Werk

Titel: Lebensgewohnheiten als Grundlage von Sinnestäuschungen

Autor: Skramlik, Emil von

Ort: Berlin

Jahr: 1925

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0013|log113

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

info@digizeitschriften.de

setzes von KOSSEL und SOMMERFELD, daß nach dem Entfernen eines Elektrons das Spektrum eines Elements den Typus des Spektrums des vorhergehenden Elements annimmt.

Möchte PASCHEN auch in seiner neuen Stellung als Präsident der Reichsanstalt Gelegenheit gegeben sein, seine physikalische Meisterschaft in weiteren bahnbrechenden Arbeiten zu betätigen, um ebenso wie bisher für die jüngere Generation Führer und Vorbild zu sein.

Lebensgewohnheiten als Grundlage von Sinnestäuschungen.

Von EMIL v. SKRAMLIK, Freiburg i. Br.

(Schluß.) [1]

B. Täuschungen bei Änderung der Kopfhaltung.

Weitere, zum Teil sehr frappante Täuschungen machen sich bei Veränderungen der *Kopfstellung* geltend. Sie beziehen sich auf die Lage des Körpers und seiner einzelnen Teile im Ruhezustande und bei Bewegungen, aber auch auf Gegenstände und Vorgänge in der Außenwelt. Wie sich nämlich die Tastflächen in einer bestimmten Normallage befinden und von uns in einer bestimmten Haltung benutzt werden, in gleichem Maße ist dies beim Kopf der Fall. Solange dieser in einer bestimmten Weise gehalten wird, die bei den meisten Menschen identisch ist mit derjenigen, bei der die Vertikalachse des Kopfes auf der Schulterquerverbindung senkrecht steht, solange vermögen wir uns mit unseren Körperteilen im Raum auch bei geschlossenen Augen *richtig* zu *orientieren*, und über die *Anordnung der Gegenstände*, die uns umgeben, bis auf einige Einschränkungen, von denen noch eigens die Rede sein wird, *genauen, objektiv richtigen Aufschluß* zu geben. Sowie aber der Kopf aus dieser Normalhaltung herausgebracht wird, unterliegen wir eigenartigen Täuschungen, bei denen unsere Körperlage, sowie die der Gegenstände im Raum in eigenartiger Weise verstellt zu sein scheint. Es empfiehlt sich, der Übersichtlichkeit der Darstellung wegen, alle Täuschungen, die auf einer veränderten Kopflage beruhen, in zwei Gruppen zu sondern: 1. Täuschungen über die Lage des eigenen Körpers, sowie seiner Teile im Raum; 2. Täuschungen über die Beschaffenheit von Gegenständen der Außenwelt. — Wenden wir uns den ersteren zu, so ist hier vor allem der *Orientierung im Raume* zu gedenken, ein Gebiet, das schon von DELAGE (6), freilich unter einem völlig anderen Gesichtspunkte bearbeitet wurde. DELAGE hatte bei seinen Versuchen, wobei die Vp. auf einem Zapfenbrett befestigt und gedreht wird, gefunden, daß man eigenartigen Täuschungen über die Lage unterliegt. Diese sind besonders interessant, wenn man subjektive und objektive Vertikal- und Horizontallage untereinander vergleicht. Der Körper scheint auf dem Brette vertikal zu liegen, wenn dieses mit der objektiven Vertikalen einen Winkel von 4—5° Neigung nach hinten einschließt. Subjektiv horizontal scheint der Untersuchte zu liegen, wenn das Zapfenbrett eine Neigung von 75—78° nach hinten aufweist, zur wirklichen Horizontallage also noch volle 12 oder 15° fehlen. In objektiver Horizontallage tritt der Eindruck auf, als ob man mit dem Kopf schon nach abwärts geneigt wäre, und bei 120° scheint man vertikal mit dem Kopf nach unten zu stehen. Ich habe diese Versuche nachgemacht und kann sie im wesentlichen bestätigen. Offenbar handelt es sich um den bestimmenden Einfluß zweier Normallagen des Kopfes, von denen die eine mit der beim aufrechten Stehen oder Gang, die andere mit der beim Liegen identisch ist. Es ist aber bis jetzt nicht gelungen, die Täuschungen mit Sicherheit zu deuten. Wohl wäre daran zu denken, daß von den meisten Personen unter den gewöhnlichen Bedingungen des Lebens der Kopf beim aufrechten Stehen etwas nach vorne geneigt, beim Liegen durch Unterstützung von Kissen etwas nach oben gehoben gehalten wird. Indessen genügen diese Feststellungen noch nicht, um in diesem verwickelten Fall eine Entscheidung herbeizuführen.

Bei den bisherigen Versuchen ist die Kopflage *relativ zum Körper unverändert* geblieben. Von großem Interesse sind aber auch die Täuschungen, in bezug auf die Lage der eigenen Gliedmaßen, wenn man den Kopf um eine seiner Achsen dreht, seine Lage zum Körper also ändert. Zur Definition und Benennung der Kopflagen sei hier folgendes gesagt: Drehung um die vertikale Achse soll als Seitenwendung nach rechts oder links bezeichnet werden, Drehung um eine Querachse als Beugen nach vorn oder hinten, Drehung um eine sagittale Achse als Seitwärtsneigung, wobei der Kopf einmal gegen die rechte, das andere Mal gegen die linke Schulter geneigt ist. In der *Normalhaltung des Kopfes* ist man nun ohne Schwierigkeiten imstande, seine oberen Gliedmaßen mit großer Sicherheit in der Richtung einer horizontal-frontalen, oder -sagittalen Geraden einzustellen. Diese beiden Lagen sind für die Versuche vorzugsweise geeignet, weil hier eine große Beweglichkeit der Arme nach allen Richtungen verbleibt, während diese beim Erheben nach oben in dem dem Körper zugewendeten Feld erheblich eingeschränkt ist. Es soll hier nur der Fall erörtert werden, wenn man den Arm *seitlich* in die frontale Horizontale bringt. Solange sich der Kopf in der Normalhaltung befindet, gelingt dies sehr sicher mit einer Genauigkeitsgrenze von ± 1°. Neigt man nun den Kopf seitwärts nach der rechten Schulter um 60° und läßt die gleichen Einstellungen vornehmen, so beobachtet man bei allen Vpn., die nicht irgendwie voreingenommen sind, oder sich erst längere Zeit die gegebenen Möglichkeiten überlegen, daß die linke

[1] I. Täuschungen, bedingt durch Veränderung einer gewohnten Anordnung der Sinneswerkzeuge.

A. Täuschungen bei Verlagerung der Tastfläche.

Hand, um subjektiv horizontal zu erscheinen, in eine Lage gehoben wird, die mit der wirklichen Horizontalen einen Winkel β von etwa 10—15° nach oben einschließt. In völliger Übereinstimmung damit wird diese Hand tiefer eingestellt, wenn man den Kopf auf die linke Schulter neigt. Die Normalhaltung des Kopfes übt einen bestimmenden Einfluß aus, deshalb wird die eingetretene Lageänderung nicht vollständig, sondern nur teilweise verwertet. Auf diese Weise kommt es zu Täuschungen über die wirkliche Lage des Armes. Der Grad der Verwertung der Normallage kann wieder durch das Verhältnis $\frac{(\alpha - \beta) \cdot 100}{\alpha}$ ausgedrückt werden, worin für α der Winkel eingesetzt werden muß, den die im Kopf mitbewegte Vertikale mit der wirklichen Vertikalen einschließt. Der *Grad der Verwertung* beträgt meist 65—70%, d. h. es werden bis zu $^3/_4$ der Lageänderung verwertet. Zu analogen Ergebnissen gelangt man, wenn man den Arm in die *sagittal-horizontale Lage* bringen und nun den Kopf seitwärts wenden läßt. Der Arm wird dann, gleichgültig, ob es sich um den rechten oder den linken handelt, so eingestellt, daß er bei Kopfseitenwendung nach rechts in der Horizontalebene zu weit rechts, bei der nach links zu weit nach links von der sagittal-Horizontalen eingestellt wird. Die Verhältnisse lassen sich auch so ausdrücken, daß bei jeder Kopfbewegung sich scheinbar der ganze übrige Körper in der gleichen Richtung mitdreht, freilich lange nicht in dem Maße, in dem der Kopf gedreht wurde. Zu dieser Darstellung ist man um so mehr berechtigt, als man bei der entsprechenden Kopfbewegung einer *Bewegungstäuschung* unterliegt, die hervorgehoben zu werden verdient. Stellt man z. B. im ersten Versuch den linken Arm in der frontal-Horizontalen ein und neigt nun den Kopf seitwärts nach der rechten Schulter, so hat man deutlich den Eindruck, als ob sich gleichzeitig der Arm etwas nach unten bewegt hätte. Um diesen Erfolg zu beobachten, muß man sich, darauf sei mit Nachdruck hingewiesen, mit der Aufmerksamkeit auf den *Arm* einstellen. Die Täuschung ist eine sehr merkwürdige, um so mehr, als wir doch von einer tatsächlich erfolgten Bewegung des Armes auf ganz andere Weise unterrichtet werden.

Es darf nicht verschwiegen werden, daß sich die Täuschungen in bezug auf die Lage der Gliedmaßen erst bei einer beträchtlichen Kopfverstellung bemerkbar machen. Der Drehungswinkel muß in allen Richtungen schon 30° übersteigen, damit sie ausgeprägt wird. Diese Tatsache läßt sich ohne Schwierigkeit dadurch erklären, daß die Normalhaltung des Kopfes keine streng und völlig festgelegte ist, daß vielmehr die *verschiedenartigsten Abweichungen* noch immer *im Rahmen des Gewohnten* liegen. Erst wenn man aus einem gewissen Drehungsbereich, der individuell sicher etwas schwankt, herauskommt, erst dann läßt sich erwarten, daß das Gewohnte verlassen ist und bei Bestimmung der Gliedmaßenlage seinen Einfluß ausübt.

Die einzelnen Personen verhalten sich bei diesen Versuchen nicht völlig gleichartig. Es gehört nämlich ein gewisses Maß von Unbefangenheit dazu, um zu dem angeführten Ergebnisse zu gelangen. Ganz allgemein läßt sich sagen, daß ein jeder den beschriebenen Täuschungen unterliegt, nur wird mancher bestrebt sein, den Fehler auf Grund von Überlegungen auszugleichen. Dies läßt sich meist daran erkennen, daß bei der Einstellung der Gliedmaßen verschiedene Lagen geprobt werden, und die einzelnen Einstellungen untereinander erheblich abweichen. In solchen Fällen kann sogar geschehen, daß der linke Arm beim Einstellen auf die frontal-Horizontale, wenn der Kopf zur rechten Schulter geneigt ist — merklich *unter* die objektive Horizontale eingestellt wird, wodurch die Täuschungen den entgegengesetzten Verlauf zu nehmen scheinen. Es wäre indessen vollkommen verfehlt, daraus den Schluß zu ziehen, daß dies das richtige Verhalten ist. Ich kann vielmehr auf Grund eines größeren Versuchsmaterials aussagen, daß dabei stets Überlegungen eine Rolle spielen.

Meine Ergebnisse stehen in einem Widerspruch zu denen von DELAGE aus dem Jahre 1886. Er findet nämlich bei allen von ihm untersuchten Personen gerade den entgegengesetzten Verlauf der Täuschung. Dies liegt nun vor allem in der Art und Weise, wie er beim Versuche vorgegangen ist. Er ließ seine Personen einen Stab „symmetrisch" mit beiden Händen halten. Dadurch werden aber die Ergebnisse, wie ich mich in eigenen Experimenten überzeugen konnte, von einer ganzen Anzahl von Faktoren abhängig, die sich gar nicht recht übersehen lassen. Es kommt die Lage der Hände am Stab, sowie die der Hände zu den Unterarmen in Betracht; außerdem ist in jedem Fall, in dem der Stab vertikal gehalten wird, noch von Bedeutung, welche Hand sich oben, welche sich unten befindet, wie noch eigens gezeigt wird. Man kann also durchaus nicht sagen, daß es sich bei diesem Teil von DELAGES Versuchen um eine reinliche experimentelle Anordnung handelt. Derselbe Vorwurf trifft AUBERTS (7) Nachprüfungen. Von W. A. NAGEL (8) ist schon darauf hingewiesen worden, daß das Versuchsergebnis durchaus kein einheitliches ist, wenn man die Experimente nach dem Vorgang von DELAGE oder AUBERT anstellt; bald verläuft die Täuschung in Übereinstimmung mit meinen Resultaten, bald entgegengesetzt. Die Abweichungen zwischen meinen und DELAGES Ergebnissen beruhen also lediglich auf seiner Versuchsanordnung, die von ihm nicht ganz glücklich und zweckmäßig gewählt war.

Ein interessanter Zusammenhang besteht zwischen *Kopfstellung* und *Tastwahrnehmungen*. Dieser Zusammenhang ist nun nach Besprechung der Beeinflussung der Lagewahrnehmungen bei veränderter Kopflage nicht weiter überraschend; er drückt sich aber vielfach in eigenartiger Weise aus, so daß er einer eigenen Besprechung wert ist.

Bevor wir uns den Täuschungen zuwenden,

denen wir nach Änderung der Kopfstellung bei der Untersuchung von Gegenständen der Außenwelt unterliegen, muß geprüft werden, wie weit wir in der *Normalhaltung einfache geometrische Verhältnisse* mit Hilfe der Tastwahrnehmungen begutachten können. Als eine sehr einfache Frage ergibt sich die, wie ein *Koordinatensystem* beschaffen sein muß, um auf Grund von Tastwahrnehmungen als ein *rechtwinkliges* zu erscheinen. Von vornherein erscheint es sehr merkwürdig, daß dieses von dem Herkömmlichen abweichen sollte, das wir mit Hilfe des Gesichts aufstellen. Indessen haben Untersuchungen an einem eigens zu diesem Zweck konstruierten Apparat (Fig. 8) ergeben, daß schon bei

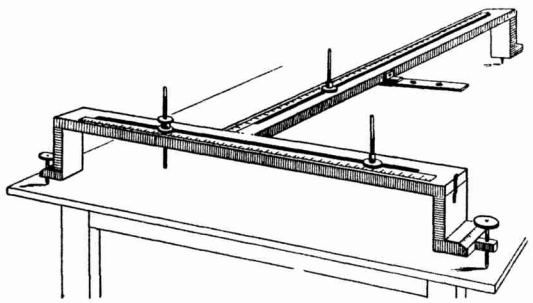

Fig. 8. Apparat zur Ausmessung der Täuschungen in den Tastwahrnehmungen bei Verstellung des Kopfes.

der *Normalhaltung des Kopfes Abweichungen* vorkommen, die in gewohnheitsmäßigen Haltungen der Hand oder der beiden Hände beim Arbeiten ihre Ursache haben. Man geht im Versuche so vor, daß man mit Hilfe zweier symmetrisch gelegener Finger der rechten und linken Hand zwei abgestumpfte Spitzen, die in der verschiedensten Richtung verlagert werden können, so einstellen läßt, daß ihre Verbindungslinie subjektiv vertikal oder frontal und sagittal horizontal verläuft. Dabei hat sich herausgestellt, daß dieses *„haptische" rechtwinklige Koordinatensystem* mit dem *optischen* durchaus nicht übereinstimmt, und daß es verschieden ausfällt, vor allem abhängig ist von den Fingern, die beim Betasten verwendet werden. Besonders interessant ist der Verlauf der *haptischen horizontal-Sagittalen*, die nach vorn, d. i. vom Körper weg, schräg abfällt. Dies besagt, daß die dem Körper näherstehende Spitze im Raume in der Vertikalrichtung höher stehen muß, als die dem Körper fernere, damit der Eindruck erweckt wird, daß sie beide gleich hoch vom Boden entfernt sich in Medianlinie befinden. Der Verlauf der Verbindungslinie der beiden Spitzen weist aber noch eine *weitere Eigentümlichkeit auf. Sie verläuft nämlich auch in seitlicher Richtung schräg*, und zwar verschieden, je nachdem der weiter vorn befindliche Finger der *rechte* oder *linke* ist. Die Abweichung dieser Linie von der objektiven horizontal-Sagittalen ist um so größer, je weiter der Finger vom Daumen abliegt, wenn das Tasten in Pronationsstellung der Hand stattfindet. Sie ist also größer, wenn zur Einstellung der vierte Finger, als wenn der zweite verwendet wird. Der schräge Verlauf der Verbindungslinie läßt sich so bestimmen, daß die dem Körper näher befindliche Spitze etwas weiter rechts von der Mittellage sein muß, wenn der sie berührende Finger der linken Hand, und etwas weiter nach links, wenn er der rechten Hand angehört. Die letztere Täuschung läßt sich ohne Zwang aus der üblichen Handhaltung beim Betasten von Gegenständen ableiten, bei der die Spitzen der 2. Finger einander mit den Volarseiten zugewendet sind, und bis zur Berührung genähert werden, während die anderen etwas abstehen. Diese Haltung der beiden Hände erklärt ohne weiteres, warum zwei Punkte als in der Medianlinie gelegen wahrgenommen werden, die tatsächlich um ein gewisses Maß in der Querrichtung voneinander entfernt sind, das größer ist, wenn man die beiden 4. Finger zum Tasten verwendet als die beiden zweiten. Warum dagegen die beiden Spitzen in der Vertikalen ungleich hoch stehen müssen, um subjektiv gleichhoch zu erscheinen, läßt sich bis jetzt nicht erklären.

In ähnlicher Weise ist auch die Vertikale verlagert. Sie steht zwar in einer Frontalebene, d. h. die beiden Spitzen müssen auch objektiv *gleich weit vom Körper entfernt* sein, um subjektiv übereinander zu stehen. Dagegen muß die untere Spitze etwas nach rechts verstellt sein, wenn der sie berührende Finger der *linken* Hand, und etwas nach links, wenn er der *rechten* Hand angehört. Spitzen, die im Raume so angeordnet sind, daß ihre Verbindungslinie wirklich in der Mittellinie des Körpers vertikal ist, scheinen wohl gleich weit vom Körper, aber nicht streng senkrecht übereinander zu stehen. Sie sind subjektiv *schräg* gestellt, und zwar nach rechts oder links abweichend, je nachdem der Finger, der die untere Spitze berührt, der rechten oder linken Hand angehört. Auch ist der Winkel γ, den die subjektiv vertikal stehende Verbindungslinie mit der objektiven Vertikalen einschließt, *größer*, wenn der 4., als wenn der 2. Finger der beiden Hände zum Tasten benutzt wird. Die Täuschungen erklären sich durchaus in der gleichen Weise, wie im Falle der sagittal-Horizontalen aus der gewohnheitsmäßigen Haltung der Hände beim Tasten.

Die einzige Koordinate, bei der die subjektive und objektive Lage vollkommen untereinander übereinstimmen, ist die frontal-Horizontale. Die beiden Spitzen müssen subjektiv vom Körper gleich weit entfernt und auch in der Vertikalrichtung gleich hoch vom Boden sein.

Setzen wir nun diese drei Koordinaten zusammen, so erhalten wir ein *System*, das von dem *optischen rechtwinkligen* in mannigfacher Weise abweicht. Die Koordinaten bilden vor allem miteinander keine objektiv *rechten* Winkel. Dabei ist der Verlauf der Horizontal-Sagittalen in zwei Ebenen, der der Vertikalen in einer Ebene abweichend. Bei der Aufstellung des *haptisch rechtwinkligen Koordinatensystems* muß gleichzeitig

genau angegeben werden, welche Finger zur Bestimmung verwendet wurden und welches ihre Stellung zueinander war, d. h. welcher oben oder vorn benützt wurde. Es ist also durchaus nicht *einfach* bestimmt, sondern von einer ganzen Anzahl von Bedingungen abhängig.

Diese Feststellungen bilden die *Grundlage*, auf welcher nun untersucht werden kann, wie sich die Dinge gestalten, wenn man den Kopf aus seiner üblichen Normalhaltung herausbringt. Man kann den Kopf wieder um eine seiner drei Achsen bewegen und untersuchen, welche Lage die beiden Spitzen zueinander einnehmen müssen, damit ihre Verbindungslinie subjektiv vertikal oder frontal oder sagittal-horizontal verläuft. Dabei stößt man auf völlig gleichartige Täuschungen wie bei der Lagewahrnehmung von einzelnen Körperteilen bei veränderter Kopfhaltung. Die Verhältnisse sollen hier nur an zwei Fällen erörtert werden, und zwar einem einfachen Fall, dem der horizontal-frontalen, und einem etwas verwickelteren, dem der Vertikalen, und zwar bei *Neigung des Kopfes um die Sagittalachse.* Alle anderen Kombinationen lassen sich mit Leichtigkeit daraus herleiten.

Beim ersten Fall erscheinen (Fig. 9) zwei im Raume gleichweit vom Körper befindliche und vertikal vom Boden gleich entfernte Spitzen, deren Verbindungslinie also *objektiv streng horizontal* und parallel zur Körperquerachse verläuft, subjektiv verschieden hoch, wobei diejenige tiefer ist, die sich auf der Körperseite befindet, nach der der Kopf gebeugt wurde. Durch eine entsprechende Einstellung läßt sich dann die Lage der Spitzen ermitteln, die sie einnehmen müssen, damit sie nunmehr *subjektiv gleichhoch* erscheinen. In unserem Fall muß die der *Gegenseite tiefer* geschraubt werden. Auf diese Weise kann dann auch der Winkel β bestimmt werden, den die objektive mit der subjektiven Horizontalen einschließt. Kennt man den Winkel α, um den der Kopf gebeugt wurde, so kann man wieder aus dem Zahlenverhältnis $\frac{(\alpha-\beta)\cdot 100}{\alpha}$ den Grad bestimmen, in dem die Lageänderung *psychisch verwertet* wird. Er beträgt zumeist 75%.

Im zweiten Falle sind die Verhältnisse dadurch etwas kompliziert, daß schon bei der *Normallage des Kopfes* objektive und subjektive Vertikale untereinander nicht übereinstimmen. Es ergeben sich aber für die Bestimmung keine besonderen Schwierigkeiten, da sich die beiden Täuschungen einfach summieren oder subtrahieren lassen. Berühren wir zwei objektiv streng vertikal übereinanderstehende Spitzen, und zwar so, daß der oben angelegte Finger der *rechten*, der unten befindliche der *linken* Hand angehört, so scheint der untere schon in der Normalhaltung des Kopfes weiter links zu stehen. Neigen wir den Kopf nach rechts, so rückt er nunmehr noch weiter nach links ab. Bei der Bestimmung des Winkels, den objektive und subjektive Vertikallage der Verbindungslinie einschließen, muß der Winkel γ abgezogen werden, der schon in der Normallage des Kopfes von der subjektiven und objektiven Vertikalen gebildet wird. Der Grad der Verwertung der Lageänderung wird hier also durch den Ausdruck $\frac{[\alpha-(\beta-\gamma)]\cdot 100}{\alpha}$ festgelegt. Wird dagegen im gleichen Fall der Kopf nach links gebeugt, so muß jetzt der Winkel γ zu β hinzugezählt werden, weil β sonst zu klein

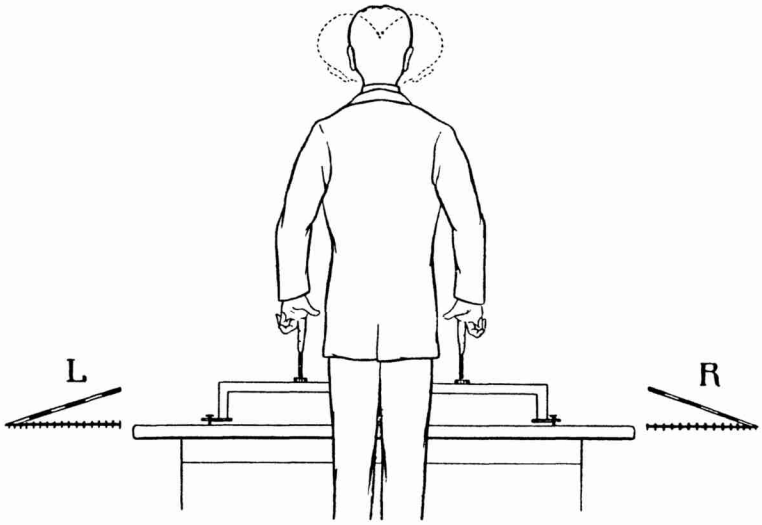

Fig. 9. Täuschungen über die Höhenlage zweier Spitzen bei Neigung des Kopfes nach rechts (*R*) oder links (*L*) objektive, subjektive Lage der beiden Verbindungsspitzen.

gefunden wird, und auf diese Weise eine Rechts-Links-Asymmetrie in dem Grade der Verwertung der Lageänderung gefunden würde, die tatsächlich nicht besteht. Der Ausdruck dafür lautet jetzt: $\frac{[\alpha-(\beta+\gamma)]\cdot 100}{\alpha}$. Will man den Winkel β ganz unabhängig von γ bestimmen, so geht man am besten so vor, daß man die beiden Spitzen so einstellen läßt, daß ihre Verbindungslinie *subjektiv vertikal* steht. Dann braucht der Winkel γ nicht weiter berücksichtigt zu werden. Ausdrücklich soll erwähnt werden, daß bei *jeder Kopfverlagerung* eine haptische Koordinate *unverändert* bleibt, und zwar ist es jeweils diejenige, die mit der Achse, um die der Kopf gedreht wird, identisch verläuft.

Im Anschluß daran sollen *Täuschungen* besprochen werden, denen man verfällt, wenn man vor die Aufgabe gestellt wird, bei verstellter Kopflage gewisse *Bewegungen*, also eine bestimmte Tätigkeit auszuführen, die bei normaler Kopfhal-

tung gelingt. So vermögen wir z. B. unter gewöhnlichen Verhältnissen auch bei geschlossenen Augen auf eine längere Strecke, 25, ja noch mehr Meter, durchaus in *gerader Richtung* zu gehen, wenn wir zuvor das Ziel scharf ins Auge genommen haben, und beim Beginn der Bewegung so eingestellt sind, daß das Ziel in unserer Medianebene liegt. Es bedarf keiner besonderen Erwähnung, daß solche Versuche nur auf einem nach allen Richtungen ebenen und freien Terrain, womöglich mit Sandboden, vorgenommen werden dürfen. Nur da kann sich die Vp. wirklich frei bewegen und ist nicht durch die Vorstellung gehemmt, daß sie stolpern, oder mit einem Gegenstand zusammenstoßen kann. Jeder weiß, wie unangenehm sonst das Gehen mit geschlossenen Augen ist. Aber auch unter günstigen Bedingungen macht sich, im Anfang schon nach einigen Schritten, später erst nach einer längeren zurückgelegten Wegstrecke, eine gewisse Unsicherheit bemerkbar, die recht unangenehm ist. Schon bei normalem Gang treten gewisse Abweichungen auf; besonders bei längeren Strecken wird das Ziel nicht getroffen, sondern an ihm, individuell, aber auch beim einzelnen Individuum schwankend, daran vorbeigegangen. Es bedarf noch einer weiteren Untersuchung, ob es sich um persönliche Abweichungen, oder aber — wie vorerst wahrscheinlicher ist — um Fehler handelt, die mit zufälligen Kopfbewegungen zusammenhängen.

Sowie aber der Kopf zu Beginn der Gehbewegung seitlich gewendet wird, stößt das Schreiten nach einem Ziel auf große Schwierigkeiten. *Unbefangene* Vpn., also solche, die sich ganz ihren Empfindungen überlassen können, weichen dann sehr bald von der Geraden ab, und zwar *in der Kopfrichtung*, so daß von ihnen, wenn die Bahn groß genug ist, und der Versuch solange durchführbar wäre, ein *Kreis* beschrieben würde, dessen Durchmesser größer oder kleiner ist, je nachdem von ihnen die Lageänderung im höheren oder geringeren Grade verwertet wird. Bemerkenswert ist also, daß die *Scheindrehung nach Kopfbewegungen* nicht allein die *Arme*, sondern den *ganzen Körper* ergreift. Ganz analogen Täuschungen unterliegt man bei Ausführung anderer Bewegungen, so z. B. beim *Schwimmen und Rudern*. Ich habe zahlreiche Versuche an mir und anderen angestellt, und dabei hat sich ganz unzweideutig herausgestellt, daß die Täuschungen bei Seitenwendung des Kopfes durchaus den gleichen Verlauf nehmen. Es ist wirklich ganz merkwürdig, daß man bei einzelnen Stößen den Eindruck hat, daß die Schwimmrichtung falsch ist; trotzdem kann man nicht anders, als in der Kopfrichtung schwimmen, wenn man sich seinen Empfindungen überläßt. Das *Bewußtwerden des Einschlagens einer falschen Richtung* ist es aber offenbar, das dem Überlegenden sagt, wie er sich zu verhalten hat. Dadurch fühlt er sich bemüßigt, seine Bewegungen so einzurichten, daß er mit ihrer Hilfe an diejenige Stelle gelangt, wo sich nach seiner Vermutung das Ziel befindet.

Alle diese Täuschungen sind von keiner für das Leben einschneidenden Bedeutung, solange es sich um bloße *Versuche* handelt, oder solange die *Kontrolle durch die Augen* jederzeit möglich ist. Anders gestalten sich dagegen die Verhältnisse, wenn man auf die *Orientierung* durch die *restlichen Sinne* allein angewiesen ist, oder aber die Augen keinen Nutzen bringen, wie z. B. auf hoher See, oder in der Wüste, oder auf einer weiten Schneefläche. Dann erklärt sich ohne weiteres, daß alle Menschen die Richtung verlieren, weil sie durch jede willkürliche oder unwillkürliche Kopfbewegung, bei jeder zufälligen Erschütterung durch Bodenunebenheiten aus ihr herausgebracht werden. Daß man in solchen Fällen im Kreise herumgeht, ist nicht weiter befremdlich. Dies wird besonders bei denjenigen Leuten der Fall sein, die ihren Kopf schon normal in einer bestimmten Richtung abgelenkt halten.

Von noch größerer Bedeutung sind diese Täuschungen beim *Fliegen*. Hier stehen mir leider eigene Erfahrungen nicht zur Verfügung. Es läßt sich aber unschwer ableiten, daß jeder Flieger im Nebel oder über Wolken sofort die Richtung verliert, wenn er durch Zufall oder willkürlich den Kopf um irgendeine Achse bewegt. Hier kommt aber nicht, wie bei den bereits besprochenen Fällen, vorwiegend *nur die Drehung um die Vertikalachse* in Betracht, sondern um alle, da er ja frei im Raum schwebt. Jede Kopfbewegung kann dann zum Verhängnis werden, und es unterliegt kaum einem Zweifel, daß eine ganze Anzahl von Abstürzen durch solche Umstände bedingt sind. So hat man wiederholt gehört, daß Flieger lange Zeit mit dem Kopfe nach unten über den Wolken geflogen sind. Kommen sie plötzlich aus diesen heraus und sehen nun ihre Lage, so ist es Sache ihrer Geistesgegenwart, ob sie den Apparat wieder richtig einstellen können. Daß aber im Nebel ein Fliegen auf dem Kopf vorkommt, läßt sich ganz einfach auf die allmählich fortschreitende Drehung des Flugzeuges durch die Steuerbewegungen bei Kopfbeugung erklären. — Auf Grund dieser Feststellungen wird es nun Aufgabe der staatlichen Fliegerprüfanstalten sein, ihre Zöglinge nicht nur auf ihre Geistesgegenwart zu untersuchen, sondern auch festzustellen, wieweit sie die Lageänderung des Kopfes bei Drehung um verschiedene Achsen *verwerten* können. Da die Möglichkeit besteht, daß durch Übung solche Fehler beseitigt werden, so könnte auch die Einstellung von Leuten erfolgen, die sonst geeignet sind, aber wegen dieser Täuschungen zurückgewiesen werden müßten.

Als eine naheliegende Frage ergibt sich nunmehr die, ob sich *Mensch* und *Tier* bei solchen *Kopfdrehungen gleichartig* verhalten. Im allgemeinen wird diese Frage nur zu bejahen sein, um so mehr, als wir wissen, daß z. B. beim Pferde die Gangrichtung durch die Kopflage bestimmt wird. Versuche an anderen Tieren sind m. W. über diesen Gegenstand niemals angestellt worden. Ich habe deshalb untersucht, wie sich *Hunde* bei *Ver-*

drehung des *Kopfes* verhalten. Bei solchen Experimenten muß der Kopf des Tieres fixiert werden. Nicht jedes Tier ist zu solchen Versuchen geeignet. Ein ruhiger, gleichmütiger Hund bleibt schon beim einfachen Einspannen seines Kopfes in ein Gerüst unbeweglich stillstehen, noch bevor der Kopf aus seiner Normalhaltung herausgebracht wird, und reagiert nicht einmal auf schmerzhafte Reize. Man muß deshalb sehr lebhafte, möglichst junge Tiere verwenden. Verbindet man diesen die Augen und führt sie nun umher, so weichen sie beim Gang sicher *in der Richtung des Kopfes* ab und beschreiben je nach dem Grade der Kopfverdrehung größere oder kleinere Kreise. Dieses Ergebnis ließ sich nach den bisherigen Angaben voraussehen. Um so überraschender war daher die Feststellung, daß sich auch ein Tier, dessen Augen *offen bleiben*, in der Richtung des abgelenkten Kopfes im Kreise herumbewegt. Wohl wendet es die Augen seitwärts, also in einer der Kopfdrehung entgegengesetzten Richtung, damit sie in der Mittellage stehen. Es ist aber auch dann nicht imstande, etwa in gerader Richtung zu laufen. Überläßt man den Hund sich selbst, so bewegt er sich mehrmals (3—4 mal) in einer Spirallinie, in immer enger werdenden Kreisen, bis er endlich umfällt. Man kann diesen Versuch am gleichen Tier nicht häufig wiederholen. Die Hunde reagieren auf die Kopfverdrehungen direkt mit Wutausbrüchen, beißen herum und werfen sich meist sofort zu Boden, ohne zuvor die geringste Gangbewegung aufgenommen zu haben. Es ist von *hohem Interesse*, festzustellen, daß Hunde mit seitengewendetem Kopf auch bei *offenen Augen* die gerade Gangrichtung nicht einhalten können, ferner, daß sie dies auch bei häufiger Wiederholung nicht lernen. Um so mehr hebt sich die *Tatsache* heraus, daß der *Mensch sehr wohl imstande* ist, auch beim *seitwärtsgewendeten Kopf* durchaus *in gerader Richtung* zu gehen, ohne diese Kopfverdrehung besonders unangenehm und störend zu empfinden. Es läßt sich aus dieser Tatsache der einfache aber nicht unwichtige Schluß ziehen, daß beim Tier den Augen für solche Vorgänge doch nicht die überwiegende Rolle zukommt, wie beim Menschen.

In Kürze sei hier noch auf die *Beeinflussung* der *Schallwahrnehmungen* durch die *Kopfhaltung* hingewiesen. Bekanntlich sind wir sehr wohl in der Lage, auch bei geschlossenen Augen einen Schallreiz *median* zu lokalisieren, d. h. ihn im Raume vor uns so anzuordnen, daß er in der *Sagittalrichtung* zu liegen scheint. Dabei werden von Personen mit normalem Gehör beiderseits sehr geringe Fehler begangen. Die Medianlokalisation erfolgt mit einer Genauigkeit von ± 2 Winkelgrad. Wandert die Schallquelle aus dem auf diese Weise begrenzten Raum heraus, so wird sofort angegeben, daß sie sich schon zu weit rechts, bzw. zu weit links befindet, während innerhalb dieses Raumes eine Ortsangabe unmöglich ist. Man läßt nun den Kopf *stark seitlich nach rechts oder links* wenden, so daß der Winkel, den die im Kopfe mitbewegte Sagittalachse mit der in der ursprünglichen Kopflage einschließt, 60° beträgt. Eine Medianlokalisation in dieser Kopflage stößt im Anfang bei jedem auf Schwierigkeiten. Die meisten lernen aber sehr bald, sich auch in dieser veränderten Lage zurechtzufinden und lokalisieren dann mit der früheren Genauigkeit. Nur wird konstant ein Fehler begangen, in dem Sinn, daß die Schallquelle sich bei der *Kopfseitenwendung* nach *rechts objektiv rechts*, bei der *Kopfseitenwendung nach links objektiv links* von der Mittellinie befinden muß, um *subjektiv median* zu sein. Der Winkel, der die durch den jeweiligen Standort der Schallquelle und den Kopf-Mittelpunkt gelegte Linie mit der Medianlinie einschließt, kann (Fig. 10) auf einfache Weise gemessen werden. Er soll mit α bezeichnet werden und ist meist viel kleiner als der Winkel β, um den der Kopf gedreht wurde. Das besagt, daß die stattgehabte

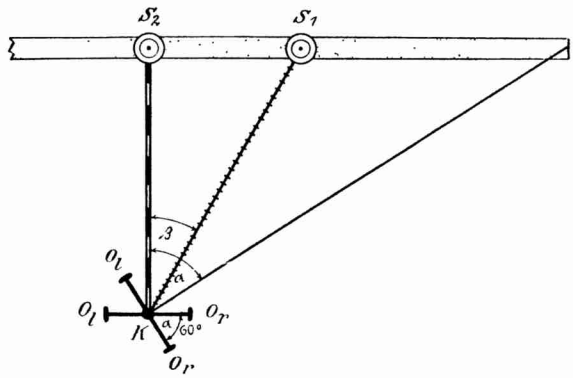

Fig. 10. Schematische Darstellung zur Beeinflussung der Schallwahrnehmung durch die Kopfstellung. S bedeutet Schallquelle, K ist Kopf mit den Ohren o rechtem und linkem (O_r bzw. O_l). ▪▪▪▪▪▪▪▪ objektive Richtung der Schallquelle, ▬▪▬▪▬ subjektive Richtung der Schallquelle. α bedeutet den Winkel, um den der Kopf rechts seitlich gewendet wurde, β den Winkel, den die Verbindungslinien der objektiven Lage der Schallquelle S_1 mit dem Drehpunkt des Kopfes, sowie die Verbindungslinie des subjektiven Ortes der Schallquelle S_2 mit dem Kopfdrehpunkt einschließen.

Lageänderung psychisch nur teilweise verwertet wird; denn, wenn dies nicht der Fall wäre, so müßte $\alpha = \beta$ sein. Der Grad der Verwertung der Lageänderung kann wieder durch das Verhältnis $\frac{(\alpha - \beta) \cdot 100}{\alpha}$ ausgedrückt werden. Dieses ist für verschiedene Vpn. bestimmt worden und beträgt zwischen $^1/_4$ und $^1/_3$. Meist ist β gleich groß, gleichgültig, ob die Kopfseitendrehung nach rechts oder links erfolgt. Es kann aber auch sein, daß dies nicht der Fall ist; der Winkel β also ein anderer ist, wenn man den Kopf rechts wendet, als wenn er nach links gerichtet ist. Es darf nicht verschwiegen werden, daß man bei Wiederholung dieses Versuches an der gleichen Vp., aber verschiedenen Versuchstagen zu verschiedenen Ergebnissen ge-

langt. Experimente zur Aufklärung dieser merkwürdigen Erscheinung haben gelehrt, daß vor allem die gleichen Bedingungen sehr streng eingehalten werden müssen. So muß der Kopf wirklich stets in gleichem Maße seitengewendet gehalten werden. Jede, auch die kleinste Abweichung aus dieser Lage beeinflußt bereits das Ergebnis. Es kamen aber auch noch ständig wechselnde Ergebnisse vor, als für strengste Innehaltung der Versuchsbedingungen Sorge getragen war. Eine genaue Verfolgung dieser auffälligen Tatsache ergab nun, daß für den Ausfall des Versuches nicht nur die Stellung des Kopfes, sondern auch die Stellung der Augen im Kopfe ausschlaggebend ist, selbst in dem Fall, daß diese durch die Augenlider verdeckt gehalten werden. Die Versuchsbedingungen konnten nach dieser Feststellung so gestaltet werden, daß das Ergebnis stets das gleiche war, soweit sich dies bei einem so empfindlichen Versuch überhaupt erwarten läßt. Die *Medianlokalisation einer Schallquelle* führt, wenn auch nicht in gleichem Maße, zu den beschriebenen *Täuschungen*, sowie die *Augen stark seitwärts* gewendet werden.

Die Bedeutung der Augenstellung geht unter anderem aus der Tatsache hervor, daß man bei seitlich gewendetem Kopf die Medianlokalisation einer Schallquelle mit befriedigender Sicherheit durchführen kann, wenn man die Augen in der dem Kopfe entgegengesetzten Richtung dreht, so daß diese wieder annähernd median stehen. Dies ist freilich nur dann möglich, wenn der Kopf nicht gar zu stark seitwärts gewendet wurde. Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß alle diese Versuche im streng unwissentlichen Verfahren durchgeführt werden müssen. Es ist wirklich ganz überraschend, wie sehr das Ergebnis beeinflußt wird, wenn man der Vp. noch während des Versuches zeigt, wie falsch die Medianlokalisation vorgenommen wird. Meist kommt es zu ganz widersprechenden Angaben, indem der Ort der Schallquelle zu weit rechts, im nächsten Augenblicke zu weit links angegeben wird, auch wenn er objektiv der gleiche geblieben ist. Es kann aber auch geschehen, daß für eine Zeitlang die Schallquelle auch bei Kopfseitenwendung median lokalisiert wird, wenn der Betreffende gesehen hat, wo die Schallquelle sein muß, damit sie objektiv in der Mittellinie steht.

Ein Überblick über die Ergebnisse dieses Abschnittes unserer Betrachtungen lehrt, daß zu den zahlreichen *Normallagen* und *-haltungen* der Gliedmaßen, die bereits beschrieben wurden, noch eine weitere hinzukommt, die *gewohnheitsmäßige Stellung des Kopfes*. Wird diese verändert, so unterliegen wir den verschiedenartigsten Täuschungen. Aus diesen hebt sich besonders die eigenartige *Beeinflussung der Tastwahrnehmungen* heraus, die zeigt, daß zur Erkennung der Beschaffenheit von Gegenständen der Außenwelt die Normallagen und -haltungen der Tastwerkzeuge noch nicht genügen; auch wenn diese alle richtig eingehalten werden, so *entscheidet die Kopfstellung*.

Es soll an dieser Stelle aber auch darauf hingewiesen werden, daß sich gewisse *Eigentümlichkeiten gewohnheitsgemäßer Zustände und Handlungen* in den durch sie bedingten *Sinnestäuschungen* wiederfinden lassen. Eingangs wurde erwähnt, daß Gewohnheiten nicht leicht abzulegen sind und eine persönliche Note tragen. In Übereinstimmung damit ist zu sagen, daß es jedem mit der Zeit gelingt, sich auf die *neuen veränderten Lagen der Gliedmaßen* und des *Kopfes einzustellen*, so daß die Täuschungen eine immer geringere Rolle spielen und zuletzt ganz verschwinden. Ebenso ist zu bemerken, daß *eine Person* in der einen *Gliedmaßen- oder Kopfverstellung den Täuschungen leichter verfällt*, als eine *andere*. Dies lehrt, daß die Normallagen und -haltungen der Gliedmaßen und des Kopfes individuell wechseln.

II. Täuschungen, bedingt durch die Unmöglichkeit, eine beabsichtigte gewohnte Handlung durchzuführen.

Eine *zweite Gruppe von Täuschungen*, deren Grundlage in Lebensgewohnheiten zu suchen ist, sind die durch Innervationsantriebe bedingten. Unter diesen ist nichts anderes zu verstehen, als die *Summe aller zentralnervösen Vorgänge*, durch deren *Zusammenwirken ein bestimmter und wohlbekannter motorischer Effekt* erzielt wird. Die *häufige Wiederholung der gleichen Tätigkeit* lehrt uns nämlich das hierzu erforderliche Maß der Innervationsantriebe kennen, und wir werden umgekehrt auch in den Stand gesetzt, aus deren Größe die äußere Wirkung zu bemessen. Wird nun im Versuch dafür Sorge getragen, daß eine bestimmte *Muskelanstrengung ohne äußeren Erfolg* bleibt, so wird die Beschaffenheit der Gegenstände auf Grund der gewohnheitsmäßigen Innervationsantriebe so beurteilt, als ob die gewollte Wirkung tatsächlich eingetreten wäre, und man verfällt einer Täuschung.

Ein sehr einfacher Fall ist gegeben, wenn man bei geschlossenen Augen eine für menschliche Kraft unverbiegliche und unzerbrechliche Platte (z. B. aus dickem Glas) so in beide Hände nimmt, daß (Fig. 11) die beiden Daumen dem Rande der Unterseite, die übrigen Finger der Mitte der Oberseite anliegen, und nun eine Muskelanstrengung macht, als ob man die Platte nach oben durchbiegen wollte. Man wird so den deutlichen Eindruck haben, als ob die Platte auch bis zu einem gewissen Grade durchgebogen wäre. Ganz analoge Erscheinungen ergeben sich bei jedem Versuch, Gegenstände in irgendeiner Weise zu deformieren, nur müssen diese so beschaffen sein, daß unsere Kraft in keinem Fall zur Durchführung der Absicht ausreicht. Durch die gewollte Muskelwirkung, die aber unter den angegebenen Verhältnissen von keinem Erfolg begleitet ist, wird die Gestalt der Gegenstände scheinbar verändert.

Eine Analyse dieser merkwürdigen Täuschungen durch Einstellen der Aufmerksamkeit auf die Gegenstände und Tastwerkzeuge gesondert für sich.

lehrt nun vor allem, daß wir uns beim Versuch auch von *der Lage der Tastwerkzeuge eine falsche Vorstellung* machen. Diese wird nämlich annähernd so beurteilt, wie jene Stellung, die eingenommen wird, wenn die Verbiegung des Gegenstandes wirklich gelungen ist (Fig. 12). Unter den angegebenen Versuchsbedingungen gelangt aber *primär* nur die scheinbare Veränderung der Gestalt des Objektes, nicht die in der Lage unserer Gliedmaßen zum Bewußtsein. Erst wenn man im Selbstversuch eigens die Aufmerksamkeit auf die Lage der Tastwerkzeuge lenkt, oder den Beobachter anweist, auf diese zu achten, wird klar, daß man sich über die Lagerung der Gliedmaßen im Raume täuscht.

Die Rolle, welche die Lebensgewohnheiten bei dieser Täuschung spielen, läßt sich am besten daraus ermessen, daß der Eindruck der Deformationen verschiedenartiger Gegenstände am leichtesten aufkommt, wenn man beim Versuche jenes Maß von Kraft bereitstellt und aufwendet, das bei einem wirklich verbieglichen Gegenstand zur Durchführung der Absicht erforderlich ist. Darum sind auch sehr feste Gegenstände (sehr dicke Stangen und Platten) für diese Versuche ungeeignet,

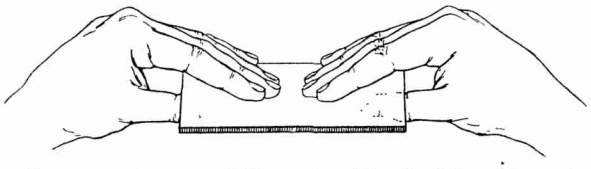

Fig. 11. Ausgangsstellung der Hände beim Versuch die Platte nach oben durchzubiegen.

weil man an das Experiment schon unter dem Eindruck herangeht, daß man durch eigene Kraft die Verbiegung nicht bewerkstelligen kann. Unter dem Zwange dieser Vorstellung erweist sich jede Anstrengung als nutzlos.

Daß man unter dem Einflusse von Innervationsantrieben Gegenstände der Außenwelt scheinbar verbiegt, ist schon sehr überraschend. Weitaus frappanter ist aber noch, daß man an seinem eigenen Körper solche Deformationen erzielen kann, wo man doch von vornherein einen solchen Erfolg gar nicht wünscht und auch sicher ist, daß er sich nicht herbeiführen läßt. Man kann sich aber von dem zwingenden Einfluß der Innervationsantriebe überzeugen, wenn man den Kopf zwischen die Hände nimmt und nun einen starken Druck von beiden Seiten ausübt, als ob man ihn zusammenpressen wollte. Dies gelingt auch scheinbar, und zwar je nach der aufgewendeten Kraft bis auf zwei Drittel seiner Breite, ja noch darunter. Der Grad dieser scheinbaren Zusammenpressung ist ein Beweis dafür, daß die Täuschung nicht etwa durch die Deformation der beteiligten Hautflächen verursacht wird, wie man annehmen könnte. Aus allen diesen Versuchen geht hervor, daß das für bestimmte Handlungen *erforderliche Maß an Kraft gewohnheitsgemäß wohl bekannt ist.*

III. Täuschungen über gewohnheitsmäßig wohl bekannte Komplexe der Außenwelt.

Die *dritte Gruppe von Täuschungen* beruht darauf, daß bei der Erkennung gewohnheitsgemäß wohlbekannter Vorgänge in der Außenwelt ein Sinneswerkzeug beteiligt ist, dessen Lokalisationsvermögen zur richtigen Ortsbestimmung *nicht ausreicht.* Als solche Sinneswerkzeuge kommen vorzugsweise *Gehör* und *Geruch* in Betracht, doch unterliegt es keinem Zweifel, daß die Täuschungen auch durch diejenigen Anteile von Gesicht oder Getast bedingt sein können, deren *Lokalisationsvermögen* kein sehr *hohes* ist. So wissen wir, daß dieses z. B. in den peripheren Anteilen der Netzhaut erheblich schlechter ist, als in der Netzhautgrube, am Rücken geringer, als an den Fingerbeeren. Es muß hervorgehoben werden, daß es bei den Täuschungen dieser Gruppe im Gegensatz zu den beiden anderen *nichts* ausmacht, wenn die Augen beteiligt sind. Bei zahlreichen Versuchen ist sogar ihre Mitwirkung von Bedeutung.

Ein einfaches Beispiel ist gegeben, wenn in unserer Umgebung durch das völlig geräuschlose

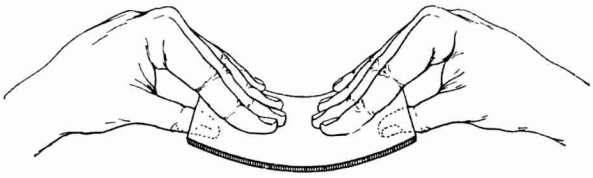

Fig. 12. Scheinbare Verbiegung der Platte und Verlagerung der Hände.

Aufleuchten eines von Elektrizität durchströmten Drahtes ein *Lichtschein* entsteht, der durch Zufall von einem Knall begleitet ist. Wir werden in solchen Fällen mit größter Wahrscheinlichkeit den Knall nach derjenigen Stelle lokalisieren, von wo die Lichtwirkung ausgegangen ist, auch wenn der Knall an ganz anderen, oft in entgegengesetzter Richtung liegendem Orte entstanden ist. Zum Zustandekommen dieser Täuschungen sind eine ganze Anzahl von Bedingungen notwendig. 1. Muß es ein gewohnheitsmäßig wohlbekannter Komplex sein. Dieser ist in unserem Fall dadurch gegeben, daß ein plötzlicher Lichtschein bei Explosionen entsteht. 2. Müssen Lichtschein und Knall *gleichzeitig* oder nahezu gleichzeitig auftreten. 3. Darf der Knall in der Färbung *nicht zu verschieden sein* von dem bei *Explosionen.* Treffen diese Bedingungen alle durch Zufall oder im Experiment ein, so entstehen derartig *zwingende sinnliche Komplexe,* daß wir unfehlbar einer Täuschung verfallen, da wir mit dem Gehör nicht sicher lokalisieren können.

Ausdrücklich soll erwähnt werden, daß die Täuschung mit Erschrecken nichts zu tun hat, sie tritt in gleicher Weise auf, ob man dabei erschrickt oder völlig ruhig bleibt.

Es wäre einfach, die Zahl dieser Beispiele zu