III.

Ueber die Fähigkeit des Auges, sich den verschiedenen Entfernungen der Gegenstände anzupassen;

VON

Dr. DAVID BREWSTER *).

Kein Theil der Physiologie des Auges hat mehr zu Untersuchungen Anlaß gegeben, als die Fähigkeit, womit sich dieses von selbst nach der ungleichen Entfernung der Gegenstände einzurichten weiß; allein obgleich die ausgezeichnetsten Physiker und Anatomen ihre Kenntnisse hierauf verwandten, so ist trotz ihrem vereinigten Bemühen dennoch die Untersuchung für jetzt auf demselben Punkt, auf dem sie sich zu Zeiten Keplers befand, der zuerst die Aufgabe zu lösen versuchte.

Erinnert man sich der großen Namen, welche bei dieser Streitfrage aufgetreten sind, so kann man sich nicht anders als mit einer gewissen Schüchternheit an den Gegenstand wagen; aber diese verschwindet einigermassen wenn man erwägt, daß die erhaltenen Resultate in völliger Disharmonie mit einander stehen und sowohl mit den Grundsätzen der Optik als auch mit der Einrichtung des Auges durchaus unverträglich sind.

*) aus d. Edinb. Journ. of Science I. 77.

Kepler war der Meinung, daß das Auge beim Act seiner Ajustirung durch die *processus ciliares* verlängert oder verkürzt werde. Descartes nahm an, daß die KrySTALLINSE ihre Form mittelst ihrer eignen Fibern verändere. Huygens glaubte, daß die KrySTALLINSE sich durch den Druck der äußeren Muskeln der Cornea nähere, oder daß sie sich durch denselben Vorgang convexer machen könne. De la Hire behauptete, daß die ganze Wirkung alleinig und unmittelbar durch Erweiterung oder Verengerung der Pupille erzeugt werde; und Dr. Porterfield glaubt endlich, daß die KrySTALLINSE durch die *Processus ciliares* vor und rückwärts gezogen werde.

Diese verschiedenen Meinungen sind durch die späteren Physiologen wieder in Anregung gebracht. Die Ansicht von Huygens ward in veränderter Gestalt vom Dr. Monro vertheidigt. Hr. Walker bemühte sich die Hypothese von de la Hire aufrecht zu halten, und Dr. Thomas Young, welcher die Meinung Descartes wiederum hervorrief, unterstützte diese mit all der Umsicht, welche man von seinen tiefen Kenntnissen in der Optik und Physiologie erwarten konnte.

In der sich hierauf beziehenden Abhandlung versucht er zu zeigen, daß die Fibern der KrySTALLINSE von muskulöser Natur sind und daß die Anpassung des Auges nach den Entfernungen der Gegenstände, durch eine von diesen Muskeln bewirkte Vergrößerung der Convexität der KrySTALLINSE bewerkstelligt wird. Um den Werth dieser Hypothese zu beurtheilen, ist es wichtig auf das hinzuweisen, was mir Hr. Dr. Knox mittheilte, nämlich, daß er durch seine

sämmlichen eigends auf diesen Umstand gerichteten Untersuchungen gefunden hat, daß die KrySTALLLinse frei in dem Liquor Morgagni ihrer Kapfel herum schwimmt, auch sind von keinem Anatomen Nervenfasern bei der KrySTALLLinse aufgefunden worden.

Bei diesem Einwurfe gebe ich zwar zu, daß wenn die Fibern eine muskulöse Natur besitzen, sie auch fähig sind die Convexität der Linse zu vergrößern, wenn ich aber die besondere Einrichtung dieses Theiles vom Auge betrachte, und besonders die Thatfache, daß die Fibern Linien von entgegengesetzter Biegung sind, so wage ich zu behaupten, daß kein Scharfsinn im Stande ist die durch ihre Zusammenziehung erfolgende Wirkung vorherzusagen. Nur die Thatfache ist gewiß, daß die Fibern der äußeren Lamelle auf die der innern bei ihrer Zusammenziehung einen Druck ausüben und den zusammengesetzten Stufengang der Dichte (compound gradation of density) zerstören werden, durch welche die Abirrung wegen der Kugelgestalt so schön berichtigt ist *).

Bei Untersuchung der Veränderungen, welche im Auge stattfinden, wenn dieses sich den verschiedenen Entfernungen der Gegenstände anpaßt, hat man schon längst bemerkt, daß die Pupille sich zusammenzieht oder erweitert, je nachdem die betrachteten Gegenstände nahe oder fern liegen.

*) Die hier erwähnte zusammengesetzte Stufenfolge der Dichtigkeit ist bisher nicht in den KrySTALLLinsen der Thiere entdeckt. Ich habe sie umständlich in einem Aufsatz über das menschliche Auge beschrieben, welcher der Königl. Gesellschaft zu Edinburgh am 2. Dec. 1822 vorgelesen ist, und bald öffentlich bekannt gemacht werden wird.

Aus dieser nicht zu läugnenden Thatfache, verbunden mit dem Resultat eines trüglichen Versuches, zog de la Hire den Schluss, daß die Verengerung der Pupille das unnöthige Licht entferne, die äußeren Strahlen des Lichtbündels abschneide und so die Strahlen von nahen und erleuchteten Gegenständen auf der Netzhaut vereinige, während die Erweiterung der Pupille dadurch von entfernten Gegenständen ein deutliches Bild gebe, daß sie eine größere Lichtmenge in das Auge einzutreten erlaubt.

Die späteren Physiker sahen zwar den Trugschluss dieser Lehre ein, aber mit dem Eifer sich von ihm loszulagen, geriethen sie auf einen anderen, der nicht minder unverträglich mit der Beobachtung war. Es wurde im Allgemeinen zugegeben, daß bei Anpassung des Auges nach den verschiedenen Entfernungen der Gegenstände, die Pupille wohl ihre Gestalt verändere, aber man betrachtete diese nur als eine begleitende Erscheinung, die der Hauptfache nach gänzlich von der veränderten Lichtintensität der Gegenstände abhänge, nach welchen das Auge gerichtet war. Dr. Wells *) und andere Physiologen bemerkten zwar, daß das Auge bei der durch Wirkung der Belladonna geschehenden Erweiterung der Pupille die Fähigkeit verliere nahe Gegenstände zu betrachten, aber obgleich diese belehrende Thatfache bei dieser Untersuchung von der größten Wichtigkeit war, so ward sie dennoch nicht so verfolgt als sie es verdiente, und man hielt sie mit jeder Theorie von der Adjustirung der Augen vereinbar, indem die Theile des

*) Ann. d. Phys. Bd. 43. S. 128. (P.)

Auges, von welchen diese bewirkt wird, während der Einwirkung der Belladonna auf die Iris als gelähmt angenommen werden konnten.

Bei diesem Zustand der Dinge war ich begierig die Ursache und den Einfluß der Veränderung der Pupille kennen zu lernen, Ich wählte deshalb einen nahen und einen entfernten Gegenstand, beide gleich stark erhellt, und ließ eine junge Person nach einander jeden derselben mit Aufmerksamkeit betrachten. Das Resultat dieser Untersuchung war, daß sich die Pupille bei Betrachtung des nahen Gegenstandes zusammenzog und bei der des entfernteren erweiterte, ohne daß diese Veränderungen von dem Reiz des Lichtes hätte erzeugt werden können. Um zu erfahren, was an den beiden Gränzen des deutlichen Sehens erfolgen würde, nahm ich ein Stück Papier und schrieb wie es die beigefügte Zeichnung

verfinnlicht, darauf die Worte *on the eye*. Nachdem ich nun ein Blatt weißen Papiers hinter dem Worte *the* und zwei dergleichen hinter dem Worte *eye* angebracht hatte, befestigte ich das Ganze an das eine Ende eines viereckigen Auszugrohres und näherte mein Auge dem anderen Ende, so daß ich alle Worte mittelst des Lichtes, das von einer hinter dem Papiere gehaltenen Kerze durchgelassen ward, lesen konnte. Das Wort *on* war am meisten erleuchtet; weniger das Wort *the*, und noch schwächer das Wort *eye*. Jetzt brachte ich das Papier dem Auge so nahe als es erlaubt war, um das Wort *on* noch mit

voller Deutlichkeit zu erkennen. Wenn dieß geschehen war, so konnte ich es durch keine Anstrengung dahin bringen das Wort *the* zu lesen und noch viel weniger das Wort *eye*. Ich sah darauf nach diesem durch eine schmale Oeffnung, welche mir, nach de la Hire's Grundsätzen, ein deutliches Sehen hätte gewähren müssen, aber sie bewirkte gerade den entgegengesetzten Erfolg, indem sie die Undeutlichkeit der beiden letzten Worte vergrößerte. Wenn ich hingegen die Worte *the* und *eye* eben stark so erhellte als das Wort *on*, oder wenn ich eine andere Kerze dem Auge so nahe brachte, daß die Pupille gezwungen ward sich zu verengern, so konnte ich sie mit größter Leichtigkeit lesen.

Aus diesem Versuche können wir drei wichtige Folgerungen ableiten:

1) daß die Verengerung der Pupille, welche mit der Anpassung des Auges für nahe Gegenstände vereinigt ist, das deutliche Sehen nicht durch ein Verringern der Oeffnung bewirkt, sondern durch einen andern diesen begleitenden Vorgang.

2) daß das Auge sich für nahe Gegenstände durch zwei verschiedene Vermögen ajustirt, von denen das eine gänzlich von dem Willen des Individuums abhängt, das andere aber unwillkührlich ist und nur durch den Reiz des Lichtes bedingt wird.

3) daß sich die Ajustirung des Auges durch den Reiz des Lichtes bewirken läßt, wenn das willkührliche Vermögen zu derselben mangelt.

Ich war jetzt begierig zu untersuchen, was an der andern Gränze des deutlichen Sehens statt-

finden würde, nämlich bei Betrachtung sehr entfernter Gegenstände. Wenn die Zusammenziehung der Pupille eine wesentliche Begleiterin des Vorganges ist, durch welche sich das Auge für nahe Gegenstände einrichtet, so muß offenbar die Erweiterung derselben in gleicher Beziehung zu dem Acte stehen, durch welchen das Auge für entfernte Gegenstände angepaßt wird. Die Versuche mit der Belladonna beweisen unbestreitbar, daß wenn die Pupille bis zum höchsten Grad erweitert ist, das Auge die Fähigkeit verloren hat, sich für naheliegende Gegenstände zu ajustiren, hingegen sein Vermögen entfernte Gegenstände zu beobachten alsdann verbessert und vergrößert wird; da man aber das ganze Auge, während des Versuchs als gelähmt zu betrachten hat, so ist es nöthig ein anderes Verfahren anzuwenden. Es fiel mir bei, daß wenn die Erweiterung der Pupille eine wesentliche Bedingung zum Sehen in die Ferne sey, alsdann bei kurzsichtigen Personen sich jeden Abend der Umfang des Sehens vergrößern müsse. Auf meine Erkundigung erfuhr ich auch, daß dieses in einem beträchtlichen Grade der Fall ist, und daß mehrere kurzsichtige Personen die 6 Sterne der Plejaden zählen konnten, die am Tage unfähig waren Gegenstände in einer müßigen Entfernung deutlich wahrzunehmen. In der That wird auch schon der oberflächlichste Beobachter die Deutlichkeit entfernter Gegenstände am Abend bemerkt haben, die vor allem alsdann hervortritt, wenn sich die naheliegenden Gegenstände schon in Dunkelheit verlieren, und das Auge nur die scharfbegrenzten Umrisse der Bäume und

Berge in Projection gegen den Himmel am Horizonte erblickt.

Die merkwürdige Wirkung der erweiterten Pupille kann auch aus einem umgekehrten Beobachtungsverfahren abgeleitet werden. Wenn wir entfernte Gegenstände betrachten, während das Sonnenlicht auf das Auge geworfen wird, so ist die willkürliche Kraft zur Adjustirung dennoch fähig die Pupille so weit zu öffnen, daß ein deutliches Sehen erfolgt, aber das Bestreben der Iris sich unter dem unwillkürlichen Reiz des Lichtes zusammenzuziehen, erweckt eine so schmerzhaft empfindung in dem Auge, daß man nicht zweifeln kann, die Iris stehe unter dem Einfluß zweier entgegengesetzter Kräfte, selbst wenn die Erweiterung auch nicht sichtbar wäre.

Nachdem ich so die nächsten Beweisgründe festgesetzt hatte, die man über diesen Gegenstand beibringen kann, schien es mir unmöglich mich des Schlusses zu begeben, daß die Fähigkeit des Auges sich zu adjustiren, von dem Mechanismus abhängt, der die Pupille erweitert oder verengert, und daß die Adjustirung, da sie nicht von der Veränderung der Oeffnung des Auges abhängig ist, sie von den Theilen erzeugt werden muß, welche in unmittelbarer Berührung mit der Basis der Iris stehen. Ueber diesen Punkt fehlt es jedoch an Beobachtungen und Versuchen. Werden wir gleich nimmer im Stande seyn auf eine genaue Art die auf die Basis der Iris ausgeübte Wirkung zu bestimmen, welche das Adjustiren erzeugt, so wird es dennoch nicht schwer halten unter den möglichen Hypothesen einer derselben den Grad

von Evidenz zu geben, welchen man bei andern physiologischen Untersuchungen für hinlänglich ansieht.

Man kann voraussetzen, daß der Mechanismus an der Basis der Iris die Ajustirung auf eine vierfache Art erzeuge:

1) durch Verlängerung des Auges während des Zusammenziehens der Pupille, 2) durch Vergrößerung der Convexität der Cornea, 3) durch Veränderung der Convexität der Kapsel der Linse, und 4) durch Vergrößerung des Abstandes der KrySTALLINSE von der Retina.

Die ersten beiden Arten von möglicher Ajustirung sind schon durch die directen Versuche des HERRN Ramsden und Sir Everard Home ausgeschlossen, da sie zeigen, daß weder die Convexität der Cornea noch die Länge des Auges bei der Ajustirung verändert wird. Die dritte Art, welche veränderte Krümmung des Gefäßes der Linse voraussetzt, kann diese Wirkung nicht erzeugen, weil der Liquor Morgagni, in welchem die Linse schwimmt, nahe dasselbe Brechungsvermögen besitzt, als die *wässerige Feuchtigkeith*, und folglich eine Veränderung der Membrane, welche beide trennt, keine wahrnehmbare Ablenkung in den durchgelassenen Strahlen erzeugen kann.

Die letzte Hypothese, zufolge welcher die Linse bei Contraction der Pupille von der Retina entfernt wird, bleibt also die wahrscheinlichste; im Zustande vollkommner Ruhe wird das Auge alsdann zum deutlichen Sehen entfernter Gegenstände eingerichtet seyn.

Außer diesen Beweisgründen erhält die erwähnte Ansicht noch durch mehrere wohlbegründete That-

sachen eine Bekräftigung. Der Verlust des Ajustirungsvermögen bei Wegnahme der Linse beweist, daß dieser Theil des Auges für den Prozeß von Wesentlichkeit ist, auch haben mehrere Physiologen eine Bewegung der Linse als die wahrscheinlichste Veränderung betrachtet, welche im Innern des Auges stattfindet. Der Mangel an Muskeln in dem Proceßus ciliaris hat manchen von ihnen verleitet dieser Meinung zu entsagen, während diejenigen, welche fortführen sie zu behaupten, niemals annahmen, daß es durch die Thätigkeit der Iris mittelst der Verknüpfung einer freiwilligen und unwillkürlichen Action geschehe.

Die Anatomie des Grundes der Iris war bisher so unvollkommen, daß es nicht leicht ist die Art mit Genauigkeit zu bestimmen, auf welche die Muskelthätigkeit dieser Membrane zur Linse fortgeleitet werden mag; in Bezug auf diese Frage sind aber diese Theile sehr genau durch den Dr. Knox untersucht und die Gesellschaft wird aus dem Detail, was er darüber in einem besonderen Aufsatze gegeben hat, beurtheilen können, ob sie gegen die Ansichten, welche hier auseinandergesetzt wurden, Einwürfe machen oder nicht.

Die genannten Versuche und Beobachtungen finden eine unmittelbare Anwendung auf diejenigen Unvollkommenheiten des Sehens, welchen das Auge als optisches Instrument ausgesetzt ist. Die Verminderung der willkürlichen oder unwillkürlichen Ajustirungskraft hat einen nothwendigen Einfluß auf den Umfang des deutlichen Sehens, und zuweilen ist dieser so ausgedehnt, daß man das Auge für Gegenstände

einer gewissen Entfernung und einer gewissen Beleuchtung als blind betrachten kann. Die Heilung dieses scheinbar ernsthaften und sehr beunruhigenden Uebels, ist oft sehr einfach und läßt sich z. B. mittelst Vermehrung oder Verminderung des Lichtreizes, oder mittelst gefärbter Gläser bewerkstelligen; ein Behuf, zu welchem letztere, so viel ich weiß, niemals angewendet wurden.

IV.

Ueber die partielle Durchkreuzung der optischen Nerven ;

VON WILLIAM HYDE WOLLASTON, M. D. *).

Wenn wir die erstaunliche Feinheit desjenigen Mittels erwägen, welches uns die Gegenstände selbst in den unmeßbarsten Entfernungen wahrnehmen läßt, oder wenn wir das zartgebaute Organ betrachten, welches durch seine Einrichtung die Lichtstrahlen sammlet und sie durch eine schöne Ineinanderfügung seiner Theile auf die empfindlichen Fibern der Netzhaut vereinigt, so dürfen wir uns nicht wundern mit der Erforschung der merkwürdigen Eigenschaften des ersteren so große Talente beschäftigt zu finden, noch daß der Bau des letzteren mit so ungemeiner Beharrlichkeit untersucht wurde. Die Schärfe, mit welcher

*) nach den *Annals of phil.* Oct. 24. p. 294.