

LITERATURE.

- BEAUVIEUX et RISTICH-GOELMINO. (1926). "De la vascularisation du centre cortical de la macula". Arch. d'Ophtal. T. XLIII.
- BROUWER. (1930). "Ueber die Projektion der Makula auf die Area striata des Menschen". Journ. f. Psych. u. Neur. Bd. 40.
- BROUWER and ZEEMAN. (1926). "The projection of the retina in the primary optic neuron of monkeys". Brain. Vol. 49.
- CRITCHLEY. (1930). "The anterior cerebral artery and its syndromes". Brain Vol. 53.
- KAPPERS, ARIËNS. (1933). "The forebrain arteries in Plagiostomes, Reptiles, Birds and Monotremes". Proc. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. Vol. XXXVI.
- LEY, JACQUES. (1932). "Contribution à l'étude du ramollissement cérébral, envisagée au point de vue de la pathogénie de l'ictus apoplectique". Journ. de Neur. et de Psych.
- POLIAK. (1932). "The main afferent fiber systems of the cerebral cortex in primates". Univ. of California Publ. Anat. Vol. 2.
- RUBINO. (1933). "The arterial supply of the cerebral cortex in a Chinese brain." Proc. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. Vol. XXXVI.*
- SERGI. (1913). "Sulle variazioni del Solchi del lobo frontali negli Hominidae". Rivista di Antrop. Vol. 18.
- SHELLSHEAR. (1927*d*). "The blood supply of the hypoglossal nucleus". Journ. Anat. Vol. LXI.
- (1929). "A study of the arteries of the brain of the spiny anteater (*Echidna aculeata*) to illustrate the principles of arterial distribution". Phil. Trans. Roy. Soc. Series B. Vol. 218.
- (1930). "The arterial supply of the cerebral cortex in the Chimpanzee (*Anthropopithecus troglodytes*)". Journ. Anat. Vol. LXV.
- DART and SHELLSHEAR. (1922). "The Origin of the Motor Neuroblasts of the Anterior Cornu of the Neural Tube". Journ. Anat., Vol. LXVI.

The reader is referred to the paper on the arterial supply of the cerebral cortex in the Chimpanzee for the other literature quoted.

Psychology.—*Mengentäuschungen im taktil-kinaesthetischen Gebiet*¹⁾.
Von M. P. DE BRUYN OUBOTER. (Communicated by Prof. B. BROUWER).

(Communicated at the meeting of June 24, 1933).

I.

Unsere räumlichen Wahrnehmungen vermögen in der Regel kein richtiges Bild über die räumliche Beschaffenheit der Dinge und über ihre Anordnung im Raume zu geben. Von dieser Erfahrung aus lässt sich jede Abweichung unserer Wahrnehmungen von den objektiven Verhältnissen, jede Diskrepanz zwischen Wahrnehmung und objektiv messbaren Raumgebilden als Täuschung bezeichnen. Die bekannten geometrisch-optischen Täuschungen

¹⁾ Arbeit aus dem psychologischen Laboratorium der Universität Amsterdam.

stellen bloss typische Beispiele solcher Täuschungen dar und weisen auf einige allgemeinere Tendenzen unserer raumwahrnehmenden und gestaltbildenden Funktion hin, die diese Abweichungen verursachen.

Bisher haben die Forscher ihr Augenmerk hauptsächlich auf die sog. geometrisch-optischen Täuschungen gelenkt. Seit den Untersuchungen von RÉVÉSZ weiss man indessen, dass den geometrisch-optischen Illusionen taktile, bzw. taktil-motorische Täuschungen entsprechen¹⁾. Wir dürfen daher die beiden Täuschungsgruppen mit dem gemeinsamen Namen „Raumtäuschungen“ bezeichnen, womit wir zum Ausdruck bringen, dass für die Entstehung dieser Täuschungen dieselben Tendenzen verantwortlich zu machen sind.

Ausser den Raumtäuschungen gibt es in beiden Sinnesgebieten Lokalisationstäuschungen. Im Optischen liegt eine solche Täuschung vor, wenn beim Druck auf ein Auge ein Gesichtsobjekt sich scheinbar verdoppelt, indem es an zwei verschiedenen Stellen des Raumes wahrgenommen wird. Im taktilen Gebiet kennen wir zwei Arten von Lokalisationstäuschungen: einmal kann die berührte Hautstelle falsch lokalisiert werden, ein anderesmal wird dem Berührungsreiz eine falsche Raumstelle zugewiesen. Im ersten Falle können wir von Organtäuschungen (Hautlokalisation), im zweiten Falle von Projektionstäuschungen (Ortslokalisation) sprechen. Einen Übergang zwischen den beiden Arten stellen die bekannten Illusionen der Amputierten dar, wenn bei Reizung der Narbe am Amputationsstumpf eine Berührung an der fehlenden Extremität (dem sog. „Phantomglied“) empfunden wird. Zu den Projektionstäuschungen gehört die bekannte Aristotelische Täuschung, die darin besteht, dass ein von zwei gekreuzten Fingern berührter Gegenstand so wahrgenommen wird als wären zwei räumlich getrennte Objekte vorhanden.

Die Lokalisationstäuschungen wurden bis jetzt nur bei taktiler Reizung, also bei ruhender Hand beobachtet, während bei bewegter Hand, beim Zusammenwirken des taktilen und kinaesthetischen Sinnes, solche noch nicht festgestellt wurden. Diese Lücke im System der Sinnestäuschungen wollen wir ergänzen, indem wir hier über einige Lokalisationstäuschungen berichten, die nur bei Bewegung der Tastorgane entstehen. Es handelt sich in unserem Falle um eine reine *haptische Projektionstäuschung*, bei der genau so wie bei der Aristotelischen Täuschung mehr Reizobjekte wahrgenommen werden als tatsächlich vorhanden sind.

II.

Grundversuch.

Es werden auf einer Holzplatte zwei erhabene, deutlich tastbare Punkte in einem Abstand von $2\frac{1}{2}$ cm montiert. Die Vp. hatte mit einem bzw. zwei Fingern darüber hin und her zu fahren.

¹⁾ G. RÉVÉSZ, System der optischen und taktilen Raumtäuschungen. Kon. Akad. van Wetensch., Proceedings Vol. XXXII, N^o. 8, 1929.

Wird ein Finger mit einer bestimmten mittleren Geschwindigkeit über zwei Punkte hin und her bewegt, dann nimmt man dem objektiven Tatbestand entsprechend zwei Punkte wahr. Führt man den Versuch mit zwei Fingern aus, so hängt alles davon ab, ob die Finger eng aneinander gepresst oder voneinander getrennt sind. Im ersten Falle funktionieren die beiden Finger wie ein einziges Tastorgan, folglich ändert sich an der Sachlage nichts. Werden dagegen die zwei Finger auseinandergespreizt und in der Weise bewegt, dass der eine Finger immer zwei, der andere nur einen Punkt berührt, so werden statt zweier Punkte deutlich *drei* beobachtet.

Bei genauerer Beobachtung zeigt sich, dass die drei Punkte räumlich ungleichmässig verteilt erscheinen: zwei liegen dicht nebeneinander, der dritte etwas entfernter. Manche Vpen fassten die beiden dicht nebeneinander stehenden Punkte als Verdoppelung oder Spaltung eines einzigen auf. Auch hatten die zwei ungleich alternierenden Abstände die Vpen gelegentlich zu einer rhythmischen Einstellung veranlasst.

Die Grenze, wo selbst bei getrennten Fingern noch zwei Punkte wahrgenommen werden, liegt für die meisten Vpen unterhalb 90 Doppelreibbewegungen in der Minute. Um die Grenzgeschwindigkeit herum werden indessen die Druckerlebnisse unbestimmter, man fühlt noch nicht ausgesprochen drei Punkte, sondern nur zwei, mit „etwas“ dazwischen. Von da bis zu etwa 150 Doppelbewegungen in der Minute lassen sich deutlich drei Reizpunkte fühlen. Bewegt man die Finger schneller hin und her, dann werden nicht mehr drei, sondern mehrere Punkte, „eine kleine Menge“ wahrgenommen, deren Anzahl aber nicht genau festzustellen ist¹⁾. Wird das Tempo noch mehr gesteigert, so geht die scheinbare Punktmenge in eine rauhe Fläche über.

Es hat sich also herausgestellt, dass bei Veränderung der Tempi folgende Stadien zu unterscheiden sind:

1. Bis zu einem bestimmten Tempo (etwa 90 Doppelreibbewegungen in der Minute) werden den objektiven Reizverhältnissen entsprechend zwei Punkte wahrgenommen,
2. bei einem schnelleren Tempo tritt die Mengentäuschung auf: man nimmt statt zweier drei Punkte wahr.
3. bei einem Tempo um 150 herum hat man den Eindruck einer zahlenmässig nicht schätzbaren Punktmenge; schliesslich erlebt man
4. bei einer noch grösseren Geschwindigkeit (um 200 herum) eine rauhe Fläche, in der keine diskrete Punkte mehr zu unterscheiden sind.

Mit der Veränderung der Tempi ändert sich nicht nur die wahrgenommene Anzahl der Punkte, sondern auch ihr subjektiver Abstand. Im allgemeinen besteht die Tendenz, bei schnellerem Tempo kleinere Abstände

¹⁾ Die Schwierigkeit mehr als 3—4 disparate Punkte haptisch zahlenmässig zu erfassen, zeigt sich auch dann, wenn man mit einem Finger mehr als vier Punkte mit schnell bewegter Hand berührt.

zu empfinden. Die messende Bestimmung der scheinbaren Punktabstände ist mit grossen Schwierigkeiten verbunden. Bei langsamen Tempi wurde der Abstand von $2\frac{1}{2}$ cm bis auf 3.5 cm geschätzt, bei grösserer Geschwindigkeit verringerte er sich allmählich bis auf 1.2 cm. Der Punktabstand hängt auch von dem ausgeübten Druck ab, indem er bei stärkerem Druck grösser wird. Unter dieser Bedingung ist das dritte Stadium nicht mehr durch den oben beschriebenen Mengeneindruck charakterisiert, sondern man nimmt entweder den objektiven Verhältnissen entsprechend zwei Punkte wahr, oder eine Menge mit zwei deutlichen Akzenten.

Änderung des Abstandes der Reizpunkte und der Anzahl der Finger.

Eine Vergrösserung des ursprünglichen Abstandes von $2\frac{1}{2}$ cm auf 5 und 10 cm übt auf die Erscheinungen keinen wesentlichen Einfluss aus, die Beobachtungsbedingungen werden bloss ungünstiger. Bei einem Abstand von 5 cm und bei schnellerem Tempo hat man den Eindruck von zwei kleineren rauhen Flächen mit einem glatten Areal dazwischen. Beim Abstand von 10 cm werden unter denselben Bedingungen nur zwei Punkte empfunden. Verringert man den Abstand bis auf 1 cm, dann taucht das dritte Stadium schon bei einem langsameren Tempo auf.

Auch die Berührung der beiden Punkte mit drei bzw. mit vier Fingern übt auf die Täuschungserscheinungen keinen beachtenswerten Einfluss aus. Die Täuschungen werden nur weniger deutlich und prägnant. Je mehr Tastorgane in Bewegung gesetzt werden, um so geringer braucht die Geschwindigkeit der Fingerbewegung zu sein, um die Täuschung beobachten zu können.

Versuch mit drei Reizpunkten.

Berührt man statt zweier drei Punkte, dann tritt dieselbe Mengentäuschung auf, aber es werden statt dreier vier Punkte wahrgenommen. Die im Grundversuch festgestellten Stadien treten auch hier unter denselben Bedingungen auf. Im allgemeinen gilt der Satz, dass mit je mehr Tastorganen und Reizobjekten man operiert, um so langsamer das Tempo wird, bei dem die Täuschungserscheinungen schon auftreten. Wenn mit vier Fingern drei Punkte berührt werden, so treten die Täuschungen schon bei einer Geschwindigkeit von etwa 40 Doppelbewegungen in der Minute auf. Der Eindruck der rauhen Fläche wird schon bei ca 100 beobachtet.

III.

Wir haben festgestellt: wenn man zwei Finger in einem bestimmten Tempo derart über zwei Punkte bewegt, dass der eine Finger immer zwei Punkte berührt, während der andere nur einen, dann werden statt zweier Punkte deutlich drei wahrgenommen. Versucht man nun die wahrgenommenen Punkte auf die Finger zu lokalisieren, dann zeigt sich, dass man mit dem einen Finger zwei Punkte fühlt, mit dem anderen nur einen. Ferner lässt sich auch beobachten, dass, falls die Reibbewegun-

gen schneller werden, die Abstände zwischen den Punkten sich zu verringern scheinen¹⁾). Setzt man diese zwei Feststellungen miteinander in Beziehung, dann lässt sich die beobachtete Täuschung erklären.

Wenn ich in der oben beschriebenen Weise zwei Finger über zwei Punkte bewege, berühre ich tatsächlich mit dem einen Finger beide Punkte, mit dem anderen nur einen Punkt. Dass ich also drei voneinander getrennte Berührungen empfinde, ist kein Wunder. Dasselbe gilt auch für die Aristotelische Täuschung. Auch da berühren wir mit zwei Fingern zwei Punkte desselben Gegenstandes, folglich ist es selbstverständlich, dass wir zwei voneinander getrennte Berührungsempfindungen haben. Die Täuschung liegt also hier wie dort nicht darin, dass man getrennte Berührungen unterscheidet, sondern dass man *diesen Berührungsempfindungen eine entsprechende Anzahl von Reizobjekten zuordnet*. Wenn ich bei der Aristotelischen Täuschung die zwei disparaten Eindrücke auf denselben Gegenstand beziehen würde, dann bestünde keine Täuschung. Das gleiche läge vor, wenn wir in unserem Versuch den zweiten und dritten Punkteindruck mit dem objektiv zweiten Punkt identifizieren würden. Die Täuschung rührt also davon her, dass man *zwei* Tasteindrücke, die von *einem* einzigen Reiz ausgelöst werden, nicht identifiziert. Die Trennung entsteht infolge der Lokalisation des einen objektiven Punktes auf zwei verschiedenen räumlichen Stellen.

Es erhebt sich aber noch die weitere Frage: warum lokalisieren wir hier falsch? Die Erklärung ist einfach. Wie wir oben erwähnt haben, wird der subjektive Abstand zwischen den zwei Berührungspunkten an einem Finger bei einer schnelleren Bewegung geringer. Während diese zwei Punkte an dem einen Finger näher zu einander treten, kann sich die Lage des Berührungspunktes am anderen Finger nicht in demselben Mass ändern. Die Folge davon ist, dass der zweite Reizpunkt auf zwei verschiedenen Raumstellen lokalisiert wird. Diese doppelte Lokalisation eines objektiven Punktes verhindert die Identifikation der beiden Eindrücke in Bezug auf ein und dasselbe Reizobjekt, und dies ist der Grund der Täuschung.

Diese Abspaltung des zweiten Punktes wird noch deutlicher erlebt, wenn man denselben Versuch mit gekreuzten Fingern ausführt. In diesem Falle erscheinen nämlich die von beiden Fingern perzipierten Punkte in verschiedener Höhe übereinander, der räumlichen Lage der Tastfläche der beiden Fingern entsprechend. Wenn man den Versuch mit mehreren Punkten ausführt, wird die Erscheinung ganz besonders evident. Unter diesen Bedingungen wird nicht nur eine Identifikation unmöglich, sondern wegen des Höhenunterschiedes der Punktreihen verlieren die abgespaltenen Punkte gänzlich ihren subjektiven Charakter.

¹⁾ Etwas ähnliches hat VIERORDT (Der Zeitsinn. Tübingen 1868, S. 118—123) beschrieben. Er konnte feststellen, dass wenn die Haut punktförmig gereizt und gleichzeitig ein Reizobjekt über die Haut hin und her bewegt wird, das Bewegungsareal bei steigender Geschwindigkeit zu schrumpfen scheint.