

(Aus der physikalischen Abtheilung des Physiologischen Instituts
der Universität zu Berlin.)

Zur Lageschätzung bei seitlichen Kopfneigungen.

Von

Dr. HUGO FEILCHENFELD in Berlin.

Die Untersuchungen über die Größenschätzung des ruhenden Auges¹ führen zu der weiteren Frage, welche Fähigkeit das Ruheauge für die Richtungs- oder Lageschätzung besitzt. Auch hier wird uns der Lösung des Problems im wesentlichen nur das Studium der optischen Täuschungen näher führen können. Doch bedarf es, um die Funktion der „Bewegungsempfindungen“ möglichst klar und eindeutig gegen die der Sehfeldschätzung abzugrenzen, noch mehr als bei dem Größenvergleich der Ausschließung des dritten, überall komplizierend auftretenden Momentes, der Erfahrung; denn diese beseitigt eben jeden, durch die Zusammensetzung des perzipierenden Apparates bedingten, Zwiespalt zwischen dem Sehraum und dem Tastraum, indem sie das Zeichensystem des ersteren mit den Verhältnissen des letzteren in Einklang bringt. So kommt es, daß wir uns über die Lage solcher Objekte im allgemeinen nicht täuschen, die sich in einer Umgebung befinden, welche von anderen, der Lage nach bekannten, Objekten angefüllt ist. Als Vorbedingung des Versuchs erscheint demnach der Ausschluss aller Erfahrungsmotive notwendig, wie er in dem absoluten Dunkelraum gegeben ist. Das einfachste Beobachtungsobjekt ist eine gleichmäßige, schwach glühende Lichtlinie, die eben wahrgenommen werden kann, aber den Raum noch nicht bis zur Sichtbarkeit erhellt. Dann ist, sowohl was das Objekt selbst als dessen Umgebung betrifft, jeder Ein-

¹ FEILCHENFELD: Größenschätzung im Sehfeld. *Gräfe's Arch. f. Ophth.* 53, 3.

fluß der Erfahrung ausgeschaltet, und die beiden anderen Momente treten in ihrer Wirkungssphäre rein zu Tage. Die resultierende Täuschung ist überraschend: Bei vertikaler Kopfhaltung erscheint die Linie in ihrer wirklichen Lage, bei schulterwärts geneigter Kopfhaltung nimmt sie eine entgegengesetzte scheinbare Neigung an. Diese, von AUBERT¹ entdeckte, Täuschung hat NAGEL jun.² AUBERTSches Phänomen genannt. Herrn Professor NAGEL verdanke ich auch die Anregung, dieser Frage meinerseits näher zu treten.

Ich bediente mich mit geringen Abänderungen der Versuchsanordnung von SACHS und MELLER³: Eine Siemens-Glühlinie ist in einen geschwärzten, im Kugelgelenk um ein Stativ drehbaren, Metallzylinder eingelassen, dessen 20 cm langer, 2 mm breiter Lichtspalt mit durchscheinendem Orangepapier verdeckt ist. Die Kopflage war durch ein, nur um die Sagittalachse drehbares, Beißbrettchen jedesmal fixiert, und ihr Winkel an einer Gradeinteilung abzulesen.

Die Fragestellung — und es ist zweckmässig sie möglichst zu variieren — kann in doppeltem Sinne erfolgen: Wenn sich der Kopf um bestimmte Winkel neigt, um welchen Winkel erscheint dann 1. eine feststehende Linie, z. B. eine Vertikale, gedreht; 2. um wieviel muß ich eine Linie aus der Vertikalen herausdrehen, damit sie vertikal erscheint? Die Sicherheit, die wir in der Beurteilung der vertikalen Richtung besitzen, macht im zweiten Falle die Angaben bestimmter; doch kommt man bei einiger Übung im Winkelschätzen auch im ersten Falle zu brauchbaren Resultaten. Beide Untersuchungsreihen sowie die Einzelresultate jeder Untersuchungsreihe stehen in auffallender Korrespondenz zu einander; aber neben dieser fast mathematischen Konstanz des Phänomens macht sich doch wieder etwas Schwankendes, Unsicheres bemerkbar, das von der Willkür unabhängig ist, und über dessen Wesen wir uns zunächst keine Rechenschaft geben können. Während AUBERT, MULDER⁴, NAGEL diese Inkonstanz als charakteristisch hervorheben, leugnet sie SACHS. Indem er die Expositionsdauer der Lichtlinie auf

¹ AUBERT: *Virchows Archiv* 20, S. 381.

² NAGEL: *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol.* 16, S. 373.

³ SACHS u. MELLER: *v. Gräfes Arch. f. Opth.* 52, 3, wofür ich der Abkürzung halber im folgenden SACHS sagen werde.

⁴ MULDER: *Donders Feestbundel.*

eine möglichst kurze Zeit beschränkte („Aufblitzversuche“), gelang es ihm eine wesentliche Ursache der „Inkonstanz“ zu eliminieren. Aber wenn nun zwar bei kurzer Exposition jene Schwankungen nicht in Erscheinung treten können, die sich eben bei längerer Exposition erst bemerklich machen, so bleiben sie nichtsdestoweniger als Begleiterscheinung der längeren Exposition eine Tatsache, mit der die Erklärung zu rechnen hat. Zeigte sich doch auch die Inkonstanz nunmehr in anderem Sinne, in dem die Resultate verschiedener Versuchstage verschieden ausfielen, „selbst wenn die Versuchsbedingungen dem Anscheine nach dieselben gewesen waren.“ Vollends ist der Gegensatz zwischen SACHS und seinem Voruntersucher NAGEL nur ein scheinbarer, da auch letzterer nicht etwa „die Empfindung ‚vertikal‘ bei geneigtem Kopf unbestimmt findet“, sondern bei der Kopfneigung „eine ganz bestimmte Vorstellung von der Richtung der Schwerlinie hat“ (S. 375). Diese, an sich äußerst bestimmte Vorstellung fällt eben nur zu verschiedenen Zeiten verschieden aus, sei es daß der Wechsel, wie bei NAGEL, während einer längeren Beobachtung, sei es daß er, wenn die Kürze der Exposition hierzu keine Gelegenheit gibt, wie bei SACHS in zeitlich getrennten Beobachtungen erkannt wird.

Neben diesen Schwankungen besteht aber in der Tat eine Konstanz, die ich oben eine fast mathematische genannt habe. Sie macht sich zunächst in der Bestimmtheit des Urteils bei jeder Einzeluntersuchung geltend, ferner bei einer einzelnen Untersuchungsreihe, indem fast genau um denselben Winkel, um den ich den Kopf neige, die Linie sich in entgegengesetztem Sinne dreht. Man kann ihr so jede beliebige Lage verleihen, sie in eine frühere Lage zurückdrehen, indem man dem Kopfe eine früher gewählte Neigung wiedergibt. Wenn ich z. B., von der horizontalen Kopflage ausgehend, den Kopf zwischen 100° und 80° hin und her pendeln lasse, so macht die Linie die entsprechenden Gegenbewegungen in genauer Proportion. Aber auch bei Untersuchungen zu verschiedenen Zeiten ist die Übereinstimmung im allgemeinen auffallend: Ich bekam bei den Beobachtungen, die ich in den ersten Tagen anstellte, so übereinstimmende Resultate, daß ich mich über die entgegengesetzte Angabe früherer Autoren wunderte. Dann kam freilich ein Tag, wo ich der Täuschung fast gar nicht ausgesetzt war und sie auch nicht erzwingen konnte. Ein anderes Mal betrug

sie wohl das dreifache des gewöhnlichen. Es gelang mir durch eine Kopfneigung von 120° eine Vertikale horizontal, resp. eine Horizontale vertikal zu stellen. Aber das waren Ausnahmen von der Regel; gewöhnlich stimmten die Winkel bis auf einzelne Grade überein, ob ich die Versuche nun nach der ersten oder zweiten Methode (s. S. 128) anstellte. Ähnlich gleichartige Resultate lieferte die Untersuchung an verschiedenen Individuen.

	Kopfdrehung (in Grad)	Täuschung (in Grad)
Dr. P.	100	55
	120	55
	70	25
	30	10
	80	35
	90	40
	150	58
Dr. M.	45	0
	90	25
	100	35
	60	10
	100	30
	135	50
	150	65
Dr. G.	45	0
	70	10
	90	25
	140	42
	110	40
	65	8
	50	15
	90	20
	90	20
	110	35
	110	25
Dr. C.	20	5
	85	15
	95	25
	130	30
	100	20!
	100	25
	75	20
	90	20
	130	33

	Kopfdrehung (in Grad)	Täuschung (in Grad)
Dr. L.	85	20
	90	35
	90	45
	60	8
	150	45
	130	50
Ich (1. Tag)	90	30
	90	25
	60	15
	50	7
	135	65
	140	65

Diese Untersuchungen konnte ich binokular anstellen, da sämtliche Personen (Kollegen, die am Institut arbeiten) dem von SACHS erwähnten Doppeltsehen nicht ausgesetzt waren. Sie konnten es sogar nur mit Mühe hervorrufen. Ich selbst erhalte, seitdem ich im Sehen von Doppelbildern geübt bin, sie bei jeder stärkeren Kopfneigung, auch wenn ich nicht bestimmte Beobachtungszwecke verfolge, also gewissermaßen „im gewöhnlichen Leben“ regelmäfsig, sobald ich nur leichthin auf sie achte. Dafs sie bei Betrachtung einer einfachen Lichtlinie und Ausschluß aller gegenwirkenden äufseren Erfahrungsmotive augenfälliger wurden, überraschte mich nicht. Sie sind bei mir gleichnamig; d. h. der Augenseite entsprechend, stehen sie, je nach der Lage der Basallinie neben- oder übereinander. Sie verlaufen parallel, solange der, um die Sagittalachse gedrehte Kopf in der Frontalebene bleibt. Die Gesetze des Horopters widersprechen zwar der absoluten Parallelität; aber meine Augen nehmen auch bei stärksten Tertiärlagen von einer irgend in Betracht kommenden Abweichung nichts wahr. Daraus folgt, dafs für mich wenigstens in der Beurteilung der Täuschung ein Unterschied zwischen monokularer und binokularer Prüfung sich ausschliesst; denn der Winkel der Täuschung mufs beide Male derselbe bleiben.

Was die Erklärung dieses Doppeltsehens betrifft, so wissen wir, dafs „der binokulare Blickraum kleiner ist als der beiden Augen gemeinschaftliche Teil des Blickraumes.“¹ Doch bringt

¹ HERING: Lehre vom binokularen Sehen, S. 43.

dieses Gesetz noch kein ausreichendes Motiv. Die sich ergebende Differenz kommt nämlich in der bezüglichen HERINGSchen Abbildung nur auf dem unteren Teile des Blickfeldes, also für die Blicksenkung zum Ausdruck, entsprechend ihrer Ursache, daß sich mit der Blicksenkung Konvergenz der Gesichtslinien assoziativ verknüpft, wodurch die gleichnamigen Doppelbilder genügend erklärt werden. Hier aber finden wir solche gerade auch bei Kopfneigung, also Blickhebung. Daß dabei das Horoptergesetz keine wesentliche Rolle spielt, haben wir bereits gesehen; auch können wir, um es auszuschalten, die Untersuchung an einem Lichtpunkt vornehmen, ohne daß dadurch am Resultat etwas geändert würde. Es macht also unsere Beobachtung eine Erweiterung des oben bezeichneten Gesetzes notwendig und zwar in dem Sinne, daß der binokulare Blickraum wiederum bei geneigtem Kopfe kleiner ist als bei aufrechtem.

Den Grund für dieses neue Gesetz könnte man leicht an einer falschen Stelle vermuten. Bekanntlich vermag unsere Fusionstendenz in weit größerem Umfange Doppelbilder mit Seitendistanz als solche mit Höhendistanz zu vereinigen. Da nun seitendistante Doppelbilder mit Zunahme der Kopfneigung ihre Seitendistanz verlieren und Höhendistanz annehmen, so könnte man in diesem Umstande die Ursache dafür suchen, daß jene Bilder, infolge der natürlichen Ruhelage der Augen einmal getrennt, sich nicht wieder vereinigen lassen und zwar um so weniger, je mehr die Höhendistanz die Seitendistanz übertrifft. Es ist aber zu bemerken, daß jener Unterschied in der Fusionsbreite in dieser Weise natürlich nur für die aufrechte Kopfhaltung gilt; denn nur dann sind subjektiv seitendistante Doppelbilder auch objektiv querdissparat und subjektiv höhendistante auch objektiv längsdissparat, so daß auch die Fusion ersterenfalls von den Seitenwendern, letzterenfalls von den Hebern und Senkern aufgebracht wird.

In das Verhältnis der, an dieser Fusion beteiligten Muskelgruppen bringt vielmehr erst die, mit der Kopfneigung verbundene Gegenrollung (parallele Raddrehung) eine Verschiebung hinein. Sie setzt schon den Ausgangspunkt des Blickfeldes — von einer primären Blickrichtung kann hier natürlich nicht mehr die Rede sein — unter ungewohnte Innervationsbedingungen. Soll nun irgend eine Blickbewegung ausgeführt

werden, so müssen in sämtliche geraden und schrägen Muskeln andere Innervationen gesandt werden, als sie die gleiche Blickbewegung bei aufrechtem Kopfe erfordern würde. In dieser, für jede Kopfneigung sich ändernden Modifikation aller Innervationen sind wir nicht geübt; wir vermögen daher die zum binokularen Einfachsehen notwendige synergische Bewegung nicht mehr auszuführen und sehen doppelt. Wenn nun trotzdem viele Beobachter nicht doppelt sehen, AUBERT sogar ausdrücklich betont, es sei gleichgültig, ob die Versuche mit einem oder beiden Augen angestellt würden, so trägt gewiß nicht immer Mangel an Übung die Schuld. Vielmehr bestimmen individuelle, offenbar auch in der individuellen Anlage des okulomuskulären Apparates begründete, Verhältnisse das Maß der Diplopie. Während sie bei mir durch eine konvergente Ruhelage begünstigt wird, daher auch gleichnamig ausfällt, hören wir von MELLER, daß er eine auffallend große Netzhautinkongruenz und von SACHS aus anderen Arbeiten, daß er eine starke latente Divergenz besitzt. Von jener Inkongruenz bemerke ich nur noch beiläufig, daß sie mir im übrigen für die Beurteilung und Bemessung des AUBERT'schen Phänomens einflußlos erscheint; denn es ist offenbar gleichgültig, ob man zum Ausgangspunkt der Vergleichung bei binokularer Prüfung objektiv Vertikales, oder das im mittleren Längsschnitt sich abbildende, scheinbar Vertikale bei monokularer wählt. Auch ruft die Inkongruenz, wenn sie eben nicht ungewöhnlich stark ist, eine ganz geringe Täuschung hervor, die gegenüber den viel gröberen und augenfälligeren Irrtümern der AUBERTSchen gar nicht ins Gewicht fällt.

Die SACHSSche Aufblitzmethode war dagegen bei allen, oben mitgeteilten Untersuchungsmethoden in Anwendung gekommen. Die Angabe, ob die Kopfdrehung nach rechts oder links erfolgte, habe ich fortgelassen, da dies bei meinen Untersuchten im Gegensatz zu denen NAGELS keinen gesetzmäßigen Unterschied in dem Betrage der Täuschung herbeiführte. Keiner der Untersuchten gab bei kleinen Kopfneigungen gleichsinnige Drehbewegung an, wie dies sowohl bei NAGEL als bei SACHS der Fall war. Vielmehr war bei so kleinen Neigungen das Urteil über „vertikal“ ebenso oder nahezu so bestimmt und richtig wie bei aufrechter Kopfhaltung. NAGEL fand bei schnellen Drehungen sowie bei Pendelbewegungen,

die eine längere Beobachtungsdauer doch ausschließen, jene Mitbewegung besonders deutlich. Ebenso erzielte sie SACHS vorzugsweise durch Aufblitzversuche, während er bei längerer Beobachtung Gegenbewegung sah. Es ist darum bemerkenswert, daß sämtliche von mir Untersuchten auch bei Aufblitzversuchen Mitbewegung vermißten. Wir werden also die Ursache des Unterschiedes doch nicht allein in der Expositionsdauer, sondern daneben wiederum in individuellen Differenzen suchen müssen. Ich selbst sah einmal deutlich gleichsinnige Bewegung bei geringer Kopfneigung, später nie wieder. Ich scheide dieses Phänomen, welches dem, uns hier beschäftigenden, entgegengesetzt ist, bei der Betrachtung vollkommen aus. Die „vorübergehende“ Gegenrollung der Augen bei Kopfneigung ist mit ihrem starken Betrage geeignet dasselbe einwandfrei zu erklären.

Das eigentliche — AUBERTSche — Phänomen hingegen vermöchte die Gegenrollung höchstens zu paralisieren, und zwar die vorübergehende ebenso wie die dauernde. Letztere ist aber viel zu gering, um gegenüber den starken Ausschlägen desselben überhaupt in Betracht zu kommen. Man wird voraussetzen, daß, wäre sie nicht vorhanden, die Täuschung wahrscheinlich um eine Spur stärker ausfiele. Dies ist auch tatsächlich der Fall, wie ich bei Patienten mit Lähmung eines Muskels aus der Heber- und Senkergruppe nachweisen konnte. Ein Fall mit totaler Okulomotorius- und Trochlearisparalyse, bei dem alle Raddrehung und damit auch alle Gegenrollung ausscheidet, stand mir nicht zur Verfügung. Dagegen untersuchte ich isolierte Paresen des Obliq. sup. sin., des Rectus sup. d., des Rectus inf. d. und des Rectus inf. sin. Bei Parese des O. sup. ist die Einwärtsrollung, die jetzt allein vom R. sup. besorgt wird, geschwächt, infolgedessen bei Lähmung des linken die Gegenrollung dieses linken Auges schwächer als die des rechten, wenn der Kopf nach links gedreht wird. Bei Drehung nach rechts ist die Gegenrollung des linken stärker als des rechten, da in jenem die vereinigte Drehwirkung des R. inf. und O. inf. das Übergewicht hat gegenüber der isolierten des R. sup. Entsprechend fiel die Täuschung bei Drehung nach links auf dem linken, bei Drehung nach rechts auf dem rechten stärker aus. In ähnlichem Sinne erfolgten die Resultate bei den anderen Lähmungen. Der Versuch ist nur dann einwandfrei,

wenn man in der Anordnung gewisse Vorsicht übt: In der Mitte der Lichtlinie wird ein Fixationsobjekt angebracht (schwarzer Faden), welches sich möglichst entfernt (ca. 4 m) in der Medianebene des Kopfes in Augenhöhe befindet. Diese Augenstellung — annähernd Sekundärlage — erfordert nur eine Aktion der Interni. Paresen, die in dieser Stellung Diplopie ergeben, sind zur Untersuchung geeignet. Man läßt dann den Kopf nach links und nach rechts in die Horizontale drehen, achtet aber darauf, daß die Nasenwurzel nach wie vor dem Fixationsobjekt gegenüber bleibt. Der Patient, der vorher gesessen, steht jetzt und lagert den Kopf auf einen entsprechend hoch geschraubten Tisch. Er ist also auch jetzt gewissermaßen in „Sekundärlage“, wenn man diese Bezeichnung in erweitertem Sinne gelten lassen will. Nur die Gegenrollung tritt als neues Moment hinzu. Die Beobachtung ist jedes Mal binokular. Man schärft dem Patienten ein, daß er in den Angaben über die Diplopie nur die Abweichung von der Parallelität berücksichtigen soll, was bei den intelligenteren sofort gelingt. Der Vergleich zwischen dem Winkel bei der rechten Horizontalstellung, der Ausgangsstellung und der linken Horizontalstellung berechtigt dann zu dem von uns hergeleiteten Schluß.

Wenn somit die Gegenrollung als solche zur Erklärung des Phänomens sich nicht eignet und jeder Versuch, sie nach dieser Richtung zu verwerten, scheitern muß, so werden wir uns doch im folgenden überzeugen, daß indirekt der Mechanismus in engem Zusammenhang mit dem Zustandekommen des Lokalisationsirrtums steht. Aus der mitgeteilten Zusammenstellung der Beobachtungsergebnisse kann man ersehen, warum das Phänomen mit Recht zugleich konstant und labil genannt werden darf. Und gerade diese, die Täuschung charakterisierende Eigenschaft bringt sie in Gegensatz zu anderen optischen Täuschungen, drängt uns die Überzeugung auf, daß es sich hier um etwas prinzipiell verschiedenes handelt. Alle Täuschungen sind in gewissem Sinne Beziehungstäuschungen, indem sie aus einem Vergleich mit anderen, bereits bekannten Objekten resultieren. Diese für den Vergleich in Betracht kommenden Objekte gibt im allgemeinen die Außenwelt her oder vielmehr derjenige Teil der Außenwelt, welcher das jedesmalige Sehfeld bildet. Hier, wo die Außenwelt unsichtbar gemacht ist, bleibt nur noch ein einziges, bis zu gewissem Grade in Bezug

auf die Lokalisation bekanntes, Objekt: das untersuchende Subjekt, auf welches sich von selbst die beziehende Vergleichung hinlenkt. Das AUBERTSche Phänomen ist eine Täuschung nicht in Beziehung auf die Außenwelt, sondern in Beziehung auf mich selbst.

Dafs der hierdurch bedingte Irrtum auch die Nachbildlokalisation beherrscht, wird demnach selbstverständlich erscheinen, da ja diese unter dem Zwange derselben Erfahrungsmotive steht oder entstanden ist wie die Lokalisation der Aussen- dinge. Die einfachste Methode, die Täuschung am Nachbilde zu konstatieren, ist offenbar folgende: Man verschaffe sich bei aufrechter Kopfhaltung das horizontale Nachbild einer Lichtlinie, drehe den Kopf ein wenig über die Horizontalstellung hinaus, so dafs das Nachbild trotz der Gegendrehung (im Hellen) vertikal steht. Durch abwechselndes Verdunkeln und Erhellen des Raumes überzeuge ich mich, dafs das Nachbild ebenso wie eine objektive Lichtlinie die vertikale Richtung verlässt und wieder annimmt. Nimmt man nicht „vertikal“ zum Ausgangspunkte der Vergleichung, so wird das Urteil zu unbestimmt und bedarf einer zweiten objektiven Lichtlinie als Unterstützung, wie sie AUBERT und in verbesserter Anordnung SACHS benützt hat. Dann kann man zugleich nachweisen, dafs der Grad der Täuschung für die Nachbildlinie in der Tat genau derselbe ist wie für die objektive. Diejenigen, die einen prompt wirkenden Lokalisationsmechanismus ihren Theorien zu Grunde legen, müfste freilich die Täuschung, am Nachbilde festgestellt, um so mehr überraschen, als gerade das Nachbild als ein untrügliches, gewissermaßen äufserlich sichtbares Zeichen der Augenstellung zu gelten pflegt. Auch HERINGS¹ Beobachtung, dafs das Nachbild während des PURKINJESchen Schwindels und der dabei stattfindenden heftigen Augenbewegungen ruhig bleibt, weist die Dissonanz zwischen Nachbildlokalisation und Augenstellung nur für unwillkürliche Bewegungen nach. Doch bleibt der Ausschluß der Erfahrungsmotive — hier Schluß der Augen — die notwendige Bedingung, „Beweis genug, dafs allein die Verschiebungen der Netzhautbilder . . . mich über die Änderungen meiner Augenstellung belehren.“ Das Problem der Nachbildlokalisation im Dunkeln, über das bisher nur gelegentliche

¹ HERING: Beiträge zur Physiologie, H. 1, S. 30.

Einzelbeobachtungen vorliegen, könnte, systematisch untersucht, zur Kenntnis der Raumlokalisierung im allgemeinen und der sie bestimmenden Faktoren noch manchen wertvollen Beitrag liefern. Hier interessiert es uns nur als strengeres Beweismittel dafür, daß die Kenntnis unserer Augenstellung in diesem Falle keine ausreichende Lokalisationsbedingung ist.

Hat man diese prinzipielle Eigentümlichkeit des Phänomens erkannt, so liegt am nächsten die Annahme, daß die Schulterneigung des eignen Kopfes unterschätzt wird. Bei Horizontalstellung desselben bildet sich die vertikale Lichtlinie auf dem anatomischen Netzhauthorizont ab.¹ Wüßte ich, daß dieser nunmehr eine Drehung von 90° ausgeführt hat und infolgedessen vertikal steht, so würde mein Urteil nach wie vor richtig ausfallen und objektiv Vertikales vertikal erscheinen, unterschätze ich aber die Neigung, d. h. nehme ich an, daß der Netzhauthorizont sich nur um die Hälfte, um 45° , aus seiner früheren Lage gedreht habe, so verlege ich in dieselbe Richtung die Lichtlinie, welche sich auf diesem Netzhauthorizont abbildet, sie scheint um 45° in entgegengesetztem Sinne abgewichen. Dieser Erklärung widerspricht die Tatsache, daß wir zwar kleine Kopfneigungen unter-, große dagegen überschätzen, während doch andererseits die Täuschung gerade nur bei letzteren auftritt, bei ersteren aber gar nicht, oder sogar im negativen Sinne. Die von HELMHOLTZ² gegebene Erklärung wird also hinfällig. AUBERT hatte schon im voraus auf das Unzulängliche eines solchen Erklärungsversuches hingewiesen. Nach ihm handelt es sich um ein Vergessen der Kopfneigung. Er hat damit aber nur einen anderen Ausdruck für annähernd dieselbe Sache eingeführt. Es würde nämlich dann die Neigung zwar anfangs richtig und nach einiger Zeit erst zu gering geschätzt werden. Ich kann nicht finden, daß das tatsächlich zutrifft. Die sehr unbequeme Lage, die der Kopf bei starker Neigung, z. B. von 120° , annimmt, macht sich, je länger sie eingehalten wird, um so deutlicher bemerkbar. Auch habe ich schon dargestellt, wie die Gegenbewegung der Neigung unmittelbar folgt, und durch Pendelbewegungen des Kopfes die

¹ Ich lasse in dem schematischen Beispiele die Gegenrollung außer Betracht.

² HELMHOLTZ: *Physiol. Optik.* 2. Aufl., S. 762.

entgegengesetzten Pendelbewegungen der Linie hervorgerufen werden.

Wenn demnach die Erklärungen des „Unterschätzens“ und des „Vergessens“ den wirklichen Sachverhalt nicht richtig zum Ausdruck bringen, so handelt es sich doch um einen ähnlichen Vorgang, für den nur der gewählte Ausdruck nicht paßt. Die Differenz im Ausdruck ist hier aber gerade das Entscheidende und der Punkt, an den ich meine Betrachtung anknüpfen möchte. Beide Ausdrücke setzen voraus, daß wir im allgemeinen eine genügende Kenntnis von unserer Augenstellung besitzen, daß diese Kenntnis die Vorbedingung oder vielmehr die Ursache für die Lokalisation der Aufsendinge sei. Diese Kenntnis habe uns plötzlich oder allmählich verlassen. Wir wissen bereits, daß beides in Wirklichkeit nicht der Fall ist, daß vor allem die Kopfneigung im dunklen Raume nicht anders als im hellen beurteilt wird, also eine Ursache für das Ausbleiben des Phänomens in letzterem keine Erklärung fände. Die Kenntnis unserer Kopf- und damit unserer Augenstellung bleibt vielmehr so vollkommen oder unvollkommen wie sonst, und es zeigt eben das Phänomen, wie wenig diese Kenntnis zur richtigen Lokalisation der Aufsendinge ausreicht, sobald wir auf sie allein angewiesen sind. Es braucht nichts falsch geschätzt, es braucht nichts vergessen zu werden, wenn eine genügende Kenntnis von vornherein nie vorhanden gewesen, wenn dieselbe auch unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht die wesentliche Bedingung der Lokalisation ist. Das Maß der Täuschung ist der Maßstab für den entscheidenden Einfluß, welchen die Abbildungsverhältnisse im Sehfelde für die Lage-schätzung besitzen, während es zugleich angibt, wie weit die kinästhetischen Empfindungen zurückzutreten haben und welche Rolle ihnen immerhin zukommt. Der Kampf zwischen diesen beiden Faktoren ist die Ursache der von den Autoren beobachteten Scheinbewegungen, die wechselnde Macht, mit der bald dieser bald jener Maßstab in den Vordergrund tritt, der Grund für die verschiedenen Resultate, die während einer Einzelbeobachtung oder bei Beobachtung zu verschiedenen Zeiten oder bei Beobachtungen verschiedener Individuen erzielt werden. Hier zeigt sich, wie labil die Grenzen sind, in denen beide Gebiete aneinander stoßen. In extremen Fällen kann das eine oder das andere die absolute Herrschaft erlangen. Ist aber einmal die

Grenzregulierung erfolgt, d. h. ist der Prozentsatz festgelegt, der auf den einen und der auf den anderen Maßstab entfällt, so ist damit auch der Winkel der Täuschung eindeutig bestimmt, jeder weiteren Kopfneigung entspricht eine proportionale Gegendrehung, und das Ganze vollzieht sich nach einer mathematisch abgestimmten Regel. So wird das zugleich Konstante und Schwankende, das uns an dieser Täuschung zunächst rätselhaft erscheint, zum charakteristischen Merkmal ihrer Eigenart und ihrer Ursache. LIPPS¹ schränkt die Funktion der Bewegungsempfindungen dahin ein, daß sie „mit der Einordnung der Gesichtseindrücke in das Sehfeld, also mit der Wahrnehmung gleichzeitig gesehener Objekte nichts zu tun haben. Dagegen gäben Bewegungsempfindungen des Auges und nicht minder solche des Kopfes, des Körpers, den Maßstab ab zur Abmessung der Verschiebungen, welche das ganze Sehfeld und jeder Punkt desselben innerhalb des uns umgebenden, als ruhend gedachten Gesamtraumes erleiden.“ Unsere Täuschung weist darauf hin, daß jener letztgenannte Einfluß zwar vorhanden ist, in welchem Sinne und in welchem Maße er aber eine weitere Einschränkung erfährt. Bereits AUBERT hebt das Wesentliche der Täuschung richtig hervor: „Wir sehen nicht eine Drehung der hellen Linie. Diese bleibt vielmehr an Ort und Stelle. Der umgebende Raum dreht sich, unsere Vorstellung von oben und unten, rechts und links ist verändert.“

Diese modifizierte Auffassung bringt uns nun den Grund, den uns die anderen Erklärungsversuche schuldig geblieben sind, dafür, daß die Täuschung nur im Dunklen, nicht aber im Hellen auftritt. Wir sind gewöhnt das für vertikal zu halten, was sich auf dem mittleren Längsschnitt des Doppelauges abbildet. Da die aufrechte Kopfhaltung die häufigste ist — wenigstens soweit wir überhaupt Beobachtungen anstellen² — ist in der Entwicklung der Rasse und des Individuums zur genetischen Ausbildung dieses Wechselverhältnisses zwischen

¹ LIPPS: Eine falsche Nachbildlokalisation. *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol.* 1.

² MULDER hält es für auffallend, daß die Täuschung am stärksten auftritt bei horizontaler Lage auf einem Ruhebette, „einer Lage, die nächst der vertikalen für uns die gewöhnlichste ist, da wir ja ungefähr ein Drittel des Lebens in dieser Haltung verbringen.“ Es ist eben zu berücksichtigen, daß dieses Drittel des Lebens nicht zu Beobachtungszwecken benützt wird.

objektiv Vertikalen und mittlerem Längsschnitt die fortdauernd zwingende Ursache gegeben. Von zahlreichen Dingen haben wir auf diese Weise ihre vertikale Richtung in Erfahrung gebracht: einem mit Gewicht beschwerten Faden, Schornsteinen, Türmen, der Linie, in der zwei Zimmerwände aneinander stoßen. Solche Dinge von bereits bekannter Erscheinung halten wir nicht für schief, selbst wenn sie sich infolge einer zufälligen Kopfdrehung ausnahmsweise auf einem Nebenlängsschnitte abbilden. Es ist die Erfahrung, die solchen Irrtum nicht aufkommen läßt, indem sie gewissermaßen die Abbildungsverhältnisse korrigiert und die Übereinstimmung zwischen Seh- und Tastraum wiederherstellt. Wie wir bekannte Gegenstände ihrer Größe nach richtig beurteilen, unabhängig von der Entfernung (Gesichtswinkel-Bildgröße) in der wir sie sehen, so behält auch ein Objekt, dessen vertikale Richtung bereits unzweifelhaft feststeht, bei Kopfeigung für unser Urteil diese Lage bei. Sobald auch nur ein einziger derartiger, im Sehfeld befindlicher Gegenstand eine solche „Umwertung“ bewirkt, d. h. einen Nebenlängsschnitt zum vertikalempfindenden gestempelt hat, so gilt diese Umwertung natürlich für das ganze Sehfeld, auch für, bisher ihrer Lage nach unbekannte Objekte, einen Türspalt, eine Lichtlinie; und eine Lokalisationstäuschung kann erst eintreten in dem Augenblick, in dem alle jene Erfahrungsmotive beseitigt sind, im Dunkeln. Schon MULDER hat festgestellt, daß auch jede andere Versuchsanordnung, wenn sie nur die Erfahrungsmotive ausschließt, dieselbe Täuschung herbeiführt; man erhält sie, wenn man durch eine lange, direkt an das Auge anschließende Röhre blickt. Nicht einmal dies ist nötig; und bei mir trat die Täuschung nicht minder intensiv auf, wenn ich auf einen lotrecht vor einer gleichmäßig grauen Fläche aufgehängten, schwarzen Faden blickte. Die Fläche muß nur so groß und der Faden so lang sein, daß ihre Grenzen resp. seine Enden nicht ins Gesichtsfeld fallen, was man um so leichter erreicht, je mehr man sich der Fläche nähert.

Einen noch labileren Charakter erhält die Umwertung, wenn wir bedenken, daß die resultierende Täuschung gar nicht diejenige Intensität besitzt, die wir nach unserer schematischen Darlegung erwarten sollten, auch dann nicht, wenn wir den Betrag der entgegengesetzt wirkenden „dauernden Gegenrollung“ von vornherein in Abrechnung bringen. Die sich jetzt noch er-

gebende Differenz ist, wie bereits angedeutet wurde, auf Rechnung der kinästhetischen Empfindungen zu setzen. Wir kommen also zu dem merkwürdigen Resultat, daß einerseits den Netzhautmeridianen — in diesem Falle den Längsschnitten — ein sehr entschiedenes topogenes Moment zukommt, daß dieses andererseits wiederum wenig stabil ist und durch einen anderen Faktor zum Teil kompensiert werden kann, und zwar je nach zeitlichen und individuellen Verhältnissen in verschiedenem Maße. Nach einer solchen Auffassung bleibt der mittlere Längsschnitt nicht etwa vertikalempfindend bei allen Kopfdrehungen; es gibt vielmehr keinen Längsschnitt, dem diese Fähigkeit dauernd zukommt, sie wechselt von Winkel zu Winkel, und immer neue Längsschnitte nehmen sie an, regelmässig aber ein solcher, der dem mittleren verhältnismässig zu nahe liegt. Nur hierin zeigt sich das topogene Moment des Netzhautmeridianes.

Man könnte einwenden, daß damit die Existenz desselben überhaupt an Wahrscheinlichkeit eingebüßt hat und ein topogenes Moment wenig Glauben verdient, welches das wesentliche Charakteristikum eines solchen, die Stabilität, nicht besitzt und damit auch den Vorteil, den es uns bringen könnte, einen konstanten Maßstab für die Orientierung, verloren hat. Aber analoge klinische Beobachtungen weisen auf das Vorhandensein und die gleichzeitige Unsicherheit dieses Momentes hin, so die Ausbildung neuer Identitätsverhältnisse bei Schielenden und ihre Rückbildung nach der Operation. WUNDT¹ teilt die interessante Selbstbeobachtung mit, daß eine Metamorphopsie, die durch Netzhautexsudate, also eine gegenseitige Verschiebung der Sehzellen, hervorgerufen war, sich im Laufe eines Jahres wieder ausgeglichen habe, ohne daß, seiner Ansicht nach, dieser Ausgleich auf eine völlige Rückbildung des anatomischen Prozesses bezogen werden könnte. Man beachte, eine um wieviel schwierigere Kompensation hier das Urteil zu leisten hatte, wenn auch freilich nicht zu verkennen ist, daß es hier Umwertungen von mehr oder weniger langer Dauer, dort aber von beständigem Wechsel schafft.

Für diese eigenartig labilen Verhältnisse gewinnen wir erst vom genetischen Gesichtspunkte aus Verständnis. NAGEL² jun.

¹ WUNDT: Zur Theorie der räuml. Gesichtswahrnehmungen. *Philosoph. Studien* 14.

² NAGEL: *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol.* 12, S. 350 u. a. a. O.

wies bei zahlreichen Tierarten nach, daß sie imstande sind, Bewegungen des Körpers durch solche des Kopfes¹ oder des Auges vollkommen zu kompensieren. Bei diesen Tierarten kann der Mittelschnitt dauernd vertikal empfindend bleiben, jedes einzelne Netzhautelement sein topogenes Moment behalten, und alle Umwertung erübrigt sich. Für den aufrecht gehenden Menschen ist das Bedürfnis nach Körperneigungen seltener geworden und im selben Maße die Fähigkeit, sie zu überwinden, geringer. Nur momentane Neigungen finden in der „vorübergehenden Gegenrollung“ noch ausreichende Kompensation. Die dauernde ist als „rudimentärer Reflex“ einer früher zweckmäßigen Einrichtung übrig geblieben. Sie ist nur noch geeignet die Orientierung zu verwirren.²

Und in der Tat, wem etwa eine unvollkommene und labile Umwertung unannehmbar erscheint, den würden wir fragen: was könnte eine mathematisch arbeitende Umwertung gegenüber der, in ihrer Intensität wechselnden Gegenrollung nützen, die im Gefolge unbewusster und unwillkürlicher, ebenso wie im Gefolge bewusster und beabsichtigter Kopfneigungen auftritt? Wollte die Seele bei der Umwertung auch die Gegenrollung in Betracht ziehen, müßte sie dann nicht von dem wechselnden Betrage derselben eine jedesmalige Kenntnis haben? Da aber die Gegenrollung doch vom Willen unabhängig ist, so würde solche Kenntnis nicht einmal durch sogen. Innervationsempfindungen vermittelt werden können; und wir würden in die Phase der Muskel- und Kontraktionsempfindungstheorie geraten. Die Unvollkommenheit der Umwertung wird uns also nicht mehr bedenklich, sondern selbstverständlich erscheinen; und eine optische Täuschung ist eben immer der Ausdruck irgend einer Unvollkommenheit des Sehorgans, in diesem Falle einer genetisch durch die einseitigeren Zwecke des fortgeschrittenen menschlichen Bedürfnisses begründeten. Die frühere Richtschnur, die kompensierende Raddrehung leitet nicht

¹ Man beachte, daß Tiere, die nicht auf dem Erdboden leben (Vögel, Fische), den Kopf aufrecht und den Körper geneigt halten können.

² SACHS (*Zeitschr. f. Augenheilk.* 3, S. 302) macht darauf aufmerksam, daß sie bei der, nicht seltenen, Höhendifferenz beider Augen nützlich werden kann: Durch Kopfneigung werden zunächst die Netzhautmitten in die horizontale Blickebene gebracht, durch Gegenrollung die Mittelquerschnitte.

mehr. So weit ein neues Bedürfnis es notwendig macht, tritt eine neue Fähigkeit, die Umwertung, in Kraft, die keinen automatischen Mechanismus, sondern einen labilen psychischen Vorgang darstellt.

Die „Umwertung“, für die ich den Ausdruck von SACHS entlehnt habe, erscheint dadurch in einer, dem Sinne nach etwas abweichenden Bedeutung. Sie ist unter dem Einflusse der Erfahrungsmotive entstanden, hat sich aber im allgemeinen von demselben freigemacht. Nur bei schulterwärts gerichteten Kopfneigungen macht sich solche Abhängigkeit noch bemerkbar, nirgends sonst. So nimmt ja auch die Täuschung in der Gesamtheit der optischen Täuschungen eine Ausnahmestellung ein, wie bereits einleitend bemerkt wurde: Sie resultiert nicht aus einem Vergleich mit anderen, sei es gleichzeitig, sei es früher gesehenen Objekten, sondern aus einer Beziehung auf das untersuchende Subjekt, auf mich selbst. Sie kann als solche höchstens mit den autokinetischen Empfindungen unter eine gemeinsame Rubrik gebracht werden. Während jedoch diese nur im allgemeinen darauf hinweisen, daß die Kenntnis unserer Augen- resp. Kopfstellung unsicher ist oder unvollkommen verwertet wird, zeigt jene die Unvollkommenheit bei einer willkürlich erzeugten Kopf- resp. Augenbewegung.

Die Ausnahmestellung, die in dieser Beziehung den Schulterneigungen des Kopfes, also den Drehungen um die Sagittalachse, zukommt, findet ihre Erklärung und ihre Parallele in der Ausnahmestellung, welche ja auch die sagittalen Kompensationsbewegungen einnehmen. Wir wissen bereits, daß die kompensierende Gegendrehung beim Menschen eine unvollkommene ist. Demgegenüber verfügen diejenigen Blickbewegungen, die im „gewöhnlichen Leben“ am häufigsten vorkommen, Hebung, Senkung, Seitenwendung, über einen viel feineren und schmiegsameren Mechanismus. Hier können nicht nur Kopf- und Augenbewegungen vikariierend für einander eintreten, was bei den Seitenneigungen ganz ausgeschlossen ist, die Augenbewegungen vermögen auch die des Kopfes vollkommen zu kompensieren. Also: wenn wir während der Beobachtung eines Objektes den Kopf um die vertikale oder um die frontale Achse drehen, so gleicht der Blick die Drehung völlig aus, und das Netzhautbild behält seinen Ort bei; solange dem Objekt die Aufmerksamkeit zugewandt ist, wird

jeder kleinste Bildwechsel, den eine willkürliche oder unwillkürliche Kopfbewegung zu erzeugen im Begriff ist, exakt kompensiert. Erst die Drehung um die Sagittalachse tritt mit der neuen Forderung an uns heran, eine Umwertung aufzubringen, der keine Aufmerksamkeitsänderung entspricht. Überall sonst ist die, mit der Aufmerksamkeitsänderung einhergehende Bewegungsabsicht Umwertungsmittel. Also sind wir gar nicht darauf eingeübt in diesem Ausnahmefalle das Bewußtsein oder die Kenntnis unserer Kopfstellung für die Lokalisation zu verwerten, sie in die Deutung des Netzhautbildes einzutragen. Und das bringt eben gerade unsere Täuschung zum Ausdruck: das Vorstellungsbild des Kopfes wird unvollkommen in die Ausdeutung des Netzhautbildes eingetragen.

Ich suchte nun den Gegensatz, der sich hier zwischen den Drehungen um die Vertikale oder Frontale einerseits und denen um die Sagittale andererseits bemerkbar macht, zu eliminieren. Hierzu benutzte ich folgenden kleinen Apparat: Ein zirka $\frac{3}{4}$ m langer Holzstab verbindet ein Beißbrettchen mit einer schwarzen Pappröhre, über die ein Deckel gesetzt werden kann, der in der Mitte einen mit weißem Papier verklebten Lichtspalt trägt. Der Deckel läßt sich auf der Röhre beliebig drehen, so daß der Spalt eine vertikale, horizontale oder schräge Lage annimmt. Ein großes schwarzes Tuch ist über Kopf und Röhre ausgebreitet, an letzterer festgeheftet. Der Stab muß, um Schwankungen zu vermeiden, recht fest sein und infolgedessen durch die rechte Hand leicht gestützt werden, da das Gebiß allein natürlich nicht tragfähig genug ist. So haben wir einen Apparat, der die Erfahrungsmotive ausschließt und gleichzeitig bewirkt, daß die Bewegungen des Objektes genau denen des Kopfes entsprechen. Jetzt wird also die kompensatorische Augenbewegung, die nur bei den Drehungen um die Vertikale und Frontale vollkommen ist, überflüssig. In der Tat tritt während der Schulterneigung keine Täuschung mehr auf. Auch bei längerer Einhaltung starker Schulterneigungen ist jetzt die Täuschung nur wenig zwingend. Natürlich nimmt sie zu, je mehr der Ausgangspunkt der Objektbewegung sich aus dem Bewußtsein verliert. Ähnliches kann man aber auch bei der Seitenwendung, Hebung und Senkung konstatieren. Dieses Resultat ist darum bedeutungsvoll, weil nicht nur der frühere Gegensatz zwischen letzteren Blickrichtungen und der Seiten-

neigung eliminiert ist, sondern sich ein umgekehrter Gegensatz eingeschlichen hat. Früher war bei jenen die Kompensationsdrehung stärker (vollkommen) als bei dieser; jetzt bleibt bei dieser die geringe, reflektorisch erzeugte Gegendrehung unverändert bestehen, während sie bei jenen ganz aufgehört hat. Die AUBERTSche Täuschung hat aber an Intensität erheblich eingebüßt; also ist nicht die Gegendrehung als solche die Ursache der Täuschung, sondern die Unvollkommenheit der Gegendrehung, resp. die Unfähigkeit, jene Unvollkommenheit durch psychische Umwertung zu ersetzen.

Nur insofern hat die Ermittlung dieser Unfähigkeit eine prinzipielle Bedeutung, als sie einen Einblick gewährt in die, unter empirischen Einflüssen stehende Entwicklung der Umwertung. Wir haben hier einen Ausnahmefall vor uns, in dem die Umwertung unvollkommen ist, die Kenntnis unserer Augenstellung als Lokalisationsbedingung nicht ausreicht. Dabei bleibt die Frage ganz aus dem Spiele, wie die Kenntnis der Augenstellung zu stande kommt, ob die Lage des Auges selbst empfunden wird, oder die seelische Anstrengung, es in eine bestimmte Lage zu bringen (Innervationsempfindung), oder ob allein der Wille, der diesem Innervationsimpulse vorausläuft, ins Bewußtsein tritt. „Habe ich eine Augenstellung willkürlich hervorgerufen, so weiß ich freilich im voraus die Richtung und ungefähre Größe der Bewegung; denn sonst hätte ich eben die Bewegung nicht wollen können.“ (HERING.) Zur Lösung dieser, an sich bedeutungsvollen prinzipiellen Streitfrage ist unser Phänomen nicht geeignet. Alle drei Annahmen haben eine vollkommene Lokalisation zur Voraussetzung, eben diese Voraussetzung sollen sie erklären. Darin aber liegt die prinzipielle Bedeutung unseres Phänomens, daß sie eine Unvollkommenheit der Lokalisation aufdeckt, und diese Unvollkommenheit bereitet den Anhängern entgegengesetzter Richtung gleiche Schwierigkeit.

Das System von SACHS ist nun darauf gerichtet, den psychischen Vorgang der Umwertung oder, wenn wir HERINGS Ausdruck gebrauchen, die „Änderung der absoluten Raumwerte“ von empirischen Elementen ganz zu befreien; sie hat bei ihm nicht mehr den labilen Charakter einer werdenden oder gewordenen Einrichtung, sondern den eines präzise funktionierenden Mechanismus. Wie wir sahen, kann man mit dieser Annahme

im allgemeinen nicht auf Schwierigkeiten stossen; und in der Tat erwies sich ihm für die Lageschätzung^{1, 2} wie für die Größenschätzung³ die Umwertung, die er unter Ausschaltung der „Bewegungsempfindungen“ jenen zu Grunde legte, überall als vollkommen. Bei letzterer deutet SACHS freilich selbst an, daß er ein wenig über HERING hinausgeht. Während dieser das Verhältnis nur in der Weise „veranschaulicht,“ daß „der Maßstab, nach dem wir unseren subjektiven Raum messen, ein anderer werde, daß wir — bei größerer Nähe — gleichsam das Netzhautbild mit einem kleineren Faktor multiplizieren,“⁴ nimmt SACHS diesen psychischen Vorgang in mehr wörtlichem, also mathematischem Sinne und entwickelt den HERINGSCHEN Gedanken „daß die Stärke der Vergrößerung im allgemeinen von derjenigen abhängig ist, die ich nötig habe, um das betrachtete Ding auf ihre mir längst bekannte Größe zu bringen“ dahin weiter, daß man sich die Größenschätzung unabhängig vorstellen kann von einer bereits bestehenden Kenntnis der Größe eines Gegenstandes, der das Maß der Vergrößerung des Netzhautbildes abgeben soll.“⁵ Es ist hier nicht der Ort, über eine Hypothese zu diskutieren, die weitgehende metaphysische Spekulationen über die Fähigkeit der Seele zur Voraussetzung hat. Man kann anerkennen, daß sie für den Versuch, die Ausscheidung des empiristischen Elementes bis zur letzten Konsequenz durchzuführen, der entsprechende Ausdruck ist. Wir begnügen uns hier auf S. 142 hinzuweisen, wonach die Tatsache, daß die reflektorischen Gegendrehungen keine Scheinbewegung zur Folge haben, sich in einem solchen System schwer unterbringen läßt. In Parallele zu dieser Tatsache steht die unvollkommene und labile Umwertung bei Neigungen des Kopfes gegen die Schulter.

Da SACHS nunmehr auch die „optische Orientierung bei Neigung des Kopfes gegen die Schulter“ als Untersuchungsobjekt

¹ SACHS u. WLASSAK: Die optische Lokalisation d. Medianebene. *Zeitschrift f. Psychol. u. Physiol.* 22.

² SACHS: Zur Symptomatologie der Augenmuskellähmungen. *v. Graefes Arch. f. Ophth.* 44, S. 320.

³ SACHS: Zur Erklärung der Mikropie bei Akkomodationsparese. *v. Graefes Arch. f. Ophth.* 44, S. 87 und die Erwiderung gegen KOSTER *ebenda* 46.

⁴ HERING: Beiträge zur Physiologie, S. 19.

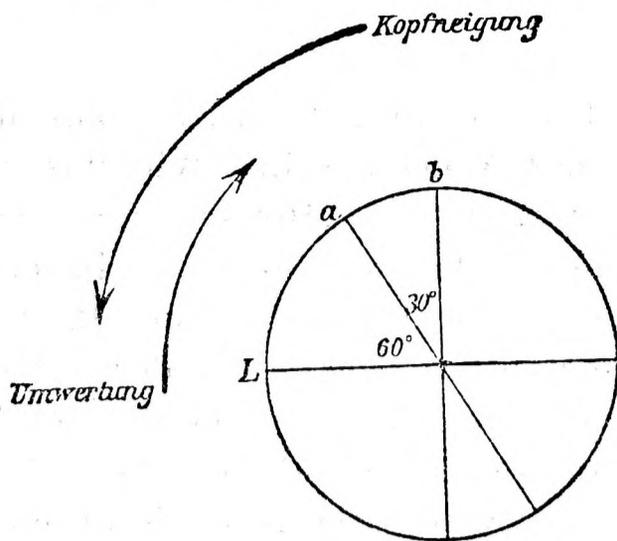
⁵ a. a. O. S. 98 (im Text kein Sperrdruck).

in Angriff genommen hat, durfte man darauf gespannt sein, wie es diese mit seinem System in Einklang bringen würde. S. 400 heisst es:

„Die ›impulsive‹ Umwertung kann nicht das einzige, die Lokalisation beeinflussende Moment sein. Wie uns scheint ist dieses“ — gemeint ist wohl: ein ferneres — „Moment darin gelegen, dass die Vorstellung des verdrehten Kopfes um so mehr in das aus den Netzhautempfindungen aufgebaute Anschauungsbild des Raumes eingetragen wird, je mehr der Kopf geneigt wird; oder mit anderen Worten, dass die Unterscheidung von oben und unten (die Empfindung der Richtung der Schwerkraft) für die Ausdeutung des Netzhautbildes bei stärkeren Kopfneigungen zum dominierenden Faktor wird. Insofern hierdurch allein schon eine Erkennung der Richtungen im Raume gegeben wäre, ist die impulsive Umwertung, die demselben Zwecke diene, überflüssig: das Zusammentreffen beider Momente muss die Lokalisation im Sinne einer Überkompensation beeinflussen.“

Ich lasse den Einwand aufser Betracht, dass jene Empfindung der Schwerkraft, des „oben und unten“, kein neues Moment ist, sondern gleichfalls nur eine Funktion der Labyrinth-erregungen, die die impulsive Umwertung eben bedingen. Man brauchte dann den SACHSschen Gedanken nur etwa folgendermassen auszudrücken: die Umwertung wächst nicht in demselben Verhältnis wie die Kopfdrehung, sondern schneller als diese, und dieses schnellere Wachstum ist eine Folge der, sich mit wachsender Kopfneigung bemerklicher machenden Wirkung der Schwerkraft. Die Richtigkeit der Annahme vorausgesetzt, ist zuzugeben, dass auf diese Weise eine „Überkompensation“, d. h. eine über das Ziel hinausschiefsende Umwertung zu stande kommen müsste. SACHS findet: „dies ist auch tatsächlich der Fall; denn bei höhergradiger Kopfneigung erscheint eine Linie senkrecht, die sich auf einem Meridian abbildet, der — wenn blofs die impulsive Umwertung bestände, schon bei einer Kopfneigung geringeren Grades vertikalempfindend werden müsste.“ Wenn aber eine verhältnismässig zu starke Kopfneigung notwendig ist, um einen Meridian vertikalempfindend zu machen, so würde ich daraus im Gegenteil entnehmen, dass die Gesamtumwertung zu gering, also die „impulsive“ nicht einmal in ihrem ganzen Betrage vorhanden ist. Bei einer Kopfneigung von 90° liegt der Mittellängsschnitt L horizontal. Würde die Umwertung ebenso wie die Kopfdrehung 90° betragen, so würde b vertikalempfindend; sie beträgt aber nur 60° ; darum

wird a vertikalempfindend, und es kommt eine Täuschung von 30° zu stande. (Fig. 1.)



Eine unvollkommene Umwertung ist demnach der Erklärungsgrund der Täuschung, ohne den wir nicht mehr auskommen können, sobald wir uns von einer fehlerfreien Lokalisation des Kopfes überzeugt haben. Nun haben NAGEL und ebenso SACHS darauf aufmerksam gemacht, daß eine Untersuchung der Täuschung bei Taubstummen von Interesse sein dürfte. Da wir eine fehlerhafte Kopflokalisation nicht annehmen, so erscheint uns ein Unterschied im Verhalten der Taubstummen und Normalen gegenüber unserer Täuschung von vornherein nicht wahrscheinlich; gerade in diesem Sinne konnte uns die Prüfung der Taubstummen wertvoll werden. Zu diesem Zwecke war eine Auslese auf Grund eines etwaigen Fortfalls der reflektorischen Gegenrollungen angezeigt. Nach AUBERT¹ sind die Bogengänge 1. ein sensibles Organ, welches uns über die von Kopf und Körper ausgeführten Drehbewegungen unterrichtet, 2. ein excitomotorisches Organ, welches die kompensatorischen Bewegungen der Augäpfel reflektorisch hervorruft. So tritt bei der Drehung des Körpers um seine Achse in der Tat einerseits Scheinbewegung und Schwindel, andererseits starkes seitliches Augenzucken ein. Schwindel² sowohl wie Augenzucken³ fehlen bei Taubstummen mit Labyrinthstörung. Aus diesem Grunde lag für uns die Frage nahe, ob diesen auch die reflektorischen Gegenrollungen fehlen. Eine so ausgewählte Gruppe liefs nach Analogie

¹ AUBERT: Physiologische Studien über die Orientierung. Tübingen, Haupt, 1888.

² JAMES: Sense of dizziness in deafmutes. *Harw. Un. Americ. Journ. of Otol.* 1883. (Zit. nach KREIDL.)

³ KREIDL: *Pflügers Arch.* 41, S. 124.

der JAMES-KREIDL'Schen Feststellungen am ehesten einen Fortfall der Täuschung erwarten, wenn man überhaupt eine labyrinthäre Auslösung derselben zugeben will. Ich hoffte auch, so einen weiteren entscheidenden Beweis zu erlangen, daß die Gegenrollungen als solche ätiologisch nicht in Betracht kommen. Es stellte sich aber heraus, daß unter 60 Schülern, die ich in Gemeinschaft mit Herrn Professor NAGEL in der hiesigen königl. Taubstummenanstalt unter gütiger Unterstützung des Herrn Direktor Schulrat WALTER untersuchte, alle reflektorische Gegenrollungen hatten. Ich wählte daher solche aus, die unter der Gesamtzahl der Zöglinge durch ihren schlürfenden Gang auffielen. Diese zeigten gleichzeitig das KREIDL'Sche Phänomen.

Ich habe 7 Knaben im Alter von 9 bis 14 Jahren geprüft, wobei mir Herr Taubstummenlehrer MAHNER freundlichst zur Seite stand. Zwei Brüder und ein dritter sind taub geboren; einer, 12jährig, vor 3 Jahren nach Scharlach (Otitis media) erblaubt, 3 nach Krämpfen in den ersten Lebensjahren, 1 Ursache unbekannt. Die Kinder sind intelligent und machen zuverlässige Angaben. Alle lokalisierten die Lichtlinie im Hellen richtig, selbst bei stärksten Kopfneigungen. Im Dunklen trat bei allen die Täuschung im AUBERT'Schen Sinne auf; sie wurde bald bei nach rechts, bald bei nach links gedrehtem Kopfe durch Aufblitzversuche festgestellt. Ich gebe keine Zahlen an, da ich den Grad der Kopfdrehung nicht genau festgestellt habe und betone nur, daß die Täuschung weder stärker noch geringer war als bei dem Durchschnitt der Normalen. Bei den, doch erheblichen, zeitlichen und individuellen Schwankungen, die das Phänomen an sich zeigt, würden kleine Differenzen auch gar nichts beweisen. Nur bei einem Knaben war die Täuschung auffallend stark, ungefähr:

Kopfneigung (in Grad)	Täuschung (in Grad)
20	0
30	15
50	25
70	35
90	45
100	45
120	60

Wenn man einer solchen Einzelbeobachtung überhaupt Bedeutung beimessen will, so könnte man aus derselben den Schluß

ziehen, daß zu der unvollkommenen Umwertung der Normalen hier noch eine unvollkommene Kenntnis der Kopfstellung als neuer Faktor hinzutrat und die Täuschung verstärkte. Viel wichtiger ist, daß bei Taubstummen die Täuschung überhaupt zu stande kommt und jedenfalls nicht verringert ist. Sie unterscheidet sich dadurch von einer anderen Täuschung über die Vertikale, die in demselben Sinne erfolgt und die MACH¹ folgendermaßen beschreibt:

„Fährt man auf der Eisenbahn durch eine Krümmung, so scheinen die Bäume von der vertikalen abzuweichen, und zwar scheint sich ihr Gipfel auf der konvexen Seite der Krümmung von der Bahn wegzuneigen. Andererseits bemerkt man oft auch eine Schiefstellung der Wagen und hält dann die Bäume für vertikal. — Die Schiene wird bekanntlich auf der konvexen Seite der Krümmung höher gelegt, um die Wirkung der Zentrifugalkraft zu kompensieren. Der Höhenunterschied kann aber nur einer einzigen Fahrgeschwindigkeit entsprechen. Die beiden erwähnten, einander widersprechenden Facta klären sich nun einfach auf, wenn man annimmt, daß man die Richtung der Vertikalen empfindet und stets die Richtung der aus Schwere und Zentrifugalkraft resultierenden Massenbeschleunigung für die Vertikale hält. Fährt man mit jener Geschwindigkeit, welche der Krümmung und dem Höhenunterschiede entspricht, so weiß man nichts von der Schiefstellung des Wagens. Dann scheinen die Bäume schief, in jedem anderen Falle der Wagen.“

Die Täuschung erinnert an die unsrige so sehr, daß man versucht ist, beide in Beziehung zu einander zu bringen. Aber der entscheidende Gegensatz besteht darin, daß hier in der Tat eine falsche Lokalisierung des Körpers und Kopfes zu Grunde liegt; und so hat auch KREIDL² Verringerung resp. Fortfall dieser vestibular ausgelösten Täuschung bei Taubstummen gefunden.

¹ MACH: Lehre von den Bewegungsempfindungen S. 23.

² a. a. O. S. 141.

(Eingegangen am 23. Dezember 1902.)