

Zur Lehre von den Doppelbildern, die beim Sehen mit
beiden Augen entstehen
(sammt Zusatz).

[*Wiener akademische Sitzungsberichte 1854 und 1855 (Physiologische Studien).*]

(Hierzu Fig. 11, 12 u. 13 auf Taf. 13).

Hält man eine Druckschrift parallel zur Gesichtsfläche nahe vor die Augen, und schiebt die flache Hand so zwischen Buch und Gesicht, dass sich der Radialrand der Hand an Stirne und Nasenrücken legt, der Ulnarrand aber das Papier berührt, und auf diese Art beide Augen durch eine Scheidewand gänzlich getrennt werden, so tritt sehr leicht das oben, S. 248 erörterte Verhältniss ein, dass die Augen für die Buchfläche accommodirt bleiben, während der Durchkreuzungspunkt der Sehaxen hinter dieselbe fällt. Damit ist aber nothwendig auch die Entstehung von Doppelbildern gesetzt. In der That scheint sich das Bild, welches dem rechten Auge gehört, über das, dem linken Auge gehörige, in horizontaler Richtung von rechts nach links herüber zu schieben, während das Bild des linken Auges die entgegengesetzte Bewegung auszuführen scheint.

Abgesehen von dieser Art der Doppelbilder, welche wir bereits oben betrachtet haben, kommen unter den angegebenen Bedingungen leicht noch andere Doppelbilder zum Vorschein, da die Augen so zu sagen desorientirt sind.

Dort wo der Ulnarrand der Hand die Zeilen der Druckschrift berührt, erscheinen sie wie zerbrochen, und häufig an einander in verticaler Richtung verschoben, so dass die Fortsetzung der links gelegenen Zeilenhälfte auf der rechten Seite nicht in derselben Linie fortgeht, sondern um einen halben Zeilenabstand nach oben oder nach unten gerückt erscheint. Die Zeilenhälften der einen Seite entsprechen dann den Zeilenzwischenräumen der andern Seite, und umgekehrt. Diese

verticale Verschiebung kann so bedeutend sein, dass die Zeilenhälfte der einen Seite der zweiten oder dritten unter oder über ihrer eigentlichen Fortsetzung gelegenen Zeilenhälfte der anderen Seite entspricht, d. h. mit ihr in derselben horizontalen Linie liegt. Diese Art der Doppelbilder erklärt sich einfach durch die Drehung eines Auges nach oben oder nach unten.

Betrachtet man die obersten Zeilen der Druckschrift so, dass man die Augen sehr stark nach innen und oben wenden muss, so erscheinen die Zeilen wie gebrochen und die Hälften bilden einen nach oben offenen stumpfen Winkel. (Vgl. Taf. 13, Fig. 11).

Wendet man die Augen sehr stark nach innen und unten, so convergiren die Hälften der gebrochenen Zeilen ebenfalls unter einem stumpfen Winkel, welcher jedoch nach unten geöffnet ist, wie Fig. 12 (Taf. 13) zeigt.

Diese Art der Doppelbilder, wo horizontale und verticale Linien, welche das eine Auge sieht, eine Neigung gegen die von dem anderen Auge gesehenen horizontalen und verticalen Linien bekommen, erklären sich aus einer Drehung um die optische Axe, welche die Netzhäute in entgegengesetzter Richtung beim Sehen nach innen und oben und nach innen und unten erfahren. Mit dem RÜETE'schen Ophthalmotrop lässt sich diese Drehung um die optische Axe in Folge der Wendung des Auges nach innen und oben und nach innen und unten leicht demonstrieren.

Manchmal combinirt sich unter den angegebenen Bedingungen die horizontale Verschiebung der Bilder mit der verticalen und mit der zuletzt beschriebenen Drehung.

Man kann hier nicht eigentlich von Doppelbildern, d. h. von doppelten Bildern eines Gegenstandes reden, da das Gesichtsfeld des einen Auges von dem des anderen Auges vollkommen getrennt ist, und kein Gegenstand zu gleicher Zeit Object beider Augen sein kann; allein nichts desto weniger enthält das Obige einen Beitrag zur Lehre von den Doppelbildern, welche beim Sehen mit zwei Augen entstehen können, indem man sich den beschränkten Theil der Druckschrift, welchen ein Auge übersieht, zu einem Totalbilde des von beiden Augen übersehenen Theiles der Druckschrift ergänzt und auf diese Art zwei solcher Ergänzungen erhält, deren relative Lage man wie die von Doppelbildern beurtheilt.

Wenn die als Scheidewand zwischen den Augen dienende flache Hand entfernt wurde, dann sollte man meinen, müssten sich Doppelbilder im engeren Sinne zeigen, d. h. doppelte Bilder eines und desselben Gegenstandes. Dies ist auch für die ersten zwei Richtungen des Aus-

einandertretens der Bilder, nämlich die verticale und horizontale der Fall.

Das Auseinandertreten der Doppelbilder in der zuletzt erörterten Richtung kann jedoch ohne eine solche die Augen trennende Scheidewand nicht leicht zu Stande gebracht werden. Es scheint, dass die hierzu nothwendige entgegengesetzte Drehung der Augen um die optische Axe durch eine Anstrengung der schiefen Augenmuskeln compensirt wird, wenn beide Augen frei denselben Gegenstand betrachten, indem dann die schon oben erörterte Tendenz einfach und deutlich zu sehen, als ein wirksames, die Bewegungen der Augen regulirendes Moment auftritt.

Die Doppelbilder lassen sich nach verschiedenen Eintheilungsgründen in verschiedene Gruppen bringen, z. B. nach den obwaltenden Accommodationsverhältnissen; nach den Retinastellen, auf welche sich die Bilder projiciren, endlich auch nach den verschiedenen Richtungen, in welchen die Doppelbilder auseinandertreten.

Im Vorliegenden haben wir alle nur irgend mögliche Hauptrichtungen, in welche die Doppelbilder sich über einander verschieben können, angegeben und erörtert.

Schliesslich erwähne ich noch, dass man Zeichnungen entwerfen kann, welche zerstreute Stücke eines Bildes darstellen, und durch die besondere Stellung der Augen zu einem Bilde vereinigt werden.

So gut man nämlich von einem Gegenstande zwei Bilder erhalten kann, eben so gut kann man bei passender Anordnung aus zwei Bildern Eines hervorbringen. Dies gilt für jede Richtung des Auseinandertretens der Doppelbilder. Zerschneidet man eine beliebige Zeichnung in zwei Hälften, und legt dieselben durch einen Zwischenraum von $\frac{1}{2}$ bis 1 Wiener Zoll getrennt, neben einander, und betrachtet sie so, dass die Augen für ihre Entfernung accommodirt bleiben, während die Augenaxen hinter denselben zur Durchkreuzung kommen — also unter den Bedingungen des oben S. 248 unter A 1 mitgetheilten Versuches — so wird man leicht die Stellung der Augen finden, wo sich die Hälften der Zeichnung folgendermassen gruppiren. (Siehe Taf. 13, Fig. 13). Es entstehen im Ganzen vier Bilder der aufgelegten zwei Hälften der zerschnittenen Zeichnung.

Die Bilder A' und B' gehören dem rechten, die Bilder A und B dem linken Auge. Die Bilder A und B' setzen ein vollständiges Bild zusammen.

Dieses Beispiel mag für alle anderen Fälle genügen; nur mag noch bemerkt werden, dass, wenn man diese und ähnliche Zeichnungen betrachtet, während man eine trennende Scheidewand zwi-

schen den Augen errichtet, die beiden Bilder A und B' ganz wegfallen, und die Verschmelzung der beiden Hälften zu einem Bilde noch besser in die Augen springt.

Zusatz.

a) In dem vorliegenden Paragraphen habe ich alle möglichen Hauptrichtungen, in welchen gesehene Objecte zu Doppelbildern auseinander treten können, angegeben und an einem Versuche erörtert.

G. MEISSNER¹⁾ hat diesen Versuch, im Zusammenhange mit seinen vortrefflichen Untersuchungen über den Horopter, gleichfalls, jedoch nicht vollständig behandelt. Den wesentlichen Punkt meiner Mittheilung, welchen MEISSNER unberücksichtigt liess, bringe ich hier noch einmal zur Sprache; nämlich: jenes Auseinandertreten der Doppelbilder in verticaler Richtung, welches sich »einfach durch die Drehung eines Auges nach oben« oder nach unten« — also durch Augenbewegungen erklärt, welche die Sehaxen in verschiedene Ebenen auseinander stellen und ihre Intersection aufheben.

Ich habe diese neue Thatsache a. a. O. mit so geringer Ausführlichkeit behandelt, dass sehr leicht Zweifel an der Richtigkeit meiner Angabe entstehen können. Da ich überdies die Umstände, welche gewöhnlich und auch in dem mitgetheilten Versuche zum grossen Theil ein scheinbares verticales Auseinandertreten der Doppelbilder bedingen, gar nicht erwähnt habe, so liegt vielleicht für Manche der Verdacht nahe, ich hätte mir eine Verwechslung zu Schulden kommen lassen und es sei Nichts mit meiner Beobachtung, indem dieselbe auf andere Weise, als durch jene bisher bezweifelte Augenbewegungen erklärt werden müsse.

Um solchen Missverständnissen vorzubeugen und das von mir behauptete Vorkommen jener Augenbewegungen überzeugend festzustellen, lasse ich hier eine etwas ausführlichere Auseinandersetzung des Gegenstandes folgen.

Die Entstehung der Doppelbilder überhaupt beruht bekanntlich darauf, dass die Bilder eines Gegenstandes nicht auf identische Punkte der Netzhäute fallen. Die Richtung, in welcher die scheinbare Verdoppelung des Gegenstandes stattfindet, hängt von der relativen Lage der beiden Netzhautbildchen ab. Solcher Hauptrichtungen gibt es, wie ich gezeigt habe, drei und man könnte hiernach die Doppelbilder in verticale, horizontale und geneigte oder

¹ A. a. O., S. 75, §. 43.

gedrehte eintheilen — der möglichen Combinationen nicht zu gedenken.

Ein Auseinandertreten der Doppelbilder in verticaler Richtung wird ganz allgemein dann stattfinden, wenn das eine Bild unter, das andere über einem Netzhautpunkte, welcher für beide Netzhäute identisch ist, auffällt. Dieses Lagerungsverhältniss der Doppelbilder tritt nun unter verschiedenen Umständen ein.

α) Wenn die Augenaxen weder parallel stehen, noch 45° gegen den Horizont geneigt sind, so findet, nach MEISSNER¹⁾, auf dessen Arbeit ich wegen des Details verweise, in Folge der Neigung der »Trennungslinien« gegen einander, für die Bilder von einem neben dem fixirten gelegenen Punkte, stets ein solches Lagerungsverhältniss auf den Netzhäuten statt, dass ein Uebereinandertreten der Bilder in rein verticaler oder schräger Richtung erfolgen muss. Die über einander verschobenen Doppelbilder werden unter diesen Umständen Beide indirect gesehen.

β) Wenn man den Kopf nach der Seite neigt, so müssen sich die rechtseitigen oder verkehrten Doppelbilder eines Gegenstandes in verticaler Richtung über einander verschieben, und zwar werden rechtseitige Bilder sich zu heben, verkehrte hingegen sich zu senken scheinen, wenn das eine Auge, welchem die Bilder angehören, durch Neigung des Kopfes über die Horizontale gehoben wird, während das andere Auge in seiner ursprünglichen Höhe erhalten oder unter die Horizontale gesenkt wird, und vice versa.

Eines der unter diesen Umständen entstandenen verticalen Doppelbilder kann direct gesehen werden, ja wenn die Bilder eine mehr als punktförmige Ausdehnung haben, können beide auf die Axenpunkte der Netzhäute fallen — freilich mit verschiedenen Theilen, da sie sonst zu Einem Bilde verschmelzen müssten.

γ) Steht die die beiden Axenpunkte der Netzhäute verbindende Linie in Folge der Drehung eines Auges nach auf- oder abwärts, oder in Folge einer gleichzeitigen Wirkung der Aufwärtsroller, an dem einen, der Abwärtsroller an dem anderen Auge nicht in Einer Ebene mit der horizontal gestellten »Schbase« (TOURTUAL), so sind die Bedingungen für verticale Doppelbilder gesetzt. Es ist aber die Frage, ob solche Augenbewegungen möglich sind.

»Die Bewegungen der Augäpfel« sagt TOURTUAL²⁾, »sind durch

¹ A. a. O., S. 59, §. 33.

² A. a. O., S. 6.

eine noch unerklärte, doch ohne Zweifel in dem Verhältnisse der Ursprünge der *Nervi oculomotorii* begründete Nothwendigkeit in der Weise von einander abhängig, dass die Drehung des einen, durch welche die Axe desselben aus der Axenebene nach oben oder unten abweicht, auch eine gleiche Abweichung der Axe des anderen zur Folge hat, welche nun in die Ebene, welche die bewegte erste Axe mit der Sehbase einschliesst, zu liegen kommt. Die Axenebene zerfällt selbst dann nicht, wenn beim Vorsichhinstarren die Axen eine parallele Stellung annehmen oder im Schlafe ein- und aufwärts gewendet sind, auch scheint eine Art des Schielens, in welcher die Axen aus der Ebene weichen, nicht vorzukommen⁽¹⁾.

Diesem entgegen behaupte ich nun, dass jene bezweifelten oder geleugneten Augenbewegungen und das Zerfallen der Axenebene unter gewissen Umständen dennoch wirklich vorkommen.

Die Richtigkeit meiner Behauptung glaube ich durch folgende Versuche über allen Zweifel erheben zu können. Zunächst stelle ich eine Linie, die Zeilen einer Druckschrift oder den Rand einer Tischplatte mittelst einer Libelle genau horizontal. Dann bringe ich die »Sehbase« und die die beiden Axenpunkte der Netzhäute verbindende Linie in eine solche Lage, dass diese beiden Linien mit dem horizontal gestellten Objecte in Eine Ebene fallen. Dies geschieht, indem ich das horizontal gestellte Object in verkehrte Doppelbilder aus einander treten lasse und, den Kopf von einer Seite zur anderen neigend, jene Stellung des Kopfes bestimme, bei welcher die verkehrten Doppelbilder genau in Einer Horizontalen stehen. Ist die gewünschte Stellung des Kopfes ausgemittelt, so lasse ich auf meinem Kopfe eine Wasserwaage horizontal befestigen, welche einem Gehilfen jede unwillkürliche seitliche Neigung des Kopfes sogleich an gibt.

Nach diesen Vorbereitungen, welche mich offenbar in den Stand setzen, ein etwaiges Zerfallen der Axenebene mit grosser Genauigkeit zu erkennen, schreite ich zu folgenden Versuchen.

1. Ich schliesse und öffne abwechselnd das eine Auge, während das andere ruhig nach dem horizontal gestellten Objecte sieht und beobachte die relative Stellung der dabei entstehenden verkehrten Doppelbilder.

2. Ich verkleinere, während der Betrachtung des horizontal gestellten Objectes, den Convergenzwinkel der Sehaxen immer mehr und mehr, bis die Sehaxen parallel stehen und bringe dieselben endlich bis zur Divergenz.

¹ Vergl. dagegen Archiv für Ophthalmologie von GRAEFE. Berlin 1854. Band I, Abth. I, S. 11.

3. Ich betrachte Objecte, welche von der Medianlinie (Mittelaxe, TOURTUAL) so weit seitlich entfernt sind, dass sie dem einen Auge beträchtlich näher stehen, als dem anderen¹⁾.

Unter allen diesen Umständen habe ich verticale Doppelbilder entstehen sehen, welche einem Zerfallen der Axenebene ihren Ursprung verdanken. Ich erkannte und erschloss dies mit Sicherheit daraus 1) dass die Libelle, die an meinem Kopfe befestigt war, nicht die geringste Schwankung, während der Entstehung und Beobachtung der Doppelbilder zeigte und 2) dass die Object-Punkte, welche in die Verlängerung der Sehaxen fielen und daher auf den Axenpunkten der Netzhäute sich abbildeten, nicht in einer horizontalen Linie lagen, sondern dass die diese Punkte des Objectes verbindende Gerade, nach einer oder der anderen Richtung gegen den Horizont geneigt war oder selbst vertical stand.

Ad 1. Obschon TOURTUAL²⁾ BELL's Behauptung einer stattfindenden Bewegung des Augapfels während des Lidenschlages bestätigt und näher bestimmt hat, so ist es ihm doch entgangen, dass diese Bewegungen zum Theil solcher Art sind, wie er sie in der sub γ citirten Stelle aus dem Jahre 1842 geleugnet hat.

Das Bild des geschlossenen Auges finde ich nach meinen Beobachtungen bei der Oeffnung desselben in dreifacher Richtung gegen das Bild des während des ganzen Versuches offen gehaltenen Auges verschoben; experimentire ich mit dem linken Auge, so erscheint das Bild nach rechts und nach unten geneigt oder gedreht. Demgemäss hat sich also das linke Auge während des Lidenschlages nach aussen (links) und nach oben gewendet und zugleich etwas um die optische Axe in der Richtung von aussen (links) und unten nach innen und oben gedreht. Dasselbe gilt *mutatis mutandis* für das rechte Auge.

Ad 2. Während ich die Convergenz der Augenaxen in den Parallelismus und diesen in die Divergenz übergehen lasse, treten die verkehrten Doppelbilder, in welchen das horizontal gestellte Object erscheint, immer weiter und weiter aus einander und erleiden dabei zugleich eine mehr oder weniger auffallende verticale Verschiebung. Für eine Entfernung des Objectes von 3 Fuss mochte diese Verschiebung oft bis etwa 6 Wiener Linien betragen. Werden die Zeilen einer Druckschrift als horizontal gestelltes Object verwendet, so kann man sich sehr leicht überzeugen, dass unter diesen Umständen die Axenebene

¹ Vergl. Nr. XIX.

² Müller's Archiv 1838, S. 326.

zerfalle, indem die Verlängerungen der Augenaxen Buchstaben treffen, welche in verschiedenen Zeilen liegen. Bei mir tritt immer das Bild des linken Auges über das des rechten Auges herauf — die Sehaxe des rechten Auges trifft verlängert einen höher gelegenen Punkt des Objectes als die Sehaxe des linken Auges. Bei anderen Individuen mag dies vielleicht umgekehrt sein.

Ad 3. Unter den angegebenen Umständen treten, wenn die Asymmetrie der Augenstellungen gewisse Grenzen überschreitet, endlich Doppelbilder auf, und es wird unmöglich, einfach und deutlich zu sehen. Befindet sich das Object, z. B. eine senkrecht auf der horizontalen Linie stehende Nadel, auf der rechten Seite, so dass beide Augen stark nach rechts gewendet werden müssen, so steht das Bild des linken Auges rechts von dem Bilde des rechten Auges und oft sehr beträchtlich tiefer als dieses und erscheint zugleich etwas nach rechts hin geneigt. Je näher das zu betrachtende Object *caeteris paribus* steht, je grösser also der Convergenzwinkel der Augenaxen sein müsste, um dasselbe einfach zu sehen, desto schwieriger ist es, die Entstehung von Doppelbildern zu verhindern und die Sehaxen auf dem Objecte zum Durchschneiden zu bringen. Durch eine mehr oder minder beträchtliche Anstrengung der Einwärtsroller der Augen gelingt es wohl meist, den geforderten Convergenzwinkel der Sehaxen zu erzwingen, so dass sich die Doppelbilder einander in horizontaler Richtung immer mehr und mehr nähern und endlich ganz in Eins verschmelzen, wenn sich die verticale Verschiebung und Neigung oder Drehung derselben corrigiren. Dies geschieht jedoch nicht immer und zwar dann nicht mehr, wenn das Object zu nahe steht und eine zu starke seitliche Drehung der Augen verlangt, um bei festgestelltem Kopfe gesehen zu werden. Die verticale Verschiebung, welche sich, wie ich bemerkt habe, mit dem Aufwärtsneigen der Sehaxen, bei höherem Stande des zu betrachtenden Objectes, steigert, corrigirt sich beinahe noch schwieriger, als die Drehung oder Neigung, so dass man unter diesen Umständen — ohne gerade besonders geübt zu sein — oft die Gelegenheit hat, sich zu überzeugen, wie die Punkte des Objectes, welche in der Verlängerung der Sehaxen liegen, senkrecht über einander zu stehen kommen. Sind beide Augen, wie in dem obigen Falle, nach rechts gedreht, so ist die Sehaxe des rechten Auges auf einen unterhalb der Spitze gelegenen Punkt der Nadel gerichtet, während die Axe des linken Auges die Nadelspitze selbst trifft.

Die verticale Verschiebung der Zeilenhälften in dem in der vor-

stehenden Abhandlung angegebenen Versuche kann nach dieser Auseinandersetzung also durch sämtliche sub α , β und γ erörterten Umstände bedingt sein. Welche von diesen Umständen einzeln oder combinirt in einem gegebenen Falle vorhanden sind, ist jedoch nicht immer ganz leicht zu ermitteln.

b) Dass man durch eine passende Stellung der Augen zwei Bilder oder Bildtheile zu Einem Bilde vereinigen könne, hat bereits DOVE¹⁾ gezeigt und in Anwendung gebracht.

¹ Darstellung der Farbenlehre und optische Studien. Berlin 1854, S. 164.