

# Ueber Ermüdung und Erholung der Netzhaut. Eine Entgegnung.

Von

Dr. A. Eugen Fick,  
Privatdocent für Augenheilkunde in Zürich.

---

A. Gürber und ich haben in zwei Veröffentlichungen <sup>1)</sup> den Satz aufgestellt und vertreten, dass Augenbewegungen, Lidschlag und Accommodation die Netzhaut durch Beförderung ihres Blut- und Saftwechsels erholen. Im Bande XXXVII, 3 dieses Archives veröffentlicht E. Hering eine Prüfung unserer Arbeit mit dem Ergebnisse, dass Augenbewegungen, Lidschlag und Accommodation an sich gar keinen Einfluss auf die ermüdete Netzhaut haben und dass die geringe Wirkung dieser Bewegungen lediglich auf Veränderungen in der Belichtung der Netzhaut zurückzuführen sei.

Wer Hering's Arbeit liest, ohne die unsrigen in der Hand oder wenigstens genau im Gedächtnisse zu haben, könnte leicht meinen, dass wir an die erholende Wirkung der veränderten Belichtung bzw. des Ortswechsels der Netzhautbilder gar nicht gedacht hätten. Diese Meinung wäre durchaus irrig. Denn in der ersten unserer beiden Veröffentlichungen (auf S. 50) sind Versuche beschrieben, bei denen Augenbewegungen, Lidschlag und Accommodation aus-

---

<sup>1)</sup> a. Bericht über die 20. Versammlung der ophthalmologischen Gesellschaft. Heidelberg 1889, S. 54 ff.

b. Dieses Archiv. XXXVI. 2.

geschlossen, für Wechsel der Netzhautbilder dagegen gesorgt war. Diese Versuche ergaben, dass Ermüdung, wenn auch später als bei ruhigem Fixiren, trotz des Wechsels der Netzhautbilder sich einstellte.

Wir zogen daraus natürlich nicht den Schluss, dass der Wechsel der Netzhautbilder ganz bedeutungslos sei (auf S. 72), sondern nur, dass er nicht hinreicht, baldige Ermüdung zu verhindern, dass man also berechtigt ist, nach anderen erholenden Umständen zu suchen.

Hering's Darstellung (Abschnitt 1) ist ferner geeignet, bei dem Leser die Meinung zu erwecken, als ob die von Hering beanstandeten Versuche unsere einzigen hier in Betracht kommenden seien. Auch diese Meinung wäre irrig. Denn wir haben eine Gruppe von Versuchen angestellt, die uns gerade davor schützen sollte, jenen Bewegungsvorgängen eine Wirkung zuzuschreiben, die in Wirklichkeit auf dem Wechsel der Netzhautbilder beruhen könnte. Gerade diese Versuche sind aber von Hering nicht erwähnt, also auch nicht widerlegt worden.

Einige andere unserer Versuche hat nun Hering wiederholt, und genau das umgekehrte Ergebniss erhalten wie wir, sodass ein ganz unvermittelter Widerspruch zwischen Hering und uns bezüglich einiger Thatsachen vorliegt. Ferner hat Hering eigene Versuche angestellt, aus denen noch deutlicher hervorgehen soll, dass die erwähnten Bewegungsvorgänge an sich ohne Einfluss auf die Netzhaut sind.

Meine Entgegnung würde nun einen viel zu grossen Umfang annehmen, wenn ich jeden einzelnen Versuch Hering's besprechen und erörtern wollte, ob und wie weit er mit dem von uns verfochtenen Satze in Widerspruch steht. Ich beschränke mich deshalb darauf, für Augenbewegungen, Lidschlag und Accommodation je einen oder einige Versuche anzuführen, gegen die Hering's Einwand, dass die wahrnehmbare Wirkung der drei Bewegungsvorgänge

lediglich auf dem Wechsel der Netzhautbilder bezw. der Belichtung beruhe, nicht erhoben werden kann. Es sind dies Versuche, die schon in der zweiten unserer Arbeiten vorkommen, die ich aber gleichwohl sämmtlich von Neuem und zwar mit den von Hering geforderten Vorsichtsmaassregeln angestellt habe.

1) Augenbewegungen. Ein Rahmen von 2 Meter Breite und 1,5 Meter Höhe ist mit einem einzigen Stücke grauen Papieres bezogen. Diese gleichmässige Fläche ist im Hintergrunde des Dunkelzimmers aufgehängt. Beleuchtet wird sie von dem einzigen, gerade gegenüberliegenden Fenster des Dunkelzimmers. Um auch das Korn des Papieres nicht zu erkennen, stelle ich den Versuch in der Abenddämmerung an. Als Fixirmarke dient ein kleines Kügelchen von Siegelack, das vor der Papierfläche an einem, bei der benützten Beleuchtung völlig unsichtbaren Coconseidenfaden herabhängt.

a) Wenn ich mir jetzt ein Nachbild verschaffe, das Siegelackkügelchen fixire, bis das Nachbild deutlich ist und nun eine Blickbewegung mache, so ist das Nachbild verschwunden und kehrt bei abermaligem Fixiren, natürlich etwas blasser wieder. Der Versuch gelingt ganz ebenso, wenn ich ihn ohne Fixirmarke anstelle.

b) Den gleichen Versuch stelle ich bei künstlicher Beleuchtung an. Als Lichtquelle dient eine Gasflamme. Dieselbe brennt in einem eisernen Kasten und sendet ihr Licht durch eine Sammellinse und zwei Milchkgläser auf die Papierfläche. Eine Ungleichmässigkeit der Beleuchtung ist beim besten Willen nicht zu entdecken. Das Nachbild erzeuge ich mir durch 20 Secunden langes Fixiren des angemerkten Mittelpunktes eines weissen Quartblattes, das auf der schwarzen Wand des Dunkelzimmers in Augenhöhe befestigt ist und durch eine besondere Gasflamme beleuchtet wird. Im Augenblicke, wenn ich das Fixiren abbreche, wird die Gasflamme gelöscht, sodass die gleichmässige Pa-

pierfläche jetzt nur von der im Kasten brennenden Lampe beleuchtet ist. Die Wirkung der Augenbewegungen ist auch bei dieser Anordnung zweifellos, nur verschwindet das Nachbild meist nicht vollständig, sondern verwandelt sich durch die Augenbewegung aus einem tiefdunkelblauen in ein blasshellblaues<sup>1)</sup>.

c) Das Quartblatt auf der schwarzen Zimmerwand und die gleichmässige Fläche werden von der nämlichen frei brennenden Gasflamme beleuchtet. Erzeugung eines Nachbildes durch 20 Secunden langes Fixiren des Mittelpunktes des Quartblattes. Hierauf trete ich bis auf etwa 50 cm an die gleichmässige Fläche und fixire das Siegelackklümpchen; dasselbe befindet sich dann jenseits des Fernpunktes meines rechten etwas kurzsichtigen Auges, mit dem ich alle diese Versuche anstelle. Nun mache ich ruckweise Kopfbewegungen nach oben und unten, während das Siegelackklümpchen fixirt wird: der Erfolg ist genau wie eben beschrieben, d. h. das dunkelblaue Nachbild wird blasshellblau oder verschwindet gänzlich. Der Erfolg ist also genau so, wie wir ihn (b., S. 257) geschildert haben.

2) Lidschlag. Man nehme ein Buch mit kleinem Drucke, fixire einen Punkt eines Buchstabens, bis die ganze Blattseite trübe erscheint. Nun schiebe man für etwa eine Secunde einen schwarzen Schirm vor das Auge, ohne dies letztere zu bewegen oder zu blinzeln: der Nebel ist unverändert. Blinzelt man dagegen, so verschwindet der Nebel, wenn auch freilich nur für kürzere Zeit, d. h. weniger vollständig, als durch Augenbewegungen.

Der Versuch gelingt nicht immer. Es wird nämlich zuweilen auch der Druck durch das Vorhalten des schwarzen Schirmes geklärt. Da indessen bei Lidschlag immer eine Klärung eintritt, bei Verschieben des Schirmes aber oft keine Spur von Klärung, so wird es wohl erlaubt sein anzunehmen, dass die misslungenen Versuche auf unbeab-

<sup>1)</sup> Die blaue Farbe ist Contrastwirkung des gelben Gaslichtes.

sichtigte und schwer vermeidbare Augenbewegungen bezogen werden müssen.

Wenn Hering (S. 14 und 15 seiner Abhandlung) hiergegen einwendet, dass selbst alle Secunden wiederholte Lidschläge nicht im Stande seien, das Auftreten eines Nachbildes bei längerem Fixiren zu verhindern, so beweist das meines Erachtens nichts gegen unseren Versuch und den daraus gezogenen Schluss. Denn es vermag ja auch ununterbrochener Wechsel der Beleuchtungsverhältnisse, z. B. fortwährendes Auf- und Niederschrauben der Gasflamme während des Fixirens, das Auftreten eines Nachbildes nicht zu verhindern. Es folgt daraus, dass in einem Falle der Lidschlag, im andern Wechsel der Belichtung nicht genügt, die Wirkung des Fixirens ganz aufzuheben; es folgt aber keineswegs, dass jene beiden Umstände wirkungslos sind.

3) Accommodation. Bezüglich der Wirkung der Accommodation auf das negative Nachbild haben wir uns (b., S. 270) zurückhaltend ausgesprochen, da es uns nicht möglich schien, mit völliger Sicherheit Augenbewegungen bei den Accommodationsversuchen auszuschliessen. Da indessen Hering die Wirkung der Augenbewegungen ebenso in Abrede stellt, wie die der Accommodation, so ist unser Versuch zur Widerlegung Hering's ohne Vorbehalt brauchbar. Man stellt ihn vielleicht am besten auf folgende Weise an: Man nimmt eine Blende, deren Loch enger ist, als das Sehloch des Auges bei stärkster Accommodation und guter Beleuchtung. Nachdem man sich ein negatives Nachbild verschafft hat, hält man die Blende möglichst nahe vor die Hornhaut und blickt die vor der gleichmässigen Fläche hängende Fixirmarke an. Nun accommodire man, ohne sich der Fixirmarke zu nähern oder sonst eine Bewegung auszuführen: das Nachbild verschwindet! Bei diesem Versuche hat sich nun doch an der Beleuchtung gar nichts geändert. Doch nein, eine kleine Aenderung ist allerdings zu bemerken: Das Gesichtsfeld

wird ein wenig enger. Eine einfache Ueberlegung zeigt, dass die sehr schräg durch die Blende tretenden Strahlenbündel bei der Verengerung der Pupille auf die Regenbogenhaut fallen, dass also die Grenzgebiete des Gesichtsfeldes lichtschwächer werden, bezw. verschwinden. Auf die mittleren Theile des Gesichtsfeldes hat die Verengerung der Pupille dagegen nicht den geringsten Einfluss. Nun sagt zwar Hering (S. 22), dass ein schwaches Nachbild schon merklich verändert werde, wenn seine Umgebung selbst in ziemlicher Entfernung vom Nachbilde eine veränderte Belichtung erfährt. Da man aber gerade bei dem eben beschriebenen Versuche recht gesättigte Nachbilder auslöschten kann, so bedarf es wohl keines besonderen Beweises, dass man es hier nicht mit einer Wirkung der geringen Einengung des Gesichtsfeldes zu thun hat.

Diese Versuche sind für mich persönlich vollkommen überzeugend. Trotzdem würde ich vielleicht nicht den Muth haben, einem Gelehrten von der Erfahrung und dem Ansehen Hering's geradezu zu widersprechen, wenn nicht andere, ebenfalls in der Wissenschaft anerkannte Beobachter den Einfluss der Augenbewegung und des Lidschlages auf das Nachbild bemerkt und beschrieben hätten. Ich brauche nur Helmholtz und Aubert zu nennen.

Zwar sagt Hering (S. 3), dass nach Plateau und Aubert die Augenbewegungen als solche keinen nachweisbaren Einfluss auf den Verlauf der Nachbilder haben und dieselben nicht zum Verschwinden bringen können. Plateau's Schriften sind mir nicht zugänglich. Bezüglich Aubert's dagegen kann ich auf Seite 366, 367 und 377 der Physiologie der Netzhaut verweisen, wo es z. B. heisst:

„Endlich sind die Bewegungen des Auges und der Augenlider von Einfluss auf die Dauer und Intensität der Nachbilder, sowie der Empfindlichkeitszustand der Netzhaut. — — — Ruhige Haltung des Auges begünstigt die Dauer des Nachbildes. Fixire ich einen Punkt auf grauem

oder schwarzem Papiere andauernd, so bleibt das Nachbild lange Zeit und wird immer intensiver, bis das Fixiren unmöglich wird. Mit der Bewegung des Auges verschwindet es und kehrt bei wiederholter Fixation wieder, wird auch bei andauernder Fixation wieder intensiver. Je häufiger Bewegungen eintreten, um so früher erlischt es. — — — Augenblinzeln und Druck auf das geschlossene Auge lassen das Nachbild momentan sehr intensiv auftreten, verkürzen aber die Dauer desselben.“

Hering wird vielleicht gegen all' dies einwenden, dass es nur einen völlig einwandfreien Versuch über die Einwirkungen des Lidschlages, der Augenbewegungen und der Accommodation auf die negativen Nachbilder gebe, nämlich Auslöschen derselben durch jene Bewegungsvorgänge im Dunkeln. Ich kann dem aus folgenden Gründen nicht beipflichten. Wenn ich im Dunkelzimmer ein weisses Quartblatt mit einer Stearinkerze aus 1,5 Meter Entfernung belichte, aus zwei Meter Entfernung für 20 Secunden fixire und nun die Kerze löschen lasse, so sehe ich ein dunkelblaues oder dunkelgrünes Nachbild mit dem Hering'schen Lichthofe, das heller ist als mein Gesichtsfeld, mithin des wesentlichen Merkmales eines negativen Nachbildes entbehrt. Belichte ich das Quartblatt schwächer, etwa durch Abrücken der Kerze auf zwei oder 2,5 Meter und stelle den Versuch übrigens in gleicher Weise an, so sehe ich unmittelbar nach dem Auslöschen der Kerze gar kein Nachbild; erst nach einigem Zuwarten von vielleicht fünf Secunden taucht ein Nachbild auf; es ist schwarz, dunkeler als das Gesichtsfeld, aber gleichfalls von einem Lichthof, also einer positiven Nachbilderscheinung umgeben. Rechnet man dazu, dass dies Nachbild sehr wenig dauerhaft ist, so wird man sagen müssen, dass die Verhältnisse zur Beobachtung von Einwirkungen auf das negative Nachbild so ungünstig wie nur möglich sind.

Gleichwohl habe ich unter diesen ungünstigen Bedingun-

gen Nachbilderversuche angestellt und eine Wirkung des Lidschlages nicht feststellen können. Dagegen habe ich durch Augenbewegungen und noch besser durch Accommodiren das Nachbild, sogar das ersterwähnte dunkelblaue beeinflusst, undeutlicher gemacht, für den Augenblick sogar zum Verschwinden gebracht, freilich nicht entfernt mit der Sicherheit und Regelmässigkeit wie in reagirendem Lichte. Aber selbst wenn sich Augenbewegungen und Accommodiren ebenso wirkungslos gezeigt hätten wie der Lidschlag, würde mich das durchaus nicht irre machen, da ja ganz offenbar das Nachbild im Dunkeln nicht wesensgleich ist mit einem Nachbild im Hellen, und da die Nachbilderversuche im Hellen sich, wie oben gezeigt wurde, völlig einwandfrei einrichten lassen.

Ich komme also zu dem Schlusse, dass unser Satz über Erholung der Netzhaut durch Hering nicht widerlegt worden ist. Bei dem Gewichte, das gerade Hering's Angaben über Erscheinungen wie die vorstehend erörterten, besitzen, ist es nicht bloss eine Maassregel der Streiterörterung, sondern auch ein persönliches Bedürfniss, mich zu fragen, ob der Widerspruch zwischen Hering's Angaben und den unsrigen nicht irgendwie erklärt werden kann. Am ersten könnte man wohl an folgende Erklärung denken:

Ein sehr sattes, negatives Nachbild wird durch Augenbewegungen und Lidschlag in der That nicht merklich beeinflusst, wie wir wiederholt (b., S. 257, 298 und 299) erwähnt haben. Ein etwas blasserer Nachbild dagegen wird durch Augenbewegungen pünktlich ausgelöscht und erscheint bei ruhiger Haltung des Auges wieder. Dies scheint Hering nicht geradezu in Abrede zu stellen, denn er sagt S. 17 und 18: „Wenn man freilich eine Bewegung gerade dann ausführt, wenn das Nachbild ganz von selbst im Verschwinden begriffen ist, so kann es zufällig während der Bewegung vollends verschwinden. Doch kehrt es wieder, wenn dieses Verschwinden nach dem Gesetze des Nachbild-



verlaufes nicht sein letztes Verschwinden war. Möglich, dass für Manche ein äusserst schwaches Nachbild unmerklich wird, wenn ihre Aufmerksamkeit wegen der auszuführenden Bewegung getheilt ist, aber dies hätte mit der vorliegenden Frage nichts zu thun.“

Auch auf S. 26 wird erwähnt, dass Accommodation ein negatives Nachbild zwar äusserst schwach, aber doch eben merklich in seinem Aussehen verändere; und in einer Fussnote wird hinzugefügt: „Dabei setze ich ein nicht längere Zeit für Dunkel adaptirtes Auge voraus, denn in einem solchen können starke Accommodationsänderungen oder Augenbewegungen sehr deutliche Erscheinungen herbeiführen.

Giebt Hering zu, dass unter gewissen günstig gewählten Umständen Nachbilder durch Augenbewegungen u. s. w. verschwinden, so wäre also nicht mehr eine Thatsache, sondern eine Deutung der Gegenstand des Streitiges. Der eben erwähnten Deutung Hering's kann ich mich nun allerdings nicht anschliessen, da man an ein und demselben Nachbilde das Erlöschen auf Augenbewegung, das Auftauchen bei stillgehaltenem Auge wiederholt beobachten kann, da das Auftauchen erst beginnt, nachdem die Bewegung bereits zu Ende und die Aufmerksamkeit nicht mehr getheilt, sondern auf den Ort des Nachbildes zusammengedrängt ist, da endlich jene Deutung im Grunde genommen doch nur das sein würde, was Hering<sup>1)</sup> „spiritualistische Physiologie“ genannt und mit ebensoviel Eifer als Erfolg als ein Verzichten auf wirkliche Erklärung bekämpft hat.

---

<sup>1)</sup> Zur Lehre vom Lichtsinn. S. 2.