

# Ueber das Aubert'sche Phänomen und verwandte Täuschungen über die vertikale Richtung.

Von

Dr. WILIBALD A. NAGEL,  
Privatdozent in Freiburg i. Br.

Im Jahre 1860 theilte AUBERT eine interessante Beobachtung mit<sup>1</sup>, welche darin bestand, dass er eine vertikale helle Linie, die sich im sonst vollkommen dunkeln Zimmer als einziges Objekt im Gesichtsfelde befand, in bedeutendem Grade schief stehen sah, wenn er den Kopf seitwärts gegen die Schulter neigte. Diese Täuschung werde ich im Folgenden abkürzend als das „AUBERT'sche Phänomen“ bezeichnen.

Der einzige Autor, welcher die Erscheinung nach AUBERT eingehend untersucht und besprochen hat, ist meines Wissens MULDER.<sup>2</sup>

Wenn ich das in Rede stehende Phänomen, trotzdem dasselbe von den genannten beiden Autoren in sehr gründlicher Weise untersucht worden ist und mir deren thatsächliche Ergebnisse in allen wesentlichen Punkten unanfechtbar erscheinen, von Neuem zum Gegenstande der Untersuchung gemacht habe, so leiteten mich dabei verschiedene Gründe. Einmal habe ich

---

<sup>1</sup> AUBERT, H. Eine scheinbare bedeutende Drehung von Objekten bei Neigung des Kopfes nach rechts oder links. In: *Arch. f. path. Anat. u. Physiol.* Bd. 20. (N. F. Bd. 10.) 1861. S. 381—393.

Vergl. auch: *Physiologie der Netzhaut*, Breslau 1865. S. 275—278.

<sup>2</sup> MULDER, M. E. Ons oordeel over vertikal, bij neiging van het hoofd naar rechts of links. In: *Feestbundel a. F. C. DONDEERS*, Amsterdam.

einiges Neue an thatsächlichen Beobachtungen mitzutheilen und zweitens lag mir namentlich daran, die Beziehungen des AUBERT'schen Phänomens zu den bei Seitwärtsneigung des Kopfes eintretenden Augenbewegungen einerseits und zu gewissen anderen Täuschungen über die Lage der Vertikale andererseits zu untersuchen und zu erörtern. Gerade durch die Beziehungen zu den Funktionen des „statischen Sinnes“, wie sie sich aus den Beobachtungen von BREUER, DELAGE u. A. ergeben, scheint mir das AUBERT'sche Phänomen noch an Interesse gewinnen zu sollen.

AUBERT's einfache Deutung seiner Beobachtung, welche diese aus dem Vergessen der mit dem Kopfe vorgenommenen Neigung herleitete, hat durch die weitergehenden Versuche MULDER's stark an Wahrscheinlichkeit eingebüsst, ja sie kann als widerlegt gelten. MULDER selbst wusste jedoch eine andere, plausible Deutung nicht zu geben.

DELAGE,<sup>1</sup> welcher andere, unten noch näher zu besprechende, statische Täuschungen durch die Mitwirkung unbeabsichtigter und unbewusster Augenbewegungen zu erklären suchte, musste selbst zugeben, dass seine Erklärung der AUBERT'schen Täuschung gegenüber versage. Sein Erklärungsversuch für diese letztere, in einer Anmerkung kurz mitgetheilt, ist aber ganz offenbar unzureichend, wie dies auch AUBERT bei Gelegenheit seiner Uebersetzung des DELAGE'schen Werkes betont hat. Die somit noch fehlende vollständige Erklärung des AUBERT'schen Phänomens kann auch ich nicht geben, glaube aber doch zu der Analyse desselben einige Beiträge liefern zu können.

Eine der auffallendsten Eigenschaften des AUBERT'schen Phänomens ist seine Inkonstanz, die sich bemerklich macht, wenn eine und dieselbe Person die Beobachtung zu verschiedenen Zeiten ausführt, und namentlich auch, wenn verschiedene Personen den Versuch unter den gleichen äusseren Bedingungen anstellen.

Ich werde zunächst angeben, in welcher Weise sich mir die Erscheinung darstellt, daran anschliessend die Abweichungen, welche andere Versuchspersonen beobachteten. Bei der Be-

<sup>1</sup> Physiologische Studien über die Orientirung, unter Zugrundelegung von YVES DELAGE: études expérimentales sur les illusions statiques et dynamiques de direction pour servir à déterminer les fonctions des canaux demicirculaires de l'oreille interne, von HERMANN AUBERT. Tübingen 1888.

schreibung dieser Beobachtungen muss ich naturgemäss manches wiederholen, was schon AUBERT und MULDER gefunden haben, ohne dass ich dies im einzelnen Falle immer wieder anführe. Als Objekt der Beobachtung diente mir in einer ersten Reihe von Versuchen eine in sonst vollkommen dunklem Raume angebrachte Lichtlinie, erzeugt durch einen schwach glühenden Platindraht oder einem schmalen, mit transparentem Papier überzogenen Spalt von ca 30 cm Länge in einer drehbaren Metallscheibe, welche von der Rückseite beleuchtet werden konnte.

Diese Lichtlinie vermag ich, wenn ich sie aus etwa 2 m Abstand betrachte, mit ziemlicher Genauigkeit vertikal einzustellen, so lange ich den Kopf in aufrechter Stellung halte. Eine Abweichung von  $3^{\circ}$  ist schon sehr merklich und selbst eine seitliche Neigung von  $1^{\circ}$  wird nicht leicht übersehen. Man stellt eine isolirte Lichtlinie im Dunkeln kaum weniger sicher in die vertikale Richtung ein, als eine drehbare Linie im hellen Raume bei gleichzeitiger Wahrnehmung der umgebenden Objekte.

Neige ich mich nun unter Biegung von Hals- und Lendenwirbelsäule um  $90^{\circ}$  auf die Seite, sodass die Verbindungslinie beider Augen vertikal steht, so erscheint mir die in Wirklichkeit vertikale Lichtlinie jetzt niemals vertikal, sondern stets in einem der Kopfneigung entgegengesetzten Sinne geneigt. Ich habe dann eine ganz bestimmte Vorstellung von der Richtung der Schwerlinie, aber die Linie, von der ich weiss, dass sie vertikal ist, fällt mit jener Richtung nicht zusammen; ich kann sie nun in die scheinbare vertikale Richtung durch Drehung der Scheibe einstellen und nachher den Betrag der Drehung an einem Gradbogen ablesen.

Dieser Betrag ist, wie erwähnt, bei den einzelnen Versuchen sehr wechselnd. Relativ klein ist er regelmässig dann, wenn ich eben aus dem hellen ins Dunkelzimmer getreten bin, etwa  $5\text{--}10^{\circ}$ . Verweile ich in der geneigten Stellung, so nimmt die Neigung der Linie im Lauf der nächsten Minuten beträchtlich zu, bis auf  $30\text{--}40^{\circ}$ , selten bis zu  $50^{\circ}$ . Habe ich mich schon längere Zeit im Dunkelzimmer aufgehalten, so tritt diese starke Neigung viel rascher ein.

Erhellung des Zimmers, wobei die umgebenden Objekte sichtbar werden, lässt die Täuschung augenblicklich verschwinden.

Für das Zustandekommen der Täuschung ist es gleichgültig, ob ich, während ich die Seitwärtsneigung ausführe, die Augen

offen oder geschlossen halte. Oeffne ich letzterenfalls die Augen, wenn ich mich in der Seitenlage befinde, so erscheint die Linie sogleich schief. Abweichend von MULDER finde ich (sowie alle von mir befragten Beobachter), dass ein vorübergehendes Schliessen der Augen während der geneigten Kopfhaltung die Neigung der Linie niemals vermindert. Uebereinstimmend mit MULDER, aber abweichend von AUBERT, erhalte ich das Maximum der Ablenkung nach einigen Minuten; dass bei längerem horizontalen Liegen und Beobachten die Lichtlinie nahezu horizontal erscheint, wie AUBERT es fand, habe ich nie gesehen. Es müssen dies individuelle Unterschiede sein.

Die isolirte Lichtlinie im dunkeln Raume, das Objekt, an welchem allein AUBERT seine Betrachtungen anstellte, ist nicht das einzige Mittel, um diese Täuschung zu erzeugen. Bedingung ist nur, dass ausser einer zu beobachtenden geraden Linie sich im Gesichtsfeld kein anderes Objekt befindet, welches ein Urtheil über die wahre Lage der Vertikalen zu fällen ermöglicht. Man kann also den Versuch auch im Hellen anstellen, wie schon MULDER gezeigt hat, indem er ein innen geschwärztes Rohr vor ein Auge brachte und hierdurch eine Linie an der Wand betrachtete. Ich habe anfangs ähnliche Vorrichtungen benutzt, und, wie MULDER, keine so gleichmässigen Resultate erhalten, wie im Dunkeln; häufig blieb das Phänomen ganz aus. Es liess sich jedoch nachweisen, dass dies an der Unvollkommenheit der Vorrichtung lag, welche die oben genannte Bedingung nicht ausreichend erfüllte. Mit geeigneter Methode lässt sich der Versuch auch im Hellen mit der gleichen Sicherheit und dem gleichen Erfolge wie im Dunkeln ausführen. Ich schliesse zu diesem Zwecke das eine Auge und bringe vor das andere eine dicht anschliessende undurchsichtige Kapsel, welche vorne, dicht vor dem Corneascheitel eine glattrandige runde Oeffnung von 1 mm Weite hat. Blickt man hierdurch gegen eine helle Wand, so sieht man ein kreisrundes Stück derselben, unscharf begrenzt durch das Zerstreungsbild des Irisrandes. Eine an der Wand befindliche vertikale Linie erscheint, durch diese Vorrichtung betrachtet, schief, sowie man den Kopf stark seitwärts neigt.

Hebe ich das untere Lid des beobachtenden Auges innerhalb der Kapsel so weit, dass von dem hellen Kreise unten ein kleines Segment durch den Lidrand verdeckt wird, so tritt das

Phänomen nicht so sicher und deutlich auf, zuweilen fehlt es sogar ganz.

Auffallender noch als diese Beobachtung ist die folgende: Das Phänomen tritt schon weniger leichter als bei Beobachtung einer einzelnen Linie dann ein, wenn ich durch das enge Diaphragma ein etwas komplizirtes Objekt betrachte, dessen wahre Lage im Raum mir bekannt ist, beispielsweise eine Stelle der hölzernen Thürfüllung mit Leisten und beschatteten Vertiefungen. Selbst wenn ich es so einrichte, dass nur vertikale Linien im Gesichtsfelde auftreten, zeigt sich doch an diesen die AUBERT'sche Täuschung minder deutlich, als an der isolirten Linie auf weisser Wand.

Betrachte ich aber die Stelle der Thüre, wo sich vertikale und horizontale Leisten kreuzförmig treffen, so tritt hierbei das Phänomen in der Regel gar nicht ein. Ein Kreuz aus einfachen Linien auf weisser Wand dagegen zeigt dasselbe so deutlich, wie die einfache vertikale oder horizontale Linie.

Betrachte ich die Tischkante oder die Linie, in welcher der Fussboden mit der Wand des Zimmers zusammenstösst, so erscheinen mir diese Objekte nie in merklichem Grade schief geneigt. Dies ist sehr auffallend. Von der Linie, welche ich an die Wand gezeichnet habe, weiss ich ja auch, dass sie vertikal oder horizontal und nicht schief ist, genau wie die Tischkante und die Thürfüllung. Das unbewusste Urtheil aber, welches das Zustandekommen der Täuschung in so erheblichem Maasse beherrscht, macht offenbar subtile Unterschiede. 'Der Zwang, jene bekannten Objekte, als Theile des Zimmers in ihrer wahren Lage zur Vertikalen vorzustellen, ist so stark, dass er die Täuschung nicht aufkommen lässt. Die einfache gerade Linie übt diese Wirkung nicht, sie unterliegt dem Zwange der Täuschung.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Eine weitere Illustration für diesen Unterschied giebt folgender Versuch: Sehe ich mit schief gehaltenem Kopfe durch das Diaphragma die Linie an, in welcher der Fensterposten an die Fläche des hellen Himmels grenzt, so tritt eine AUBERT'sche Täuschung über die Lage dieser Grenzlinien nicht leicht ein, so lange das Bild klar ist und ich daher den Fensterposten als solchen erkenne. Sofort aber tritt die Täuschung ein, wenn ich die Deutlichkeit des Bildes herabsetze, etwa indem ich ein angehauchtes Glasplättchen vor die Oeffnung des Diaphragma bringe. Ich sehe dann eine helle und eine dunkle Fläche ohne Details, und die Grenzlinie beider Flächen steht schief.

Schon AUBERT und MULDER haben angegeben, dass Aufmerksamkeit und Uebung auf den Eintritt des Phänomens ohne jeden Einfluss sind. Wenn man den Versuch noch so oft gemacht hat, man verfällt dem Zwange der Täuschung bei geeigneter Versuchsanordnung immer wieder. Bemüht man sich, es sich klar zu machen, dass die schief erscheinende Linie in Wirklichkeit vertikal steht, so tritt dem der unmittelbare Sinnesindruck und das aus demselben gebildete Urtheil mit Bestimmtheit entgegen. Ich finde sogar, dass bei den Versuchen, sich die scheinbare Schiefheit der Linie als Täuschung zu vergegenwärtigen, der Grad der Ablenkung häufig noch zunimmt, die Linie „erst recht“ schief wird.

Ich möchte gleich an dieser Stelle darauf hinweisen, wie ganz anders die Erscheinung ist, die man beobachtet, wenn man die Neigung des Kopfes zur Schulter statt von der vertikalen Körperstellung aus, von der horizontalen Rücken- oder Bauchlage aus ausführt und dabei wiederum im Gesichtsfelde nur eine gerade Linie ohne weitere Orientierungsmittel hat. Bei der bisher besprochenen (vertikalen) Stellung fällt man sofort ein sicheres Urtheil über die Lage: sie steht vertikal, horizontal oder mehr oder weniger schief (— gleichviel, ob dies Urtheil ein objektiv richtiges ist, oder nicht —). Ganz anders in der horizontalen Rücken- oder Bauchlage. Hier drängt sich ein solches Urtheil nicht nur nicht auf, es lässt sich nicht einmal bei gespannter Aufmerksamkeit einigermaßen bestimmt fällen. Es giebt da keine bevorzugte, den Sinnen sich unmittelbar darstellende Richtung, mit welcher die beobachtete Gerade zusammenfallen oder gegen die sie schief liegen könnte. Einigermaßen bevorzugt ist nur diejenige Linie, welche man gerade über dem Körper, parallel mit dessen Längsachse verlaufend sich denken kann, und dann die in der gleichen Ebene auf jener senkrecht stehenden Gerade. Allein diese Richtungen sind weit weniger genau bestimmt und bestimmter, als die Vertikale. Ich kann wohl, auf dem Rücken liegend, eine über meinem Gesicht schwebende, als einziges geradliniges Objekt im kreisförmig begrenzten Gesichtsfeld befindliche Gerade ungefähr in die Richtung meiner Körperachse einstellen, aber das Gefühl der Unsicherheit dabei ist deutlich und die Fehler sind ansehnlich.<sup>1</sup> Ich be-

<sup>1</sup> Es ist bemerkenswerth, dass bei diesen Versuchen im Gegensatz zu denjenigen, welche das AUBERT'sche Phänomen betreffen, bei mir sich sehr

merke, dass ich dabei fortwährend reflektire, wie mein Körper und wie mein Kopf im Verhältniss zu jenem liegt.

Diese Unsicherheit in der Beurtheilung aller jener Geraden, welche senkrecht zur Vertikalen in einer horizontalen Ebene verlaufen, war von vornherein zu vermuthen gewesen, tritt aber bei Anstellung der genannten Versuche mit überraschender Deutlichkeit ins Bewusstsein, am meisten aber dann, wenn man versucht, zu urtheilen, ob auch bei Einhaltung der Rückenlage die Neigung des Kopfes gegen die eine Schulter eine Täuschung über die scheinbare Lage der beobachteten Linie zur Körperachse erzeugt, analog dem AUBERT'schen Phänomen.

Ich finde keine derartige Täuschung; ich stelle bei möglichst stark seitwärts gebogenem Kopfe die Linie gleich gut oder gleich schlecht in die Richtung der Körperlängsachse ein, wie bei gerader Kopfhaltung. Ebenso unsicher in die Längs- oder Querachse des Kopfes. Konstante Fehler finde ich nicht, von einer bestimmten zwangsmässigen Täuschung über die Lage der Linie zu meinem Körper oder Kopfe bemerke ich nichts.

---

Ich kehre nach dieser Abschweifung wieder zur Besprechung des AUBERT'schen Phänomens zurück. Wenn man den Kopf und Rumpf bald mehr, bald weniger weit auf die Seite neigt, so konstatirt man leicht, dass eine eigentliche Proportionalität zwischen den Kopfneigungen und der scheinbaren Neigung der Vertikalen nicht besteht. Bestimmt gilt das für mich und einen Theil der Beobachter, die auf meine Veranlassung den Versuch ausgeführt haben. Wir sehen, wenn die Kopfneigung den Betrag von  $50-60^{\circ}$  nicht überschreitet, die Linie gewöhnlich vertikal, und dann beim Ueberschreiten dieser Grenze plötzlich ganz erheblich geneigt.

Von jetzt ab nimmt allerdings die Neigung der Linie mit zunehmender Kopfneigung zu, aber nicht gleichmässig, sondern in unregelmässig springender Weise, woran nicht zum wenigsten

---

rasch heftiges Uebelbefinden mit Brechneigung einstellt, namentlich dann, wenn die über mir befindliche Linie (auf einen Kartonbogen gezeichnet) von einer anderen Person hin- und herbewegt wird. Der Zustand erinnert an Seekrankheit.

der Umstand Schuld ist, dass die Neigung sich oft plötzlich ohne ersichtlichen Grund wieder verringert.

AUBERT giebt an, dass er sein Phänomen schon bei kleinen Kopfneigungen eintreten sah, und auch mir haben dies einige Versuchspersonen angegeben, ein Unterschied gegen meine eigene Beobachtung, auf den ich noch zurückkommen werde.

Bei Neigungen über  $90^\circ$  nimmt die Neigung der Vertikalen noch zu, um bei etwa  $120\text{--}140^\circ$  ihr Maximum zu erreichen, soweit in dieser Lage noch zu beobachten ist. Bei  $180^\circ$  Neigung, wenn man zwischen den Beinen durchsieht, steht die Linie vertikal, wie in aufrechter Haltung.

Das AUBERT'sche Phänomen tritt auch bei passiver Körperbewegung ein. Man lässt sich zu diesem Zwecke auf einem um eine horizontale Achse drehbaren Brette in Seitenlage drehen, so dass der Körper schief und schliesslich horizontal liegt, ohne dass er dabei seine Haltung geändert zu haben braucht. Auch in diesem Falle tritt für mich das Phänomen gewöhnlich erst bei Neigungen von  $50\text{--}60^\circ$  überhaupt ein, und dann gleich sehr ausgeprägt.

Endlich kann man das Phänomen auch so erzeugen, dass man sich aus der aufrechten Stellung in die Rückenlage begiebt und nun in die Seitenlage wälzt; sofort erscheint die Vertikale schief.

---

Von besonderem Interesse sind die Bewegungserscheinungen, welche man an der isolirten Lichtlinie einerseits bei ruhiger schiefer Haltung des Kopfes und andererseits während der Bewegungen des Kopfes wahrnehmen kann. Wenn ich den Kopf aus der aufrechten Haltung langsam gegen die Schulter neige und hierbei nach einiger Zeit plötzlich die starke scheinbare Neigung der Lichtlinie beobachte, so lässt es sich deutlich erkennen, dass die Linie nicht etwa eine sichtbare Drehbewegung ausführt, sondern in einem Augenblick ist sie noch vertikal, im nächsten erheblich schief geneigt. Auch andere Beobachter haben mir diesen Eindruck bestätigt.

Wenn ich nun aber in ruhiger Seitenlage die schief erscheinende Linie beobachte, so habe ich den deutlichen Eindruck, dass die Linie sich in einer fast andauernden Drehbewegung befindet, und zwar in den meisten Fällen in einer Be-

wegung, welche die Linie der scheinbaren Vertikale nähert, sie also gewissermaassen aufrichtet. Die Vertikale wird jedoch nie erreicht. Zum Theil beruht dies darauf, dass jedes Blinzeln, jede kleine Augenbewegung die sich aufrichtende Linie sofort wieder um ein Stück zurückschnappen lässt, so dass die Linie aus der schiefen Lage nie herauskommt.

Aber auch, wenn man Blinzeln und Augenbewegungen vermeidet, kommt die Linie, trotzdem sie sich in andauernder Drehbewegung befindet, aus der schiefen Lage nicht heraus. Es ist das eine seltsame Erscheinung, die sich nicht durch Beschreibung klar machen lässt, sich dem Beobachter aber sofort aufdrängt: es besteht ein auffallendes Missverhältniss zwischen der Lebhaftigkeit der gesehenen Scheinbewegung und der Grösse der durch jene erzeugten Lageveränderung des sich bewegenden Objectes. Bei Besprechung der galvanischen Reizversuche werde ich auf eine ähnliche Erscheinung hinzuweisen haben.

Ab und zu hat man den Eindruck, als ob die beobachtete Linie, abgesehen von ihrer Scheindrehung, ihre Lage im Raum wechsele, gewissermaassen fortschwebe. Auch diese Erscheinung habe ich von mehreren Seiten bestätigen hören. Sie fällt unter die Kategorie der unten noch näher zu besprechenden „auto-kinetischen Empfindungen“, ist aber nicht oft so deutlich ausgeprägt, wie bei Beobachtung eines kleinen lichtschwachen Punktes. Nur bei schiefer Lage auf dem Zapfenbrett sehe ich zuweilen die Lichtlinie in sehr lebhafter Scheinbewegung schweben.

Neben den soeben als am häufigsten auftretend beschriebenen Scheinbewegungen der Lichtlinie sehe ich ab und zu auch eine plötzliche Vergrösserung der Neigung, oder auch eine länger bestehende Tendenz zum schiefer werden.

---

Von anderer Art als die bisher beschriebenen sind die folgenden Scheinbewegungen, welche im Gegensatze zu jenen nicht so sehr Folge einer ungewöhnlichen Lage des Kopfes, als vielmehr einer Bewegung desselben in der frontalen Ebene sind, und demgemäss auch nur während und unmittelbar nach der Kopfbewegung bestehen.

Ich erhalte, wie oben erwähnt, bei Kopfneigungen unter  $50^\circ$  selten eine scheinbare Neigung der Vertikalen nach der entgegengesetzten Seite. Wohl aber bemerke ich stets eine sehr

deutliche, der Kopfbewegung gleichgerichtete Bewegung der vertikalen Linie, sobald ich den Kopf einigermaßen rasch seitwärts neige (z. B. in  $\frac{1}{2}$  Sekunde um  $20\text{--}30^\circ$ ). Die Scheinbewegung erfolgt nahezu gleichzeitig mit der Kopfbewegung, jedenfalls nur ganz wenig verspätet. Sie ist stets an Betrag geringer als die Kopfneigung; als Maximum fand ich für mich etwa  $12^\circ$ .

Diese Messung führte ich in der Weise aus, dass ich der Lichtlinie successive zunehmende Abweichungen von der Vertikalen ertheilte, und versuchte, bei welchem Grade von Neigung ich die Linie während einer Seitwärtsneigung des Kopfes (nach der anderen Seite) eben noch vorübergehend vertikal sah. Für einen anderen Beobachter betrug die Ablenkung etwa  $7\text{--}10^\circ$ .

Besonders auffallend wird die Bewegung der Linie dann, wenn man den Kopf (samt dem oberen Theile des Rumpfes) langsam pendelnd bald nach rechts, bald nach links neigt; die Lichtlinie macht diese Bewegungen in verkleinertem Maassstabe mit.

Halte ich nach einer Seitwärtsneigung des Kopfes um etwa  $30^\circ$  in dieser Lage still, so wird die Linie in der Regel alsbald wieder vertikal, bald so langsam und unmerklich, dass man nicht den Eindruck einer Drehung hat, bald auch schneller (innerhalb eines Bruchtheiles einer Sekunde), unter deutlicher Drehbewegung. Selten bleibt der Eindruck der schiefen Lage mehrere Sekunden bestehen.

Neige ich, nachdem die Linie trotz schiefer Kopfhaltung wieder vertikal geworden ist, den Kopf noch etwas weiter, so macht sie abermals einen Ausschlag im Sinne meiner Kopfbewegung.

Umgekehrt, wenn ich gleich anfangs den Kopf um etwa  $60^\circ$ , nach links beispielsweise, geneigt habe, und die Linie wieder vertikal erscheint, kann ich durch ruckweises Aufrichten aus der geneigten Stellung der Linie mehrmalige Ausschläge von den Vertikalen, mit dem oberen Ende nach rechts hin, ertheilen (je etwa  $5\text{--}7^\circ$ ).

Alle die genannten Scheinbewegungen, welche durch Kopfbewegungen erzeugt werden, treten auch ein, wenn die beobachtete Lichtlinie in einer horizontalen Ebene sich befindet, auf welche man von oben, stehend mit auf die Brust gesenktem Kopfe, oder auf einem hohen Tische in Bauchlage liegend, hinab-

blickt. Die Ebene des Gesichts ist dann ebenfalls horizontal und Drehung des Kopfes in dieser Ebene bei feststehendem Rumpfe lässt die entsprechenden Scheinbewegungen deutlich auftreten. Ein Analogon des AUBERT'schen Phänomens, eine dauernde Täuschung über die Lage der Linie, tritt in diesem Falle nicht ein.

Sehr auffallend ist es, dass nicht alle zu derartigen Beobachtungen überhaupt geeigneten Personen die Scheinbewegungen im gleichen Sinne wahrnehmen, gleichgerichtet mit den Kopfbewegungen, sondern zum Theil entgegengesetzt. Es scheinen diejenigen, welche die Erscheinung so sehen, wie ich es oben beschrieben habe, in der Minderheit zu sein, ich habe unter 19 untersuchten Personen nur 8 gefunden, deren Angaben mit dem stimmte, was ich sah.<sup>1</sup>

Die übrigen sehen die Lichtlinie entweder stets im umgekehrten Sinne der Kopfneigung von der scheinbaren Vertikalen abweichen, was wiederum bei einer langsamen Pendelbewegung des Kopfes am deutlichsten wird, oder sie sehen die Scheinbewegung der Kopfbewegung bald gleichgerichtet, bald entgegengesetzt (letzteres fand ich in 3 Fällen). Mehrere Beobachter haben mir angegeben, die Linie bewege sich nicht ganz gleichzeitig mit dem Kopfe, sondern folge diesem etwas nach, gewissermaassen wie eine träge Masse. Auch bewegte sich dieselbe, wenn der Kopf in geneigter Haltung stillgehalten wurde, noch etwas weiter in der eingeschlagenen Richtung, um dann bei der Mehrzahl der Beobachter in mässig geneigter Lage stehen zu bleiben, oder aber (seltener) sich allmählich wieder vertikal zu stellen. Es ergibt sich schon hieraus, dass, namentlich für die Ersteren, das AUBERT'sche Phänomen sich anders darstellen muss, als für mich, der ich bei kleinen Neigungen des Kopfes ein Mitgehen der Linie erhalte, nach Anhalten des Kopfes Rückgang der Linie zur Vertikalen, bei stärkeren Neigungen (über 60°) ein plötzliches Umschlagen der Schiefheit nach der entgegengesetzten Richtung, mit sehr erheblicher Abweichung von den scheinbaren Vertikalen. Für die Beobachter der zweiten

---

<sup>1</sup> Bei diesen Versuchen wurde sorgfältigst jeder suggestive Einfluss vermieden, die Beobachter wussten nicht, wie ich die Erscheinung sah, Uebrigens ist der Eindruck der Scheinbewegungen, ebenso wie derjenige der AUBERT'schen Täuschung ein so zwingender, dass jeder Beobachter sofort sein bestimmtes Urtheil abgeben kann.

Kategorie aber stellt sich die Linie (wie für AUBERT) schon bei geringen Neigungen des Kopfes schief im entgegengesetzten Sinne ein, und bei stärkeren Neigungen nimmt die Schiefheit nur successive zu. Auch hier fehlen aber die erwähnten unerklärlichen Unregelmässigkeiten in der Einstellung nicht. Der Hauptunterschied ist, dass die während der Bewegung eintretende Täuschung über die Lage der Linie im gleichen Sinne erfolgt, wie bei festgehaltener Kopfneigung um  $90^{\circ}$ , bei mir aber im umgekehrten Sinne.

Eine der Versuchspersonen der zweiten Kategorie habe ich auch die oben beschriebene Beobachtung an der horizontalen Linie bei auf die Brust gesenktem Kopfe ausführen lassen; auch hierbei trat eine der Kopfdrehung entgegengesetzte Drehung der Linie ein. In Rücksicht auf unten zu besprechende Beziehungen zwischen derartigen Täuschungen und reflektorischen Augenbewegungen erinnere ich schon hier daran, dass bei der Ausführung der eben genannten Bewegung Raddrehungen der Augen im umgekehrten Sinn der Kopfdrehung erfolgen (BREUER).

---

In letzter Linie habe ich noch Beobachtungen anzuführen, welche das Eintreten von Scheinbewegungen der Vertikalen bei galvanischer Durchströmung des Hinterkopfes betreffen.

Der Strom von 7 bis 8 hinter einander geschalteten kleinen Elementen (von etwa 1 Volt Spannung) wurde durch knopförmige feuchte Elektroden in der Fossa mastoidea beiderseits zugeleitet. Diese Ströme erzeugen bei mir kaum merklichen Schwindel, ganz schwaches Gefühl von Sinken nach der Kathode, keine objektiv erkennbaren Reflexbewegungen gegen die Anode hin, jedoch bald ziemlich heftige Uebelkeit und Brechneigung, letztere Symptome oft stundenlang anhaltend.

Im Moment des Stromschlusses macht die Lichtlinie einen deutlichen Ausschlag mit ihrem oberen Ende nach der Kathodenseite, durchschnittlich bei den verwendeten Stromstärken etwa  $7^{\circ}$ . Solange der Strom geschlossen ist, wird die Linie nicht wieder vertikal, sie erscheint vielmehr in andauernder Drehbewegung mit ihrem oberen Ende gegen die Kathode hin. Auch hier gilt der paradoxe Satz, wie oben für gewisse spontane Scheinbewegungen, dass trotz dieser fortdauernden Drehbewegung die Linie sich nicht merklich weiter von der vertikalen Lage ent-

fernt. Ueber eine Viertelminute habe ich den Versuch der unangenehmen Nebenwirkungen wegen nicht ausgedehnt.

Nach Oeffnung des Stromes geht die Linie alsbald zur Vertikalen zurück, unter deutlich sichtbarer Bewegung.

Ein Vertreter derjenigen Kategorie von Beobachtern, welche bei Kopfneigung die Scheinbewegung der Linie in entgegengesetztem Sinne erfolgen sehen, Herr Privatdozent Dr. BAAS, beobachtet die gleichen Erfolge der galvanischen Neigung, nur bedurfte es für ihn eines schwächeren Stromes, als für mich (4 Elemente gegen 7—8 bei mir).

Wenn ich in horizontaler Rückenlage durch das erwähnte enge Diaphragma eine an der Zimmerdecke sichtbare grade Linie betrachte und nun den galvanischen Reizversuch ausführe, beginnt die Linie alsbald zu rotiren, das dem Kopf zugekehrte Ende gegen die Kathode zu. Die Rotation dauert fort, solange der Strom geschlossen ist, und führt schliesslich zu dem Eindruck, dass die Linie, die in Wirklichkeit meiner Körperlängsachse parallel ist, gegen diese um etwa  $90^{\circ}$  verdreht ist. Nach Stromöffnung bleibt sie einige Sekunden in dieser Lage und beginnt dann eine deutliche Drehbewegung im umgekehrten Sinne, welche sie bis zu ihrer wahren Lage (parallel dem Körper) hinführt, dann aber noch beträchtlich über diese hinaus nach der anderen Seite. Nach etwa 45 Sekunden ist das Maximum dieses Ausschlages erreicht und nun erscheint die Linie ganz unvermittelt und plötzlich wieder in ihrer wahren Lage.

Ich habe diesen Versuch wegen seiner unangenehmen Nachwirkung und weil er wenig Aufklärendes versprach, nur wenige Male ausgeführt.

Zu erwähnen ist noch, dass ich bei der galvanischen Durchströmung des Hinterkopfes an meinen eigenen Augen eine objektive Raddrehung nicht feststellen konnte, weder bei Beobachtung im Hohlspiegel noch mittelst der Methode des blinden Fleckes. Doch muss dies an der Unsicherheit der Beobachtung während der Reizung liegen, denn Herr Geh. Hofrath v. KRIES konnte bei Lupenbeobachtung Raddrehungen meiner Augen allerdings von geringem Grade erkennen, welche in dem zu erwartenden Sinne erfolgten, das obere Ende des vertikalen Meridians neigte sich gegen die Kathode hin.

Soviel über das rein Thatsächliche der Beobachtungen. Ich wende mich nun zu ihrer Diskussion, speziell zu der Frage nach den Beziehungen der erwähnten Täuschungen zu den kompensatorischen Raddrehungen der Augen und den Labyrinthfunktionen.

Ausgangspunkt der vorliegenden Untersuchungen war die Ueberlegung, welchen Zweck oder Nutzen die kompensatorischen Raddrehungen des menschlichen Auges haben könnten, deren Existenz ich kürzlich gegenüber der Negirung von Seiten zweier französischer Autoren, CONTEJEAN und DELMAS<sup>1</sup> nachgewiesen habe. Wenngleich nun die Beobachtungen über das AUBERT'sche Phänomen nicht nur keine teleologische Erklärung der kompensatorischen Bewegungen beim Menschen ergeben, sondern, wie unten zu zeigen sein wird, dieselben eher als unnütz, wo nicht störend darstellen, möchte ich es doch nicht unterlassen, die Bedeutung der Kompensationsbewegungen für die Orientirung im Raum, wie sie sich aus vergleichend-physiologischen Beobachtungen vermuthen lässt, mit ein paar Worten zu besprechen. Der nächst liegende Gedanke ist ja wohl der, dass durch Raddrehungen und die bei vielen Thieren sich neben diesen vollziehenden kompensatorischen Bewegungen des Kopfes die Verschiebung des Bildes der umgebenden Objekte auf der Retina bei aktiven oder passiven Körperbewegungen entweder ganz verhindert, oder mindestens verringert oder verlangsamt werden soll.

Die Thierbeobachtungen sind dieser Annahme grossentheils günstig. Ich stütze mich dabei auf Versuche, über welche ich z. T. schon berichtet habe, welche ich aber nach jener Publikation noch fortgesetzt habe. Es geht aus ihnen hervor, dass bei

---

<sup>1</sup> CH. CONTEJEAN et A. DELMAS, Sur le „mouvement de roue“ du globe oculaire se produisant pendant l'inclination latérale de la tête. In: *Arch. de physiol.* 5me sér. 6. S. 687. 1894.

Auch M. E. MULDER hat abermals die Existenz der Raddrehungen nachgewiesen, und die von mir verwendete Methode vereinfacht und verbessert. (M. E. MULDER, De la rotation compensatoire de l'oeil en cas d'inclination à droite ou à gauche de la tête. In: *Arch. d'ophthalm.* t. XVII. August 1897. S. 465—470.)

Meine Beobachtungen „über kompensatorische Raddrehungen der Augen“ stehen in *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. der Sinnesorgane*, Bd. 12, 1896, S. 331—354.

manchen Thieren aktive und passive Kopfbewegungen in sagittaler Ebene, sofern sie sich nicht weit von der gewöhnlich eingehaltenen Kopfstellung entfernen, durch entgegengesetzt gerichtete Raddrehungen der Augen völlig kompensirt werden können, so dass der Netzhauthorizont seine Orientirung gegen die Vertikale nicht ändert. So pflegen Kaninchen und Meerschweinchen (und wahrscheinlich alle Nager) passive Kopfbewegungen, die von der gewöhnlichen Kopfhaltung ausgehend, den Kopf um die transversale Achse um  $30^{\circ}$  nach oben oder unten drehen, allein durch Rollung der Bulbi vollkommen zu kompensiren, und zwar dauernd, d. h. die Augen bleiben in dieser neuen Lage stehen, solange die abnorme Kopflage dauert. Noch grössere Drehungen werden wenigstens vorübergehend kompensirt, falls sie rasch erfolgen, das Auge rotirt dann aber wieder etwas zurück, so dass nur ein (allerdings ansehnlicher) Bruchtheil, der passiven Drehung dauernd kompensirt bleibt. Erfolgt die Drehung langsam, so wird die Kompensation von etwa  $30^{\circ}$  an unvollkommen; dies sind dann aber schon Kopfhaltungen, die von dem Thiere normaler Weise höchstens vorübergehend eingenommen werden dürften.

Frösche, Kröten, Salamander, Molche, Eidechsen, Blindschleichen, Schlangen und Vögel kompensiren zwar passive Kopfdrehungen nur unvollkommen durch Raddrehungen, dagegen tritt bei ihnen das Bestreben in den Vordergrund, bei abnormen Körperlagen durch kompensatorische Kopfbewegungen den Netzhauthorizont horizontal zu erhalten. Passive Bewegungen, welche die Längsachse des Thieres um etwa  $20\text{--}30^{\circ}$  gegen die gewöhnliche Haltung in einem oder dem anderen Sinne drehen, werden durch die Kopf- und Augenbewegungen zusammen bei allen den genannten Thieren in der Regel vollständig kompensirt, bei Blindschleichen, Schlangen und Vögeln sogar noch grössere Drehungen. Die grössten kompensatorischen Kopfbewegungen machen die Vögel, wie ich es beispielsweise von einer Eule beschrieben habe, welche passive Körperbewegungen um  $180^{\circ}$  durch starke Biegung der Halswirbelsäule völlig ausgleicht, so dass der Kopf in seiner normalen Orientirung gegen die Vertikale bleibt. Auch Tauben und Singvögel kompensiren stark, wenn auch nicht immer in diesem Maasse. Dafür machen aber bei ihnen die Augen kompensatorische Raddrehungen (bei der Eule nicht), welche wie bei Reptilien nicht von dauerndem Be-

stande sind, sondern im Laufe einer halben oder ganzen Minute ruckweise wieder rückgängig gemacht werden.

Alles in Allem wird man sagen können, diese Thierbeobachtungen legen den Gedanken nahe, dass die reflektorischen Kompensationsbewegungen dem Thiere von Nutzen sein müssen, indem sie bei seinen Bewegungen den Netzhauthorizont möglichst horizontal erhalten und dadurch die Orientirung im Raume begünstigen. Es liesse sich manches für und wieder diese Anschauung sagen, worauf ich hier nicht eingehen will; jedenfalls liegen für den Fall des Menschen und der höheren Säugethiere mit theilweise gemeinschaftlichem Gesichtsfeld beider Augen (— Hund, Katze, Igel habe ich untersucht —) die Verhältnisse weit komplizirter. Hier sind die Raddrehungen von so geringem Betrage, dass stets nur der kleinere Theil der Kopfneigung kompensirt wird.

Man könnte nun freilich sagen, es sei wohl schon von Vortheil, wenn die Verschiebung der Bilder auf der Netzhaut nur etwas verringert und namentlich verlangsamt würde; auch ist ja schon angenommen worden, es könnte das Muskelgefühl der Augenmuskeln rückläufig die reflektorisch ausgelöste Augenbewegung zur Beurtheilung der Lage des Kopfes verwerthen lassen. Alle derartigen Vermuthungen erscheinen mir jedoch hinfällig im Hinblick auf das Phänomen AUBERT'S: Der Gesichtssinn wird bei schiefer Kopfhaltung über die Lage des Netzhauthorizontes stark desorientirt und getäuscht, wenn ihm das komplizirte Hilfsmittel entzogen wird, welches in der Wahrnehmung von Objekten mit durch Erfahrung bekannter Lage im Raum liegt. Die Raddrehungen erfüllen also die Aufgabe nicht, die man ihnen an und für sich als die wahrscheinlichste zuschreiben möchte, sie lassen eine grobe Täuschung zu, ja sie veranlassen dieselbe vielleicht geradezu.

Es wird hiernach keine andere Auffassung der kompensatorischen Raddrehungen des menschlichen Auges übrig bleiben, als die, dass in ihnen ein gewissermaassen rudimentärer Reflex, ohne eigentlichen Nutzen für den Organismus, zu sehen sei.

Auf der anderen Seite ist es dagegen möglich, ja sogar wahrscheinlich, dass die kompensatorischen Raddrehungen bei dem Zustandekommen der AUBERT'Schen Täuschung ursächlich be-

theiligt sind. EXNER<sup>1</sup> hat kürzlich darauf hingewiesen, wie unsicher unser Urtheil über die Lage der Blicklinie zum Kopfe ist (— während die Beurtheilung der gegenseitigen Lagebeziehungen zwischen den einzelnen Punkten des Gesichtsfeldes eine relativ vollkommene ist —). EXNER verwerthet diese Thatsache bei der Erklärung der von CHARPENTIER zuerst eingehend beschriebenen „autokinetischen Empfindungen“, einer Erscheinung, die mir zu den hier besprochenen Sinnestäuschungen in mehrfacher Hinsicht nahe Beziehungen zu haben scheint.<sup>2</sup> Kleine, aus anderen hier nicht hergehörigen Ursachen entstehende Scheinbewegungen eines Lichtpunktes im sonst dunklen Raume können nach EXNER'S Beobachtungen (die ich übrigens bestätigen kann) einen auffallend grossen Betrag dadurch erhalten, dass man über die Lage der Blicklinie sehr unsicher ist und leicht in die Täuschung verfällt, man folge dem sich bewegenden Punkte fortwährend mit dem Blicke.

Im Falle der EXNER'schen Beobachtungen handelt es sich um ein falsches Urtheil hinsichtlich der Hebung und Seitenwendung der Blicklinie, und wenn wir uns schon über den Kontraktionszustand der Augenmuskeln bei derartigen willkürlich ausführbaren Bewegungen des Augapfels um eine beliebige Achse so wenig klar sind, und solchen starken Täuschungen unterliegen, so wird dies noch in weit höherem Grade für den Kontraktionszustand derjenigen Augenmuskeln gelten, welche die unbewusste und unwillkürliche Raddrehung der Bulbi um die Blicklinie bewirken. Die reflektorische Raddrehung wird das Urtheil geradezu verwirren können. Wie sich diese Verwirrung äussern wird, in welchem Sinne die Scheinbewegung der Objekte bei abnormer Orientirung des Bulbus um die Sehachse erfolgen wird, lässt sich a priori nicht sagen, — die Beobachtung zeigt, dass sie in beiderlei

---

<sup>1</sup> S. EXNER, Ueber autokinetische Empfindungen. *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. der Sinnesorgane*, Bd. 12, 1896, S. 313—330.

<sup>2</sup> Die Art, wie die schief erscheinende Linie beim AUBERT'schen Phänomen sich während längerer Betrachtung zu bewegen scheint, sich bald fortwährend aufrichtet, bald auch scheinbar immer mehr sich neigt, ohne dass man doch einen „Erfolg“ dieser Bewegung sieht (wie oben beschrieben), erinnert besonders stark an das eigenthümliche Schweben des isolirten Lichtpunktes im EXNER'schen Versuche. Auch die Geschwindigkeit der beiden Bewegungen erscheint für mich sehr ähnlich.

Sinn erfolgen kann, bei verschiedenen Individuen und selbst bei den gleichen Individuen zu verschiedenen Zeiten wechseln kann.

Sicher ist, dass das AUBERT'sche Phänomen eine Täuschung nicht über die Lage des Körpers im Ganzen, sondern des Netzhauthorizontes darstellt. Massgebend für den Eintritt der Täuschung ist ausschliesslich die Haltung des Kopfes; steht dieser vertikal, so kann man dem Rumpfe beliebige Neigungen gegen die Vertikale geben, ohne dass je eine Andeutung des Phänomens einträte.

Aus den Untersuchungen von DELAGE<sup>1</sup> und BREUER<sup>2</sup> weiss man, dass, neben der AUBERT'schen Täuschung im Gebiete des Gesichtssinnes, noch Täuschungen von anderer Art über die Lage im Raume bestehen, Täuschungen, die sich auf die Lage des Körpers als eines Ganzen beziehen, und von entgegengesetztem Vorzeichen sind, wie die Gesichtstäuschung. Legt man sich auf ein um eine horizontale Achse drehbares Brett in Seitenlage, so werden die Neigungen des Brettes gegen die Vertikale bei geschlossenen Augen oder im dunklen Raume bekanntlich unrichtig beurtheilt. Namentlich bei Neigungen des Brettes (und der Körperachse) um mehr als 60° gegen die Vertikale sind die Täuschungen sehr deutlich, man taxirt in diesem Falle die Neigungen wenigstens vorübergehend weit grösser, als sie wirklich sind. Auf die Frage, welche Nervenendapparate beim Zustandekommen dieser Empfindungen und dieser Täuschungen beteiligt sind, will ich hier nicht näher eingehen, ich habe jedoch den Eindruck, dass neben etwaigen Lageempfindungen durch das Labyrinth (die mir fraglich sind), sicher gewisse schwer zu definirende und schwer zu lokalisirende Eindrücke von den verschiedensten Körpertheilen hierbei im Spiele sind (da die Täuschung von der Lage des Kopfes ziemlich unabhängig ist).

Suche ich, nach dem Muster der Versuche DELAGES, durch einen in der Hand gehaltenen Stab die scheinbare Lage der Vertikalen zu markiren, während ich bei geschlossenen Augen auf dem um 70—80° geneigten Zapfenbrette liege, so halte ich den Stab schief im umgekehrten Sinne der Neigung des Brettes (Ausdruck der Ueberschätzung der Neigung).

---

<sup>1</sup> a. ob. O.

<sup>2</sup> J. BREUER, Ueber die Funktion der Otolithen-Apparate. PFLÜGER's *Arch. f. d. ges. Physiol.*, Bd. 48, 1891, S. 195—306.

Nun kann ich aber den Versuch mit dem AUBERT'schen kombiniren, ich kann die Augen öffnen und eine (im dunklen Zimmer isolirt sichtbare) Lichtlinie betrachten, und nun diese in die scheinbare Vertikale einstellen, so wie sich diese für meinen Gesichtssinn darstellt.

Nach den oben mitgetheilten Versuchen ergibt sich, dass ich dieser Lichtlinie eine Neigung ertheile, die von der wahren Vertikalen in gleichem Sinne abweicht, wie das Brett und mit ihm meine Körperachse (Ausdruck der Unterschätzung der Neigung).

Trotzdem ich die Lichtlinie so einstelle, habe ich gleichwohl den zwingenden Eindruck, schief zu liegen, als es thatsächlich der Fall ist.

Bei der Beurtheilung dieser Versuche ist zu bedenken, dass während der Seitenlage der Netzhauthorizont gegen die Hauptebenen des Kopfes verlagert ist, verglichen mit seiner Lage bei aufrechter Kopfhaltung. Aber der Betrag dieser dauernden Raddrehung ist, wie aus meiner früheren Mittheilung hervorgeht, erheblich kleiner als derjenige der Scheinbewegung der AUBERT'schen Lichtlinie, ist ausserdem für eine bestimmte Kopfneigung konstant, was für das AUBERT'sche Phänomen ja gar nicht der Fall ist. Jedenfalls kann also die Raddrehung nicht zu einer direkten, einfachen Erklärung des AUBERT'schen Phänomens herangezogen werden, sondern nur in der oben genannten indirekten Weise, indem sie das an sich schon unsichere Urtheil über die Spannungsverhältnisse der Augenmuskeln desorientirt.

Die früher von AUBERT gegebene Erklärung, dass man die vorgenommene Neigung des Kopfes rasch vergessen und nicht mehr zur Beurtheilung des Gesehenen in Rechnung ziehe, ist deshalb unzulässig, weil, wie gesagt, dem falschen Urtheil über die Lage der Lichtlinie das im umgekehrten Sinne falsche Urtheil gegenübersteht, welches aus den allgemeinen Lageempfindungen hergeleitet wird. Das AUBERT'sche Phänomen muss durch die Augenmuskeln, bezw. die unbewusste Vorstellung, die man sich über deren Spannungszustand macht, hervorgerufen sein.

Sehr wichtig für die Aufklärung dieses etwas verwickelten Problems würde, wie ich glaube, die Untersuchung eines Falles von totaler Lähmung der äusseren Augenmuskeln an einem der beiden Augen sein. Auch die Feststellung der Thatsache, wie ein Patient mit einseitiger isolirter Trochlearislähmung das Phä-

nomen sieht, wäre von Interesse. Leider habe ich bis jetzt weder einen Fall der einen noch der anderen Art zur Untersuchung bekommen können.

Als entferntere Ursache des AUBERT'schen Phänomens und der oben besprochenen verwandten Täuschungen ist die Labyrinth-erregung<sup>1</sup> zu betrachten, wobei es zunächst dahin gestellt bleiben mag, ob man mehr an die Bogengänge oder an die Otolithenapparate denken will. Untersuchungen an geeignetem Materiale von Taubstummen wären hier sehr wünschenswerth. Ist meine Anschauung über die Entstehung des AUBERT'schen Phänomens richtig, so ist zu erwarten, dass bei derartigen Kranken, sofern sie Labyrinthdefekte haben, mit dem Fehlen der kompensatorischen Raddrehungen auch Abnormitäten in der Wahrnehmung der Täuschungen, die ich oben besprach, einhergehen, und zwar sowohl der Lagetäuschung, wie auch der Scheinbewegungen.

Einige andere Umstände, die man für das Zustandekommen des AUBERT'schen Phänomens oder mindestens für dessen Inkonstanz verantwortlich zu machen geneigt sein könnte, lassen sich mit Sicherheit ausschliessen.

Schon aus AUBERT's Mittheilungen geht hervor, dass ent-

---

<sup>1</sup> Dass die kompensatorischen Augen- und Kopfbewegungen bei Mensch und Thier vom Labyrinth abhängig sind, kann trotz des erneuten Widerspruchs von v. CYON (*Arch. f. Physiol.* 1897, S. 29—111) für sicher gelten. Es ist seit lange bekannt, dass sie auch bei blinden Thieren eintreten; ich habe mich davon öfters überzeugt, sowie auch davon, dass diese Augenbewegungen in gleicher Weise eintreten, wenn man bei einem nicht geblendeten Thiere durch geeignete Versuchsanordnung bewirkt, dass sich die Objekte, welche in das Gesichtsfeld des Thieres fallen, dessen passive Drehung mitmachen. Man braucht das Thier nur in einen Kasten mit kleinem seitlichen Beobachtungsloch zu setzen. Dass v. Cyon, der, um die grausame Blendung des Frosches zu vermeiden, diesem eine Lederkappe über den Kopf zog, nun die kompensatorischen Kopfbewegungen fehlen sah, beweist nicht, dass diese Bewegungen sonst vom Auge ausgelöst werden. Wenn man einem nicht geblendeten Frosch ein Bein fest umschnürt, bleiben oft die kompensatorischen Kopfbewegungen aus, wie andere Reflexe auch. Beim geblendeten und sonst nicht weiter durch sensible Reize irritirten Frosch treten die kompensatorischen Kopfbewegungen ganz prompt ein, ebenso bei Eidechsen und Blindschleichen, deren Augen mit Wachs überklebt sind. v. Cyon scheint freilich die Kompensationen der Lage, welche die Bewegung überdauern, gar nicht zu kennen, sondern nur die Reaktionen auf der Drehscheibe.

scheidend für die Entstehung seiner Täuschung die Lage des Kopfes gegen die Vertikale ist, nicht aber die Lage des übrigen Körpers oder die Lage des Kopfes in Beziehung zum Rumpfe. Es bestand nun noch die Möglichkeit, dass der so sehr wechselnde Grad von Neigung, den die Lichtlinie im AUBERT'schen Versuche erleidet, durch Nebenumstände bedingt sei, durch die grössere oder geringere Unbequemlichkeit, die mit der schiefen Körperlage verbunden ist, je nach der Art, wie diese eingenommen wird, oder durch den wechselnden Spannungsgrad der seitlichen Muskeln des Halses und Rumpfes.

Einen Hinweis auf derartige Einflüsse könnte man in der Thatsache sehen, dass das AUBERT'sche Phänomen in besonders ausgeprägter Weise eintritt, wenn man längere Zeit ruhig vor der zu beobachtenden Lichtlinie sitzt, den Ellenbogen auf den Stuhlrand stützt und nun den Kopf, seitwärts geneigt, in die hohle Hand legt; die Täuschung tritt dann oft deutlicher auf, als wenn man den Kopf ununterstützt zur Seite neigt. MULDER fand die Täuschung bei bequemer Seitenlage besonders deutlich.

Andererseits ist es nicht uninteressant, dass die gleiche Neigung, das eine Mal nach rechts, das andere Mal nach links ausgeführt, für manche Beobachter (auch für mich) das AUBERT'sche Phänomen und namentlich auch die vorübergehenden Scheinbewegungen bei Linksneigung deutlicher auftreten lässt, d. h. mit weit grösserer scheinbarer Neigung der Vertikale. Mehrere der Herren, die auf meine Bitte diese Versuche ausführten, haben mir das spontan angegeben. Den Grund dieser Thatsache konnte ich nicht feststellen. Die Vermuthung, es könne das daher kommen, dass die meisten Menschen, wenn sie einen Gegenstand mit schiefem Kopf betrachten wollen, sich hierzu aus Gewohnheit eher nach rechts als nach links neigen (was ich auch bei meinen Versuchspersonen konstatiren konnte), wurde mir bald dadurch widerlegt, dass die Erscheinung auch für meinen Bruder Dr. O. NAGEL zutrifft, der sich aber in solchem Falle stets nach links neigt.

Spezielle Versuche habe ich noch darüber angestellt, ob Widerstände, die sich der Seitwärtsneigung entgegensetzen, das Auftreten des AUBERT'schen Phänomens beeinflussen. Ich liess starken Gewichtszug seitlich am Kopfe wirken, oder brachte die Halsmuskulatur der einen Seite durch Induktionsströme zur Kontraktion. Am Ausfall des Versuches ändert das nichts. Aehn-

liches berichtet übrigens DELAGE von seinen Versuchen über Orientierungsstörung bei seitlicher Wendung des Kopfes.

Ob bei dem Einnehmen der seitlich geneigten Kopfhaltung die Blicklinie im Verhältniss zu den Ebenen des Kopfes streng feststeht oder nicht, ist für das Zustandekommen des AUBERT'schen Phänomens ohne Bedeutung, was nicht überraschen kann, da ja auch die kompensatorischen Bulbusrollungen nicht nur bei fixirter Blickrichtung eintreten. Den Versuch führte ich so aus, dass ich, wie oben beschrieben, durch ein enges Diaphragma sah, und zwar nach einer Kartonscheibe, welche senkrecht auf einem Zahnbrettchen stand, parallel meiner Gesichtsebene und in deutlicher Sehweite. An dieser Kartonscheibe war, als einziges scharf sichtbares Objekt im Gesichtsfeld, ein dunkler schmaler Kartonstreifen pendelnd aufgehängt, so dass er sich jederzeit von selbst in die Vertikale einstellte, wie auch das Zahnbrettchen durch Seitwärtsneigung des Kopfes geneigt wurde. Durch das Diaphragma konnte ich den Aufhängepunkt des pendelnden Streifens fixiren. Neigte ich nun den Kopf stark seitwärts, so zeigte sich, trotz strenger Feststellung der Blicklinie, das AUBERT'sche Phänomen deutlich an dem Streifen.<sup>1</sup>

Schwieriger noch als für das AUBERT'sche Phänomen ist die Erklärung für die Scheinbewegungen, welche an der gesehenen Lichtlinie während der Kopfbewegungen wahrgenommen werden. Während ersteres für alle meine Versuchspersonen im gleichen Sinne auftrat (das umgekehrte Verhalten, von MULDER beobachtet, also selten zu sein scheint), erfolgten die

---

<sup>1</sup> Eine andere einfache Vorrichtung, welche zugleich sehr geeignet zur bequemen Demonstration des AUBERT'schen Phänomens ist, ist folgende. Ein 30 cm langes, 5 cm weites Papprohr wurde an einem Ende so zugeschnitten, dass ich es vor ein Auge setzen kann, ohne dass erhebliches Seitenlicht einfällt. Das andere Ende ist durch eine drehbar aufgesetzte undurchsichtige Scheibe verschlossen, in welche ein 1 mm breiter, mit transparentem Papier überklebter Spalt eingeschnitten ist. Wenn ich einen bestimmten Punkt dieses von innen hell erscheinenden Spaltes fixire, ist meine Blicklinie genügend festgelegt. Biege ich mich jetzt, während ich das Rohr vor das eine Auge halte, und das andere Auge schliesse, seitwärts und stelle den Spalt durch Drehung der Scheibe so ein, dass er mir vertikal erscheint, so brauche ich nur das andere Auge öffnen, um mich durch Vergleichung mit den umgebenden Objekten zu überzeugen, dass ich den Spalt, dem AUBERT'schen Phänomen entsprechend, schief eingestellt habe. Verschliesse ich das kontrollirende Auge wieder, so erscheint der schiefe Spalt nach wenigen Sekunden wieder vertikal.

Scheinbewegungen, wie wir sahen, bei einem Theile der Beobachter im Sinne der Kopfbewegung, bei anderen umgekehrt, wieder bei anderen bald im einen, bald im anderen Sinne.

Massgebend für die Entstehung der Scheinbewegung kann erstens die während der Kopfbewegung eintretende thatsächliche Verschiebung des Netzhautbildes sein; bei dem im übrigen mit Objekten nicht erfüllten Gesichtsfelde kann diese Verschiebung zu der Täuschung Anlass geben, dass sie, wenigstens theilweise durch Drehung des Objektes bedingt sei. Dies würde also die Scheindrehung des Objektes im umgekehrten Sinne der Kopfneigung herbeiführen.

Nun führt ja aber auch das Auge selbst unwillkürliche und unbewusste Rollungen in der Orbita aus, zunächst im umgekehrten Sinne der Kopfneigung, kompensatorisch, und alsdann, unmittelbar nach dem Anhalten der Kopfbewegung wieder eine rückläufige Bewegung von etwas geringerem Betrage.

Sind schon hierdurch die Bedingungen für die Beurtheilung der Lage des gesehenen Objektes recht komplizirt, so werden sie es noch mehr dadurch, dass der Eindruck der Bewegung gesehener Objekte auch durch centripetale Impulse entstehen kann, welche nicht von der Retina ausgehen, sondern entweder direkt vom Labyrinth zur Hirnrinde gelangen mögen, oder (wahrscheinlicher) von den durch Labyrinthreflexe in Thätigkeit gesetzten Augenmuskeln (als Muskelempfindungen, Innervationsempfindungen). Da Labyrinth und Augenmuskelapparat in so nahem physiologischen Zusammenhange stehen, ist eine Scheidung der von beiden ausgehenden centripetalen Impulse vorderhand nicht möglich. Geeignete Fälle von Augenmuskellähmungen könnten auch hierin aufklärend wirken.

Den Beweis für die Existenz derartiger, von ausserhalb der Netzhaut kommender, Einflüsse auf die Vorstellung von der Orientirung der Netzhaut im Raume sehe ich einmal in dem Erfolge galvanischer Durchströmung des Hinterkopfes: Die Scheinbewegungen, welche die beobachtete Lichtlinie hierbei macht, scheinen mir grösser, als die kaum nachweisbaren objektiven Raddrehungen des Bulbus, die als Erfolg der Galvanisirung auftreten. Wegen der Schwierigkeiten, welche sich einer einwandfreien Durchführung dieser Vergleichung entgegensetzen, möchte ich auf diesen Punkt weniger Gewicht legen, als auf die Scheinbewegungen, welche die Lichtlinie während der

Dauer der Galvanisirung (in der Regel) macht, und die auch in ähnlicher Weise bei ruhig auf die Seite geneigtem Kopfe (durch den Reiz der Schwerkraft indirekt herbeigeführt) auftreten, nicht aber bei aufrecht gehaltenem Kopfe. Auch die autokinetischen Empfindungen, welche bei Fixirung eines isolirten lichtschwachen Punktes auftreten, gehören in diese Kategorie von „myogenen“ Scheinbewegungen.<sup>1</sup>

Ich habe bei der vorstehenden Besprechung mehrfach Anlass gehabt, von Lageempfindungen einerseits, von den Funktionen des Labyrinthes andererseits zu reden, und da nun diese beiden Dinge neuerdings vielfach in nahem Zusammenhang gebracht werden und namentlich J. BREUER die Vermittelung von Lageempfindungen durch das Labyrinth, speziell den Otolithenapparat vertritt, scheint es mir angezeigt, mit wenigen Worten meine Stellung zu dieser Frage zu präzisiren.

So plausibel mir die Deduktionen BREUER's<sup>2</sup> dafür erscheinen, dass der Otolithenapparat geeignet sei, bei Lageveränderungen des Kopfes im Schwerezug seinen adäquaten Reiz zu empfangen und erregt zu werden, so wenig habe ich mich bis jetzt davon überzeugen können, dass vom Labyrinth wirkliche Lageempfindungen vermittelt werden. Nur für Reflexe von Otolithenapparate aus und für indirekte Beeinflussung der

<sup>1</sup> Bei dem Schweben des Lichtpunktes in der EXNER'schen Versuchsanordnung scheint es zunächst an einem Anlass zur Entstehung der Scheinbewegung, analog demjenigen, der für die oben beschriebenen Scheinrotationen in den ungewohnten Spannungsverhältnissen der in Folge der schiefen Kopfhaltung reflektorisch innervirten Drehmuskeln des Auges gegeben ist, zu fehlen. EXNER sucht einen entsprechenden Anlass in den aus anderer Ursache entspringenden Scheinbewegungen von ganz kleinem Betrage, in dem sog. Punktschwanken. Ich halte es für möglich, dass, eventuell neben diesem Moment, noch ein anderes von Einfluss ist, nämlich die verschieden rasche Ermüdung der einzelnen Augenmuskeln während der Fixation des Lichtpunktes. Ermüdete beispielsweise der Rectus superior vor seinen Antagonisten, so könnte das Ermüdungsgefühl eine stärkere Zusammenziehung dieses Muskels vortäuschen und diese dem Bewusstsein sich als eine Wanderung des Objectes darstellen. Als Ursache dafür, dass die Scheinbewegungen so grosse Beträge erreichen, wäre natürlich auch bei dieser Auffassung auf die von EXNER betonte Unsicherheit des Urtheils über die Blickrichtung zu rekurriren.

<sup>2</sup> a. ob. a. O.

Orientirung im Raume durch den Augenmuskelapparat finde ich sichere Anhaltspunkte.

Dass die Kompensationen der Lage, die wir am Auge des Menschen und vieler Thiere, sowie am Kopf und Rumpfe mancher Thiere beobachten, in der Dauererregung des Otolithenapparat durch veränderten Schwerezug begründet sind, ist mehr als wahrscheinlich geworden. Die Versuche aber, die man zum Nachweis der Beherrschung der Lagevorstellung durch das Labyrinth angeführt hat, kann ich nicht beweisend finden, indem sie mir ein anderes Resultat geben, als DELAGE und BREUER.

DELAGE<sup>1</sup> hat bekanntlich angegeben, dass eine Versuchsperson bei grade gehaltenem Kopfe und geschlossenen Augen einen in der Hand gehaltenen Stab leicht und sicher auf einen grade vor ihr gelegenen Punkt richten könne (wenn sie sich dessen Lage vorher bei offenen Augen eingeprägt hatte), dass sie dagegen einen constanten Fehler von etwa  $15^{\circ}$  in der Stabhaltung mache, wenn der Kopf um eine seiner Achsen verdreht ist. DELAGE deutete diese Versuche im Sinne seiner theoretischen Auffassung unter Zuhilfenahme von unbeabsichtigten und unbewussten Augenbewegungen.

BREUER bestätigte DELAGE's Ergebnisse für diejenigen Kopfdrehungen, bei welchen die Orientirung des Labyrinthes gegen die Gravitationsrichtung verändert wird, nicht aber für Drehung des Kopfes um die vertikale Achse. Hier fand er die Stabhaltungen ganz inkonstant. Dieses Resultat stimmte nun wieder für BREUER's Auffassung der Labyrinthfunktionen sehr gut.

Ich kann weder DELAGE's noch BREUER's Resultat bestätigen, finde vielmehr die Stabhaltung bei allen diesen Versuchen für mich und eine Anzahl unbefangener Personen völlig inkonstant, und durch andere Umstände mehr als durch die Kopfhaltung beeinflusst, z. B. durch die Art, wie der Stab gehalten wird, wie schwer und wie geformt er ist. Nicht selten fand ich allerdings bei gedrehtem Kopfe Abweichungen, bald in dem Sinne, wie es nach DELAGE zu erwarten war, bald aber auch im entgegengesetzten Sinne. Dies gilt auch für Drehung des Kopfes um die vertikale Achse. Im ganzen fand ich, wie gesagt, die Ergebnisse viel zu inkonstant, als dass ich daraus Schlüsse über die Labyrinthfunktion ziehen möchte.

<sup>1</sup> a. ob. O.

Worauf die Abweichung meines Befundes von denjenigen DELAGE's und BREUER's beruht, vermag ich nicht zu sagen. Dass die Versuchspersonen nicht auf derartige Versuche eingeübt waren, betrachte ich nur als günstig für die Zuverlässigkeit des Ergebnisses. Die Zahlenangaben von DELAGE lauten hier, wie bei manchen anderen Versuchen in der citirten Schrift zu bestimmt und abgerundet, als dass man nicht ziemlich starke Schematisirung bei der Wiedergabe seiner Resultate annehmen müsste. Eine Angabe darüber, aus welchen Zahlen die mitgetheilten das Mittel darstellen, wie gross also die Schwankungen der Einstellungen waren, würde den Werth der Mittheilungen erhöht haben.

Die Beobachtungen DELAGE's über Lagetäuschungen bei passiven Körperneigungen auf dem Zapfenbrett kann ich, wie oben gelegentlich erwähnt, im allgemeinen bestätigen. Da ich hierbei die Lage im Raume viel mehr nach der Lage des Rumpfes und der Beine, als nach der des Kopfes beurtheile und ich letzteren bewegen kann, ohne die Lagevorstellung wesentlich zu ändern, sehe ich auch in diesen Versuchen keine Stütze der BREUER'schen Theorie. Die Lageempfindung scheint in diesem Falle mehr von den Empfindungen der Haut, der Muskeln und Gelenke bestimmt zu sein, als von einem spezifischen statischen Sinnesorgane.

---