der äquatoriale Durchmesser und die Krümmungsradien der vorderen und hinteren Fläche der Linse die

die kleinsten Werthe haben, und 2. dass die Linse im ruhenden, fernsichtigen Auge zwischen den gespannten Zonulablättern abgeplattet wird.

Mag dem jedoch sein wie ihm wolle, so viel darf mit Bestimmtheit geschlossen und als bleibender Gewinn für die Lehre von den Accommodations-Veränderungen betrachtet werden, dass gewisse peripherische Theile der Retina während des plötzlichen Ueberganges aus dem Accommodations-Zustand für die grösste Nähe in jenen für die Ferne einer localen Zerrung ausgesetzt sind, welche in geringerem Grade wohl bei jeder plötzlichen Accommodations-Bewegung für die Ferne stattfinden mag.

Schliesslich bemerke ich nur noch, dass ich mich noch weiter mit der Untersuchung des Accommodationsphosphens zu beschäftigen gedenke, um den gemachten Erklärungsversuch entweder fester zu begründen oder zu berichtigen, da die aus demselben fliessenden Folgerungen für die Ermittlung wenigstens einiger Momente des noch immer ziemlich hypothetischen Accommodations-Mechanismus von unverkennbarem Werthe sein dürften, obschon sich nicht alle Augen zur Hervorbringung des Phosphens zu eignen scheinen.

## 2.

Wenn ich hier auf jene bereits von PURKYNĚ<sup>1)</sup> erwähnte subjective Lichterscheinung, welche ich vor einiger Zeit genauer untersucht und wegen ihres nachweislichen Zusammenhanges mit den Einrichtungsbewegungen im Auge das »Accommodationsphosphen« genannt habe, nochmals zurückkomme, so geschieht dies hauptsächlich, um durch Anregung recht zahlreicher fremder Beobachtungen die Feststellung zu ermöglichen, ob und in welcher Weise sich dieses interessante Phänomen bei der Mehrzahl gesunder Augen findet.

Zu diesen Beobachtungen ist jedoch nur derjenige befähigt, der mit dem Sehen in subjectiver Hinsicht genügend vertraut ist und seinen Accommodationsapparat völlig in seiner Gewalt hat; negative Resultate solcher Beobachter, bei welchen diese beiden Grundbedingungen nicht streng erfüllt sind, zählen natürlich nicht mit.

Die wenigen Personen aus dem Kreise meiner näheren Bekannten, welche bisher die einschlägigen Versuche anstellten, konnten keine Spur der Lichterscheinung, welche bei PURKYNĚ und bei mir so deutlich hervortritt, wahrnehmen.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> PURKYNĚ: Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne. Berlin bei Reimer, 1825, Bd. II. S. 115.

<sup>2)</sup> In jüngster Zeit habe ich meinen Assistenten Herrn Dr. COL. BALOGH zu Czermak, Schriften.

Da ich mir nicht erlauben darf, bei allen diesen Personen zur Erklärung des negativen Resultates ihrer Versuche geradezu Mangel an Ausdauer und Geschicklichkeit im Experimentiren vorauszusetzen, so vermuthe ich, dass es allerdings Augen geben mag, bei welchen die organischen und mechanischen Bedingungen des Accommodationsphosphens minder günstig zusammenwirken.

Darüber sollen nun eben fernere Beobachtungen Aufschluss geben, zu deren Anstellung ich durch diese Zeilen recht viele competente Forscher anregen möchte.

Die Bedeutung, welche ich dem Accommodationsphosphen l. c. beizulegen suchte und welche ich in ihrem ganzen Umfange aufrecht erhalte, dürfte das lebhafteste Interesse aller Jener in Anspruch nehmen, welche der Entwicklung der neueren Vorstellungen über den Accommodationsmechanismus des Auges aufmerksam gefolgt sind. — Doch zur Sache.

Wenn ich im Finstern die Augen willkürlich für ihren Nahpunkt einstelle und dann ganz plötzlich mit der fühlbaren und bedeutenden Anstrengung fürs Nahsehen nachlasse, so sehe ich, wie PURKYNĚ zuerst angab, einen schmalen und ziemlich scharf begrenzten feuerigen Ring von bedeutendem Durchmesser — nahe an der äussersten Grenze des gemeinschaftlichen Sehfeldes aufleuchten.

Der feurige Ring ist bei mir nicht absolut kreisrund, sondern wie mein Sehfeld selbst, etwas elliptisch; der kleinere Durchmesser steht vertical, der grössere horizontal; seine Breite erscheint mir oben und unten etwas geringer als rechts und links.

Ich kann die beschriebene Lichterscheinung nicht beliebig oft rasch hintereinander hervorbringen; die Erregbarkeit der beteiligten Netzhautelemente scheint sich bald zu erschöpfen.

Desshalb ist demjenigen, der das Phänomen erst kennen lernen will, zu rathen, den Versuch erst nach einer längeren Ruhepause wieder aufzunehmen, wenn derselbe 5—6 Mal hintereinander erfolglos angestellt sein sollte. Die günstigsten Verhältnisse zur Anstellung der Versuche finden sich übrigens des Nachts oder des Morgens nach dem Erwachen, wenn die Netzhaut völlig ausgeruht ist. Es ist kaum nöthig, vor einer Verwechslung des Accommodationsphosphens mit jenen kleinen feurigen Kreisen oder Halbkreisen zu warnen, welche bekanntlich bei starken Seitwärtsdrehungen der Augen um den Opticus-eintritt herum entstehen.

---

diesen Versuchen veranlasst und hat derselbe in seinen normalsichtigen, aber etwas reizbaren Augen meine Angaben über das Accommodationsphosphen in allen wesentlichen Punkten bestätigen können.

Die genauere Analyse der Erscheinung lehrt nun folgendes :

1. Die Qualität des erzeugten subjectiven Lichtes stimmt genau mit jener der allgemein bekannten Druckbilder überein, welche durch Druck oder Zerrung der Retina entstehen. Unser feuriger Ring ist daher offenbar durch mechanische Reizung einer gewissen Netzhautregion bedingt — er ist ein Phosphen.

2. Indem trotz des bedeutenden Durchmessers des ringförmigen Phosphens, in der Peripherie des Gesichtsfeldes für das indirecte Sehen ein schmaler finsterer Raum übrig bleibt, so müssen die mechanisch gereizten Netzhautpunkte ganz nahe hinter der *Ora serrata retinae*, in einer ziemlich scharfbegrenzten ringförmigen Zone liegen, welche für beide Augen »identisch« ist. Es ist kein Gebilde bekannt, welches an jener ringförmigen Zone mit der Retina zusammenhinge und einen daselbst localisirten mechanischen Reiz ausüben könnte — als die *Zonula Zinnii*, deren Fasern nach KÖLLIKER bekanntlich »etwas hinter der *Ora serrata* an der Aussenseite der *Hyaloida* beginnen«, wo die Glashaut mit der Retina und diese wiederum mit der Chorioidea in den innigsten Contact kommt.

Die mechanische Reizung jener Netzhautzone wird somit in einer Zerrung derselben in Folge einer plötzlichen Spannung der *Zonula Zinnii* bestehen.

3. Die Dauer der ganzen Lichterscheinung ist sehr kurz, dennoch habe ich hinsichtlich ihres zeitlichen Verlaufs deutlich wahrnehmen können, dass die Lichtintensität nicht allmählich zunimmt, sondern plötzlich ihren höchsten Grad erreicht und dann erst allmählich, wie wohl auch noch sehr rasch auf Null herabsinkt.

Dies beweis't, dass die Bedingungen des Phosphens (Spannung der *Zonula* und Zerrung jener peripherischen Netzhautzone) gleich im Beginne der Erscheinung am stärksten sind und dann allmählich erst abnehmen.

4. Von besonderer Wichtigkeit war es, zu bestimmen, mit welchen Momenten der in der angegebenen Reihenfolge bei dem Versuche vorgenommenen Accommodationsbewegungen die Entstehung und der Versuch des Phosphens zeitlich zusammenfallen.

Ich habe mit Sicherheit und Genauigkeit ermittelt, dass das Phosphen entsteht, unmittelbar nachdem man die fühlbare Anstrengung für's Nahesehen plötzlich unterbrochen hat, und dass es abflauft während sich, nach Aufhebung der positiven Anstrengung das Gefühl des zurückkehrenden Ruhezustandes einstellt. Es ist immer schon längst verschwunden, wenn völlige Ruhe eingetreten ist.

In der That, wenn ich die Anstrengung für's Nahesehen so lange

stetig steigern, bis die Augen für ihren wirklichen Nahepunkt eingerichtet sind, so nehme ich, selbst im Momente der höchsten Anstrengung, niemals eine Spur des ringförmigen Phosphens wahr<sup>1)</sup>; erst wenn ich plötzlich die Anstrengung aufhebe oder wenn ich den Zustand der höchsten Anspannung für den Nahepunkt so lange festzuhalten suche, dass in Folge der Ermüdung ein krampfhaftes Zittern, d. h. eine rasche Folge von plötzlichen kleinen Erschlaffungen und Zusammenziehungen im Auge eintritt, dann kommt das ringförmige Phosphen zu Stande.

Entstehung und Verlauf des Accommodationsphosphens — d. i. Spannung der Zonula und Zerrung der peripherischen Netzhautzone — fällt somit mit der plötzlichen Rückkehr der Anordnung der Theile, welche der Ruhelage des Auges entspricht, zusammen.

Der Widerstand, welchen (nach der plötzlichen Aufhebung der Anstrengung für's Nahesehen) die sich spannende Zonula zu überwinden hat, kann nur durch die Trägheit bedingt sein, mit welcher eine jener Veränderungen verschwindet, welche zur positiven Einrichtung (Nahesehen) des Auges gehört.

Ueberlegt man, welche diese Veränderung sein kann, so findet sich meines Erachtens keine andere als die durch die CRAMER-HELMHOLTZ'schen Untersuchungen sichergestellten Gestaltveränderungen der Linse.

Diese lassen sich aber auf folgende ganz ungezwungene Weise mit dem Accommodationsphosphen in einen causalen Zusammenhang bringen.

Für's Nahesehen wird, namentlich durch die Wirkung des *Tensor chorioideae* (BRÜCKE) die Zonula abgespannt, indem die Aderhaut sammt der anliegenden Retina (bis hinter deren *Ora serrata* die Fasern der Zonula zu verfolgen sind) etwas nach vorn gezogen wird<sup>2)</sup>. Die Linse nimmt dann, ledig des abplattenden Druckes der Blätter der Zonula die convexere und dickere Gestalt an, welche der natürlichen Gleichgewichtsform der elastischen Linsensubstanz entspricht.

<sup>1</sup> Zuweilen beobachtete ich dagegen, wie auch — und zwar besonders deutlich — Herr Dr. BALOGH, unregelmässige blasse Lichtnebel im Sehfeld zerstreut.

<sup>2</sup> Für eine Verschiebung der Retina beim Nahesehen sprechen entschieden die durch die schönen und sorgfältigen Untersuchungen von AUBERT »Ueber den Einfluss der Entfernung des Objectes auf das indirecte Sehen« (MOLESCHOTT's Unters. z. Nat. d. M. Bd. IV. S. 33) bekannt gewordenen Erscheinungen.

Auch jene oben erwähnten Lichtnebel beim angestregten Accommodiren für die Nähe liessen sich, abgesehen von dem erhöhten intraoculären Druck hiermit in Beziehung bringen.

Hört nun plötzlich die Wirkung des Tensor u. s. w. auf, so kehren alle für die positive Einrichtung verschobenen Theile in ihre frühere Lage zurück.

Indem nun die Retina plötzlich ihren alten Lagerungsverhältnissen zustrebt, die Zonula sich wieder anspannt — die bedeutende Convexität und Dicke der Linse aber dem abplattenden Drucke der gespannten Zonulablätter etwas träge weichen, so erfolgt nothwendig eine locale (anfänglich am stärksten hervortretende) Zerrung der Retina an jener nahe hinter der *Ora serrata* gelegenen ringförmigen Zone, bis zu welcher sich die Fasern der Zonula verfolgen lassen, — und es muss das beschriebene Phosphen mit allen Einzelheiten seiner Erscheinung hervortreten.

In so weit nun die Erklärung des Accommodationsphosphens nach allen Seiten befriedigend erscheint, dürfte wiederum die Existenz dieser Lichterscheinung als ein neues Argument für die Richtigkeit der beiden von HELMHOLTZ urgirten Momente des Accommodationsmechanismus sprechen: 1. dass die Linse im ruhenden, fernsichtigen Auge zwischen den gespannten Blättern der Zonula abgeplattet wird, und 2. dass die Gleichgewichtsform, welche die Linse im nahesichtigen Auge in Folge der Abspannung der Zonula, vermöge ihrer Elasticität annimmt, jene ist, für welche der äquatoriale Durchmesser und die Radien der vorderen und hinteren Linsenfläche die kleinsten Werthe haben.

Eine abwechselnde Füllung und Entleerung der Ciliarfortsätze, wie sie L. FRICK (Müll. Arch. 1853) angenommen hat, würde (wenn nur erst die Contractilität der Substanz der Ciliarfortsätze erwiesen wäre), mit dem Vorgetragenen sehr gut in Zusammenhang zu bringen sein.

Ein Blick auf den schönen und correcten Durchschnitt Fig. II Tafel XX der *Icones physiologiae* von ECKER wird Jedem ersichtlich machen, dass eine Entleerung und Volumverminderung der Ciliarfortsätze beim Nahesehen die Abspannung der Zonula durch den Tensor; und umgekehrt die Füllung und Erection derselben die Anspannung der Zonula für den Accommodationszustand des ruhenden Auges wesentlich unterstützen müsste.

Schliesslich bemerke ich nur noch, dass das Accommodationsphosphen sowohl in kurzsichtigen (bei PURKYNĚ) als in normalsichtigen (bei mir und Dr. BALOGH) Augen vorkommt und jedenfalls den Beweis liefert, dass es Augen giebt, in welchen eine nahe hinter der *Ora serrata* gelegene ringförmige Netzhautzone bei dem plötzlichen Uebergang der »einrichtenden und eingerichteten Theile« des Accommoda-

tionsapparates, aus ihrer positiven Einrichtung (für die Nähe) in ihre Anordnung für den ruhenden relativ fernsichtigen Zustand, einer localen Zerrung (Phosphen) ausgesetzt ist.

Diese Thatsache ist eine bleibende Bereicherung unserer Kenntnisse von den, die Einrichtungsbewegungen begleitenden Veränderungen im Bulbus und giebt durch die Voraussetzungen, welche man zur befriedigenden Erklärung des Details der damit zusammenhängenden Lichterscheinung zu machen gezwungen ist, werthvolle Anhaltspunkte zur Beurtheilung der über den Accommodationsmechanismus aufgestellten und noch aufzustellenden Hypothesen an die Hand.

Keine dieser Hypothesen wird fortan als völlig ausreichend und stichhaltig angesehen werden dürfen, welche nicht zugleich auch das »Accommodationsphosphen« vollkommen erklärt.

---