

Aus dem Neurophysiologischen Laboratorium der Universitäts-Nervenlinik  
Freiburg i. Br. (Prof. BERINGER)  
und der Universitäts-Nervenlinik Frankfurt a. M. (Prof. KLEIST).

## Abweichungen der subjektiven optischen Vertikalen und Horizontalen bei Gesunden und Hirnverletzten.

Von

MANFRED BENDER und RICHARD JUNG.

Mit 3 Textabbildungen.

(Eingegangen am 11. April 1948.)

### *Einleitung.*

Der Gesunde hat ein sehr sicheres Urteil über die Stellung der Senkrechten und Waagerechten. Durch Leuchtlinienversuche im Dunkeln ist in zahlreichen physiologischen Untersuchungen<sup>1-5, 7, 21, 25-27</sup> sichergestellt, daß bei normaler Kopfhaltung nur äußerst geringe Fehler dieser subjektiven Vertikalen und Horizontalen vorkommen. Seit AUBERT<sup>2</sup> (1861) sind auch Abweichungen der Vertikalen nach Kopf- und Körperneigung bekannt und oft bei Gesunden untersucht worden<sup>1-5, 7, 8, 11, 14, 19-22, 25-27</sup>. Die verschiedene Ausprägung wurde sogar in der Typenforschung benutzt<sup>15</sup>. Dagegen gibt es außer vereinzelten Beobachtungen<sup>9, 10, 18, 24, 30-32</sup> bisher keine systematischen Untersuchungen über die subjektive optische Vertikale bei *Hirnkranken*. Wir haben eine solche Untersuchung durchgeführt, da wir uns brauchbare Ergebnisse für die Hirnlokalisation dieser Funktionen erhofften. Es ist Aufgabe dieser Arbeit, über die subjektive Vertikale und Horizontale bei Gesunden und Hirnverletzten zu berichten und ihre Abweichungen bei Frontal-, Parietal- und Hirnstammläsionen darzustellen.

### *Methodik und Material.*

Die Untersuchungen der subjektiven Vertikalen und Horizontalen werden im *völlig verdunkelten Zimmer* vorgenommen. Es dürfen keinerlei Lichtspalte oder Konturen erkennbar sein, die eine Orientierung der Senkrechten oder Waagerechten ermöglichen. Die Versuchsperson sitzt auf einem Stuhl zunächst mit genau vertikal durch ein Reißbrett bestimmter Kopfhaltung. In 3 m Entfernung befindet sich die 21 cm lange und 0,8 mm breite *Leuchtlinie* einer Soffitenlampe von roter Farbe, die in jeder Abweichung von der Vertikalen und Horizontalen einstellbar ist. Die Abweichungen von der objektiven Vertikale und Horizontale werden an einer Skala abgelesen, deren Nullwerte durch Vergleich mit dem Lot regelmäßig kontrolliert werden. *Die Versuchsperson hat die Aufgabe, durch Korrekturen diese Leuchtlinie je 10mal in die für sie beste vertikale bzw. horizontale Stellung zu bringen.* Ausgangspunkt ist eine stärkere Abweichung von 30—60°

von der gewünschten Stellung. Um konstante Induktionen einer Richtungsänderung zu vermeiden, wird vor jeder Bestimmung die Leuchtlinie abwechselnd mit dem oberen Ende nach rechts und dann nach links eingestellt, so daß am Schluß je 5 Bestimmungen von der rechten und 5 Bestimmungen von der linken Ausgangslage zusammenkommen. Nach jeder Bestimmung schließt die Versuchsperson die Augen und der Untersucher liest durch kurzes Aufleuchten eines Lämpchens die Abweichung der Linie von der vorher durch Lotung bestimmten Vertikale ab. *Abweichungen im Uhrzeigersinn (von der Versuchsperson her gesehen) werden mit +, entgegen dem Uhrzeiger mit — bezeichnet.* Nach der Bestimmung der Vertikale wird eine ebensolche der Horizontale bei gerader Kopfhaltung vorgenommen. Anschließend wird je 10mal die Abweichung der Leuchtlinie bei einer *Kopfneigung von 45° nach rechts, dann nach links* untersucht. Beim A-Phänomen (AUBERT 1861) wandert die subjektive Vertikale mit der Kopfstellung und zeigt bei Rechtsneigung eine + - Abweichung, bei Linksneigung eine — - Abweichung. Beim E-Phänomen (G. E. MÜLLER 1916) wird die subjektive Vertikale entgegen der Kopfstellung und mit der Augengegenrollung geneigt (rechts —, links +).

Bei einem Teil der Versuche wurde die Vertikale auch nach Neigung des *Gesamtkörpers* bei festgestelltem Kopf auf einem Lagetisch mit 45° Kippung untersucht, bei einem anderen Teil die Vertikale mit nur einem Auge bestimmt. Der Wert von 45° Neigung wurde gewählt, weil die sonst verwendeten stärkeren Kopfneigungen von 60—70° nicht ohne Zwang und unangenehme Nebenerscheinungen durchführbar sind.

Untersucht wurden 200 *Hirnverletzte* in den Jahren 1940—1942 (JUNG), 1944 und 1946/47 (BENDER)<sup>1</sup>. Das 1944 gesammelte Material eines dritten Mitarbeiters (WEIBEZAHN) ging durch Kriegseinwirkung verloren. Im wesentlichen ergaben sich ähnliche Resultate. *100 Hirnverletzungen mit vollständigen klinischen röntgenologischen, zum Teil auch encephalographischen und EEG.-Befunden* wurden für die folgende Darstellung benutzt.

Aus dem gesamten Material wurde eine Serie von je 10 „reinen“ *frontalen, parietalen, temporalen und occipitalen Herdläsionen* (je 5 der rechten und linken Hemisphäre) nach der Sicherheit der Lokalisation ausgewählt. Die Herdlokalisation wurde nach allen verfügbaren Kriterien (Knochenlücke, Röntgenbild, neurologischer Befund und wenn vorhanden nach Stecksplintern, Encephalographie, Operationsbericht oder EEG.) bestimmt. Ferner wurden 25 Mischfälle mit kombinierten Läsionen, vorwiegend einer Großhirnhemisphäre, verwertet. Als Kontrolle dienten Untersuchungen an 20 gesunden, jungen Erwachsenen.

Die gefundenen Werte wurden in ihrem Durchschnitt und nach ihrer Streuung gemessen und den verschiedenen Hirnläsionen korreliert.

### *Ergebnisse.*

Eine Übersicht der Untersuchungsergebnisse ist in der *Tabelle* (S. 196—199) zusammengestellt, aus der die Durchschnittswerte der subjektiven Vertikalen und Horizontalen bei geradem Kopf und nach Kopfneigung erkennbar sind. Eine schematische Darstellung der wichtigsten Abweichungen der subjektiven Senkrechten zeigt Abb. 1 an 3 Beispielen. Auf Abb. 2 sind die Durchschnittswerte der subjektiven Vertikalen bei gerader Kopfhaltung mit einem Schema der Knochen-

<sup>1</sup> Dr. SCHLÖGE und Herrn TREBING danken wir für ihre freundliche Hilfe bei den Untersuchungen.

lücken der Großhirnverletzungen systematisch zusammengestellt. Über die Streuungsbreite der Vertikalen orientiert Abb. 3.

*Gesunde weisen bei gerader Kopfhaltung fast keine Abweichung von der objektiven Vertikale und Horizontale auf. Nach Kopfniegung um 45° ist ein Mitgehen der subjektiven Vertikale (A-Phänomen) häufiger als Abweichung im Sinne der Augengegenrollung (E-Phänomen).*

Bei Hirnverletzten der Frontal- und Parietalregion überwiegt eine *herdgetrennte Abweichung der Vertikale und Horizontale*. Die Streuung ist um ein Vielfaches größer gegenüber den Gesunden. Nach Kopfniegung ist auch bei den Hirnverletzten das A-Phänomen (Abb. 1 b) häufiger als das E-Phänomen (Abb. 1 c). Eine Ausnahme bilden nur die rechtsseitigen Frontal- und Parietozentralläsionen, bei denen das E-Phänomen überwiegt.

Bei längerer Untersuchung zeigten viele Hirnverletzte starke *Ermüdungserscheinungen mit allmählich zunehmenden Fehlern*, so daß die Abweichung der subjektiven Vertikalen ebenso wie die Streuungsbreite bei den letzten 5 Bestimmungen größer ist als bei den ersten. Gesunde zeigen umgekehrt bessere Werte bei den letzten als bei den ersten Bestimmungen. Zahlreiche Hirnverletzte klagten bei der Untersuchung über vermehrte *Kopfschmerzen*. Manchmal wurde die Leuchtlinie nur verschwommen wahrgenommen oder sie erschien durchbrochen oder war kurze Zeit gar nicht mehr zu sehen. *Derartige Störungen mit zunehmender Abweichung und Streuung waren viel häufiger bei solchen Patienten, die pathologische Abweichungen der subjektiven Vertikale zeigten, als bei denen mit normalem Befund*. Die Ermüdungsausfälle ließen sich durch längeren Augenschluß bessern, so daß die Untersuchung auch in solchen Fällen immer zu Ende geführt werden konnte.

Auffallend war bei über 40 Fällen ein starker Einfluß der *Ausgangstellung der Leuchtlinie*. Diese Patienten hatten die Tendenz, die Vertikale jeweils etwas *mehr nach der Seite der Ausgangslage einzustellen*, was sich bei dem Alternieren der linken und rechten Ausgangslage durch entsprechende +- und ---Abweichung zeigte. Echte Schwindelerscheinungen waren selten, sie wurden besonders bei frontalen Herden beobachtet. Auffallend waren die *guten Bestimmungen der occipitalen Herdläsionen trotz hochgradiger Gesichtsfeldausfälle*, die zum Teil das maculäre und perimaculäre Sehen betrafen. Nach Commotio cerebri ergaben sich keine einheitlichen Befunde. Vereinzelt Abweichungen der subjektiven Vertikalen und Horizontalen mögen durch klinisch latente Kontusionsherde bedingt sein.

Da sicher lokalisierbare einseitige *Kleinhirn- und Hirnstammverletzungen* in unserem Material selten vorkamen, haben wir zur Ergänzung sonstige Hirnstammschäden, Tumoren und Gefäßausfälle untersucht,

Durchschnittswerte der subjektiven Vertikalen und Horizontalen bei Gesunden und Hirnverletzten. (In Klammer die Streuung.)

a) *Gesunde*

Die Gruppendurchschnitte der Herdläsionen nach Kopfneigung (*kursiv*) sind jeweils als Differenz zur subjektiven Vertikalen bei gerader Kopfhaltung berechnet. Alle anderen Werte bedeuten Abweichungen von der objektiven Senkrechten bzw. Waagerechten.

	Kopf					Kopf			
	Gerade		Lenchlinie			Gerade		Lenchlinie	
	Vertikal	Horizontal	links	rechts		Vertikal	Horizontal	links	rechts
1. Schm.	+ 1,2 (2)	+ 1,5 (3)	- 0,7 (6)	- 1,7 (6)	11. Bau.	0 (2)	0 (2)	- 5,7 (5)	+ 3,4 (5)
2. Bad.	+ 0,9 (3)	+ 0,3 (1)	+ 3,0 (4)	+ 1,7 (7)	12. Bir.	0 (2)	- 0,3 (1)	+ 4,7 (8)	+ 1,2 (4)
3. Weh.	+ 0,4 (1)	+ 0,8 (2)	0 (10)	+ 6,1 (4)	13. Ips.	0 (0)	0 (0)	- 0,4 (5)	+ 2,2 (5)
4. Hös.	+ 0,3 (1)	+ 0,3 (1)	- 0,8 (3)	+ 2,9 (4)	14. Schi.	0 (0)	0 (0)	+ 2,3 (7)	+ 6,1 (13)
5. Kle.	+ 0,2 (1)	+ 0,8 (1)	- 5,3 (5)	+ 3,8 (7)	15. Jun.	- 0,7 (3)	- 0,6 (4)	- 4,6 (8)	+ 2,1 (14)
6. Schö.	0 (2)	0 (1)	+ 5,6 (8)	+ 0,4 (6)	16. Mer.	- 0,6 (2)	+ 0,3 (1)	+ 1,5 (5)	- 1,3 (9)
7. Jan.	0 (0)	- 0,2 (1)	- 3,8 (5)	+ 1,4 (6)	17. Stä.	- 0,5 (3)	+ 0,7 (4)	- 8,8 (4)	+ 1,3 (9)
8. Lil.	0 (0)	0,0 (0)	- 0,5 (1)	+ 0,2 (1)	18. Has.	- 0,1 (1)	+ 0,1 (1)	- 9 (8)	+ 10,8 (10)
9. Ben.	0 (0)	+ 0,1 (1)	- 6,4 (4)	+ 5,6 (4)	19. Tie.	- 0,1 (2)	- 0,2 (3)	- 5,2 (3)	+ 4,2 (6)
10. Schi.	0 (0)	- 0,1 (1)	- 1,1 (4)	+ 0,8 (9)	20. Zie.	- 0,1 (2)	- 0,2 (3)	- 7,1 (5)	+ 6,5 (4)
Durchschnitt	+ 0,04 (1)	+ 0,1 (1)	- 2,1 (5)	+ 2,8 (6,5)					
b) Frontalläsionen									
linksseitig					rechtsseitig				
1. Kai.	+ 4,9 (7)	+ 2,1 (15)	- 5,3 (20)	+ 0,6 (30)	1. Hub.	- 5,5 (11)	+ 10,5 (6)	+ 12,7 (14)	- 9,5 (12)
2. Vog.	+ 2,1 (11)	+ 3,4 (9)	- 18 (8)	+ 17,3 (11)	2. Joa.	- 4,8 (4)	- 7,0 (5)	+ 5,2 (17)	- 2,1 (15)
3. Erb.	- 0,9 (3)	- 1,9 (2)	- 5,1 (10)	+ 3,9 (13)	3. Kno.	- 4,5 (9)	- 1,7 (5)	+ 1,5 (10)	- 0,7 (17)
4. Wel.	- 0,8 (3)	- 1,2 (3)	- 0,8 (8)	- 2,2 (7)	4. Rit.	- 3,2 (2)	- 3,4 (1)	- 3,3 (3)	+ 2,5 (3)
5. Har.	+ 0,3 (3)	+ 0,1 (3)	- 4,0 (2)	+ 4,0 (2)	5. Pfa.	- 1,3 (4)	- 1,5 (2)	+ 1,6 (10)	- 1,4 (12)
Durchschnitt	+ 1,1 (5,4)	+ 0,5 (6,4)	- 7,7 (0,6)	+ 3,6 (12,6)	Durchschnitt	- 3,86 (5,6)	- 0,6 (3,8)	+ 7,2 (10,8)	+ 1,7 (11,8)

c) Parietalläsionen			
linksseitig			rechtsseitig
1. Spi.	+ 5,9 (5)	+ 1,5 (5)	— 8,3 (27)
2. Pro.	+ 3,9 (4)	— 1,8 (5)	— 3,7 (24)
3. Trä.	+ 3,6 (5)	+ 4,9 (8)	— 2,6 (9)
4. Böh.	+ 3,5 (1)	— 6,2 (8)	+ 2,5 (5)
5. Mar.	+ 3,3 (15)	— 8,4 (26)	+ 0,4 (2)
Durchschnitt	+ 4,0 (6,0)	— 6,6 (10,4)	— 2,3 (13,4)
d) Parietocentralläsionen mit Hemiplegie			
linksseitig			rechtsseitig
1. Bec.	+ 3,3 (3)	— 16,4 (14)	+ 0,6 (6)
2. Fal.	— 2,0 (4)	+ 8,7 (10)	— 3,6 (4)
3. Feh.	+ 0,5 (6)	— 3,2 (8)	+ 0,3 (4)
4. Wei.	+ 0,4 (1)	+ 0,4 (1)	+ 0,3 (5)
5. Chme.	+ 0,3 (3)	— 3,7 (7)	+ 1,7 (11)
Durchschnitt	+ 0,5 (3,4)	— 3,3 (8,0)	— 0,3 (6,0)
e) Temporalalläsionen			
linksseitig			rechtsseitig
1. Mah.	— 3,6 (5)	— 5,9 (3)	— 2,1 (7)
2. Pau.	— 1,7 (7)	+ 8,8 (17)	— 0,2 (4)
3. Bra.	— 0,6 (3)	+ 8,1 (10)	— 0,8 (4)
4. Her.	— 0,6 (5)	0,0 (5)	+ 0,9 (4)
5. Schn.	+ 0,1 (3)	— 2,6 (12)	+ 0,4 (5)
Durchschnitt	— 1,3 (4,6)	— 0,5 (9,4)	— 0,3 (4,8)
f) Occipitalalläsionen			
linksseitig			rechtsseitig
1. Obe.	— 3,0 (3)	— 4,4 (4)	— 0,9 (3)
2. Bur.	+ 0,6 (1)	— 9,6 (6)	+ 0,6 (3)
3. Hel.	— 0,3 (5)	— 2,4 (6)	— 0,2 (1)
4. Kön.	— 0,3 (6)	— 3,4 (15)	+ 0,3 (3)
5. Wes.	0 (4)	— 5,7 (5)	0 (3)
Durchschnitt	— 0,6 (3,8)	— 4,7 (7,0)	0,0 (2,6)

g) Parietalläsionen			
linksseitig			rechtsseitig
1. Spi.	+ 5,9 (5)	+ 1,5 (5)	— 8,3 (27)
2. Pro.	+ 3,9 (4)	— 1,8 (5)	— 3,7 (24)
3. Trä.	+ 3,6 (5)	+ 4,9 (8)	— 2,6 (9)
4. Böh.	+ 3,5 (1)	— 6,2 (8)	+ 2,5 (5)
5. Mar.	+ 3,3 (15)	— 8,4 (26)	+ 0,4 (2)
Durchschnitt	+ 4,0 (6,0)	— 6,6 (10,4)	— 2,3 (13,4)
h) Parietocentralläsionen mit Hemiplegie			
linksseitig			rechtsseitig
1. Bec.	+ 3,3 (3)	— 16,4 (14)	+ 0,6 (6)
2. Fal.	— 2,0 (4)	+ 8,7 (10)	— 3,6 (4)
3. Feh.	+ 0,5 (6)	— 3,2 (8)	+ 0,3 (4)
4. Wei.	+ 0,4 (1)	+ 0,4 (1)	+ 0,3 (5)
5. Chme.	+ 0,3 (3)	— 3,7 (7)	+ 1,7 (11)
Durchschnitt	+ 0,5 (3,4)	— 3,3 (8,0)	— 0,3 (6,0)
i) Temporalalläsionen			
linksseitig			rechtsseitig
1. Mah.	— 3,6 (5)	— 5,9 (3)	— 2,1 (7)
2. Pau.	— 1,7 (7)	+ 8,8 (17)	— 0,2 (4)
3. Bra.	— 0,6 (3)	+ 8,1 (10)	— 0,8 (4)
4. Her.	— 0,6 (5)	0,0 (5)	+ 0,9 (4)
5. Schn.	+ 0,1 (3)	— 2,6 (12)	+ 0,4 (5)
Durchschnitt	— 1,3 (4,6)	— 0,5 (9,4)	— 0,3 (4,8)
j) Occipitalalläsionen			
linksseitig			rechtsseitig
1. Obe.	— 3,0 (3)	— 4,4 (4)	— 0,9 (3)
2. Bur.	+ 0,6 (1)	— 9,6 (6)	+ 0,6 (3)
3. Hel.	— 0,3 (5)	— 2,4 (6)	— 0,2 (1)
4. Kön.	— 0,3 (6)	— 3,4 (15)	+ 0,3 (3)
5. Wes.	0 (4)	— 5,7 (5)	0 (3)
Durchschnitt	— 0,6 (3,8)	— 4,7 (7,0)	0,0 (2,6)





über die an anderer Stelle berichtet wird. Im Gegensatz zu den Großhirnverletzungen ergaben sich hierbei oft *herdgleichsinnige Abweichungen der subjektiven Vertikale, wenn die Läsion caudal vom Mittelhirn lag*. Bei Thalamus- und Hypothalamusherden waren die Störungen, ähnlich wie bei den Rinden- und Markherden, meist herdgekreuzt. Bei Herden

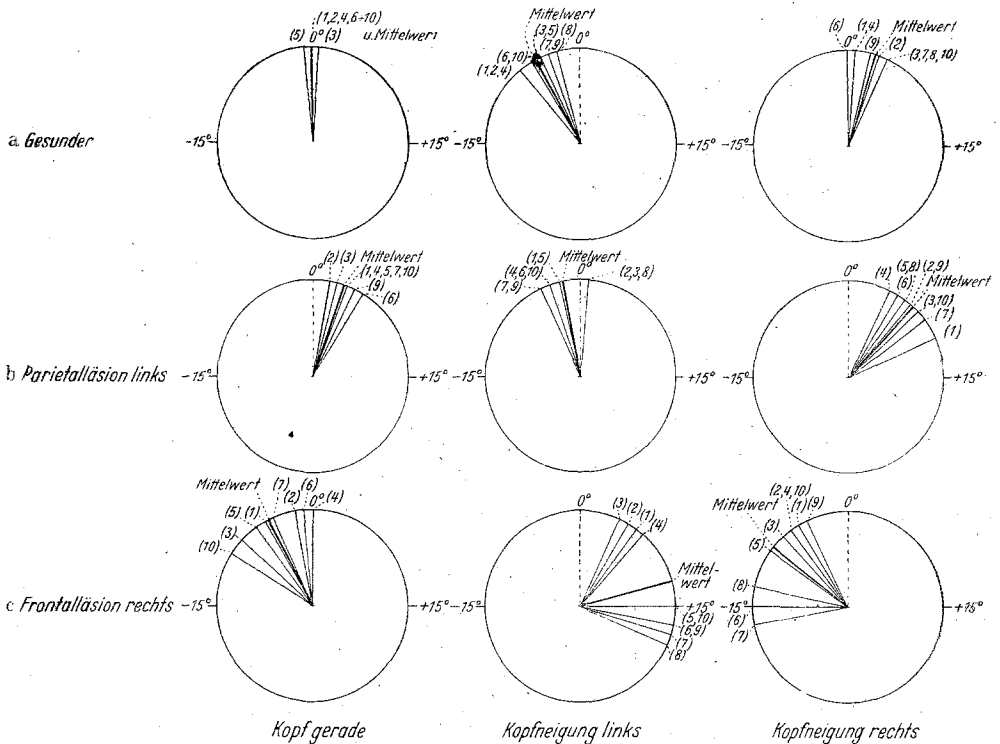


Abb. 1a—c. Die subjektive Vertikale bei Gesunden und Hirnverletzten in schematischer Darstellung von 3 Beispielen. a Beim Gesunden (Bau) ergibt sich fast keine Abweichung vom objektiven Lot bei gerader Kopfhaltung. Mitgehen der subjektiven Vertikalen bei Kopfneigung (A-Phänomen). b Bei einem linksseitigen Parietalverletzten (Pro.) zeigt sich eine Abweichung der subjektiven Vertikale im Uhrzeigersinn nach rechts. Das A-Phänomen entspricht etwa der primären Verschiebung, zeigt aber eine größere Streuung. c Eine rechtsseitige Frontalverletzung (Hub.) mit herdgekreuzter Abweichung nach links und einer entgegengesetzten Abweichung bei Kopfneigung (verstärktes E-Phänomen). Die Zahlen in Klammern bezeichnen die Reihenfolge der Angaben bei je 10 Bestimmungen, die dicken Linien sind Mittelwerte. Die Skala der Winkelwerte ist wie bei Abb. 2 zur Verdeutlichung 6fach vergrößert ( $15^\circ = \frac{1}{4}$  Kreis).

in Höhe des roten Kerns kamen sowohl gekreuzte, wie gleichseitige Abweichungen vor; in einem Falle waren sie horizontal gegensinnig und vertikal gleichsinnig gerichtet. Drei Ponsstumoren mit Blicklähmung nach links zeigten einmal gleichsinnige, einmal gegensinnige und einmal geringe Abweichungen, die vertikal und horizontal verschieden

waren. Eine tieferliegende Kontusion der Medulla oblongata in Höhe der Vaguskerne hatte eine geringe gleichseitige Abweichung.

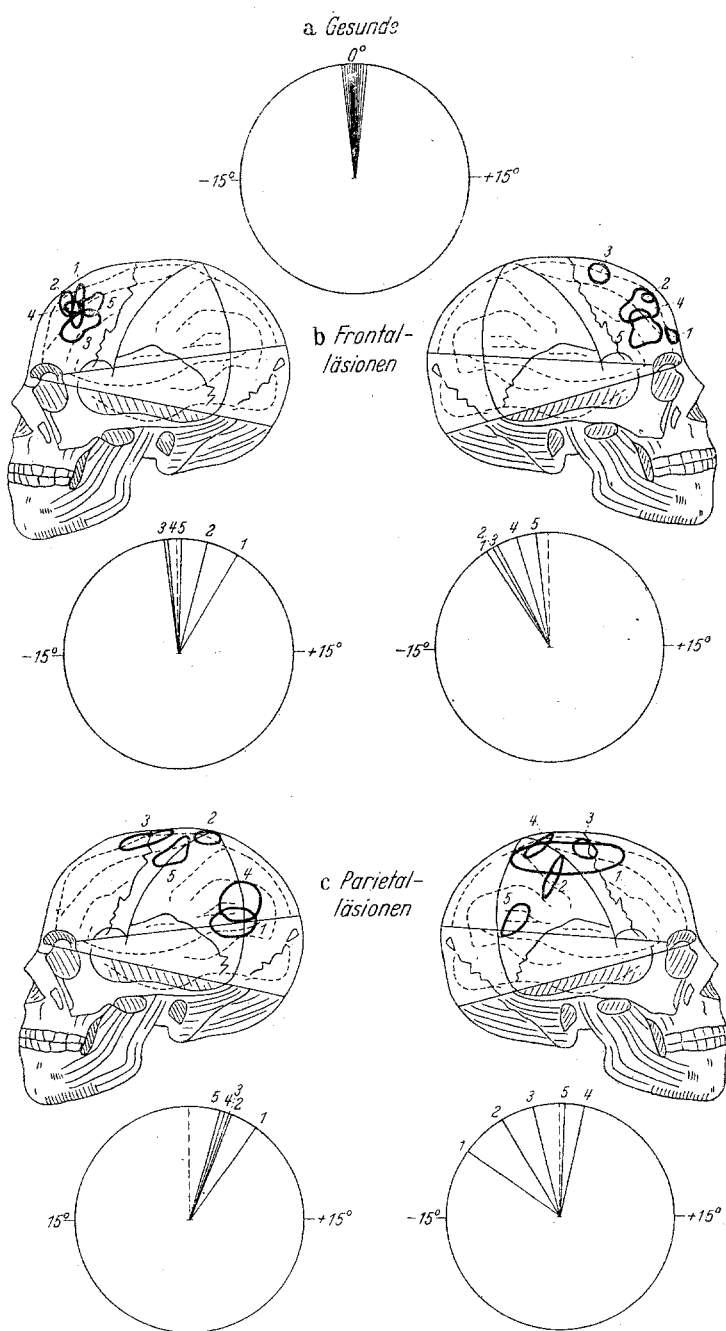
Bei der in einzelnen Fällen vorhandenen *spontanen Schiefhaltung des Kopfes* waren die Resultate nicht wesentlich anders als bei erzwungener gerader Kopfhaltung. Einige Ergebnisse aus der Anfangsreihe unserer Untersuchungen sind bei freier Kopfhaltung bestimmt worden. Sie sind deshalb nicht anders zu werten als die späteren mit erzwungener vertikaler Kopfhaltung. Wesentliche Unterschiede zwischen der Abweichung der Horizontalen und Vertikalen finden sich nicht. Im folgenden wird deshalb vor allem die *Vertikale* dargestellt und besprochen (Abb. 1—3).

#### *Besprechung der Ergebnisse.*

Unsere Untersuchungen zeigen *deutliche Unterschiede der subjektiven Vertikalen bei Gesunden und Hirnverletzten*. Bei Gesunden kommen mittlere Abweichungen von mehr als  $1^\circ$  vom objektiven Lot fast nie vor, wenn der Kopf gerade gehalten wird. *Durchschnittswerte von über  $2^\circ$  Abweichung sind daher sicher als pathologisch anzusehen.* Die Bestimmungen sind bei Gesunden immer sehr sicher. Erst nach Kopfneigung tritt eine zunehmende Unsicherheit mit größerer Streuung auf.

Bei Hirnverletzten ist eine solche Unsicherheit schon bei gerader Kopfhaltung vorhanden, wie die größere Streuung auf Abb. 3 sofort erkennen läßt. Dazu kommt eine ziemlich regelmäßige Abweichung des Durchschnittswertes mit *Drehung der subjektiven Vertikalen nach der herdgekreuzten Seite bei Großhirnläsionen der Frontal- und Parietal-region*. Sichere pathologische Abweichungen von mehr als  $2^\circ$  von der objektiven Vertikalen sind bei dieser Lokalisation fast regelmäßig vorhanden. Auch tiefergehende Verletzungen des *Hemisphärenmarks, des Thalamus und des roten Kerns* können diese gegensinnigen Abweichungen aufweisen. Es besteht keine konstante Beziehung dieser Störung zu einer Halbseitenlähmung. Eine solche fehlt bei den reinen Frontalfällen. Bei den Parietalläsionen sind allerdings häufig kontralaterale Sensibilitätsstörungen und Astereognosien mit der Drehung der Vertikalen verbunden. Doch treten die Abweichungen auch bei völligem Fehlen solcher Symptome auf. Hemianopische oder andere Gesichtsfeldausfälle haben keinen Einfluß auf die subjektive Vertikale. Occipitalherde mit Felddefekten zeigen meist keine Abweichung der Vertikalen.

Der Abweichung der subjektiven Vertikalen kommt deshalb eine *herddiagnostische Bedeutung* zu. Sie zeigt bei Großhirnverletzungen von Rinde und Mark herdgekreuzte Drehungen, wenn der Herd *frontal* oder *parietal* gelegen ist, ferner bei tieferen Mark- und Thalamus-



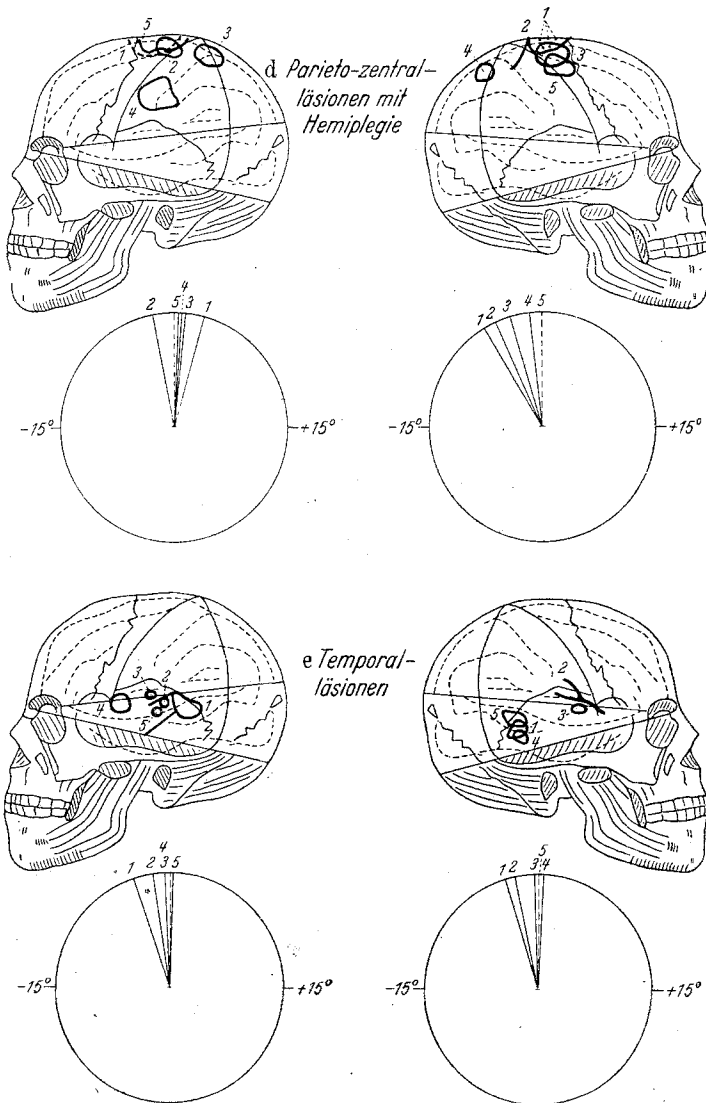
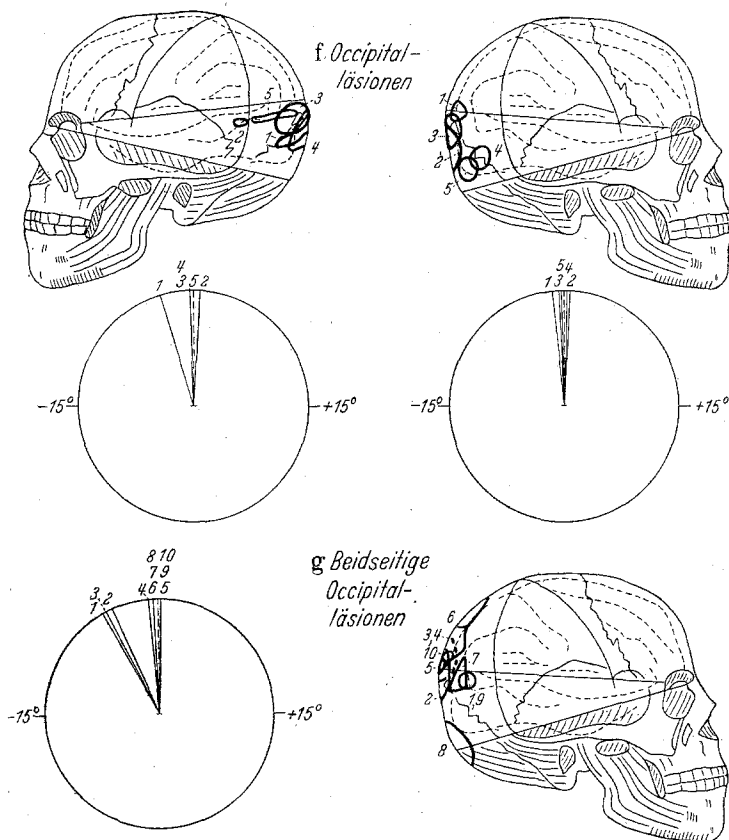


Abb. 2a—e. Durchschnittswerte der subjektiven Vertikalen bei Hirnverletzten und Gesunden. 100 Herdläsionen des Großhirns mit Schema der Knochenflächen. Jeweils 5 Fälle der linken Hemisphäre sind 5 Fällen der rechten Hemisphäre gegenübergestellt. Eine vorwiegende Abweichung nach der herdgekreuzten Seite ist deutlich. a Bei Gesunden findet man fast keine Abweichung der subjektiven Vertikalen. b Frontalläsionen, in 6 Fällen deutliche Abweichung nach der herdgekreuzten Seite. Bei rechtsseitiger Verletzung nach links, bei linksseitiger nach rechts. c Parietalläsionen. Bis auf zwei zeigen alle eine erhebliche herdgekreuzte Abweichung der subjektiven Vertikalen. d Parietozentrale Markläsionen mit Hemiplegie: 5 herdgekreuzte, 1 herdgleichen seitige Abweichung. e Temporal-läsionen. Größere Abweichungen ( $> 2^\circ$ ) in 2 Fällen nach der Herdgegenseite und in einem Fall nach der herdgleichen Seite.



verletzungen. Bei occipitalen und temporalen Herden zeigt die Vertikale meist keine Veränderung. Vereinzelt vorkommende Abweichungen wären ohne Zwang durch klinisch latente Mitverletzungen der Parietalregion zu erklären. Die herdgekreuzte Störung ist weiter dadurch gesichert, daß wir in mehreren Fällen mit herdgleicher Abweichung eine Schädigung der dem Knochendefekt gegenüberliegende Hemisphäre (Contre coup) encephalographisch nachweisen konnten. Bemerkenswert ist, daß *rechtsseitige Großhirnverletzungen stärkere Abweichungen der subjektiven Vertikalen und Horizontalen machen als linksseitige* (durchschnittlicher Fehler links  $+0,9^\circ$ , rechts  $-2,03^\circ$ ). Die Bestimmung der *haptischen* Vertikalen, für die SACHS und MELLER<sup>27</sup> (1903) eine gute Methodik bei Gesunden angegeben haben, fanden wir bei Kranken zu unsicher. Immerhin hat LENZ<sup>18</sup> 1944 in orientierenden Haltungsversuchen stärkere Veränderungen der haptischen Vertikalen bei rechtsseitigen Parietalherden gefunden, was gut zu unseren Befunden paßt.

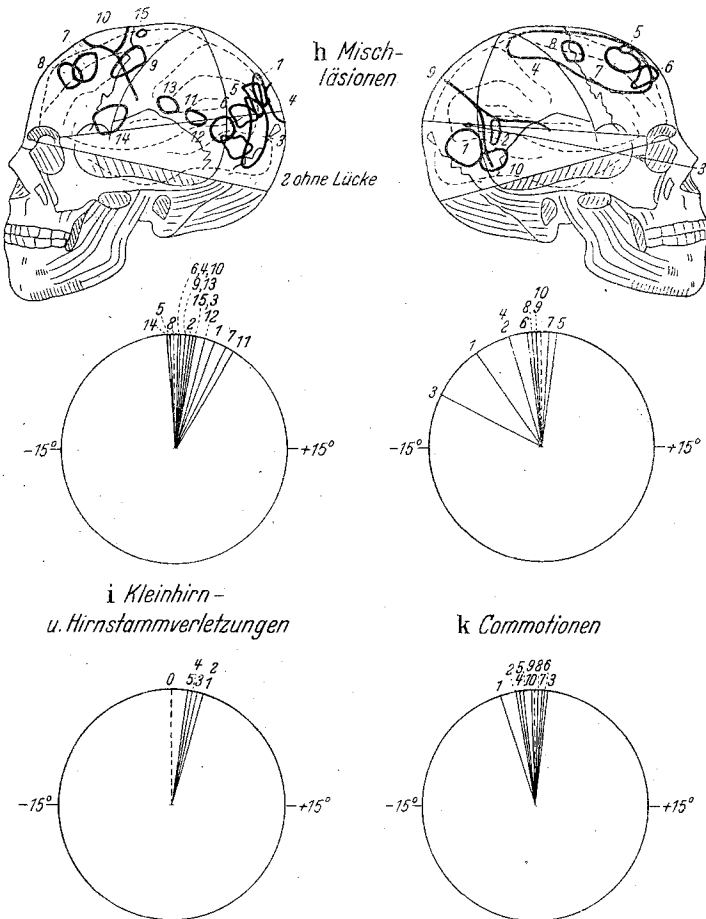
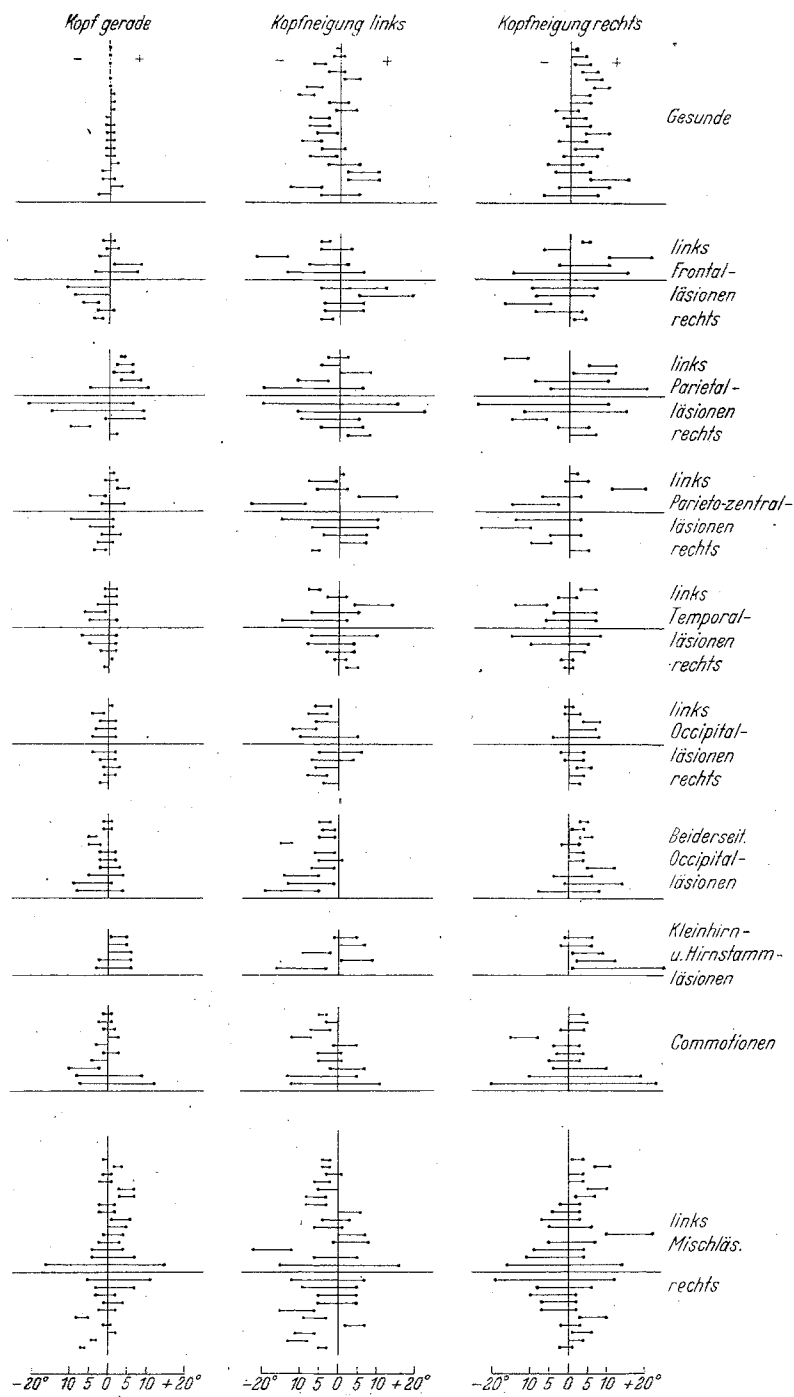


Abb. 2f—k. Durchschnittswerte der subjektiven Vertikalen bei Hirnverletzten. Schema der Knochenlücken der Großhirnläsionen. f Occipitalläsionen links und rechts zeigen meist keine Störung. Nur einmal eine herdgleiche Abweichung. g Doppelseitige Occipitalläsionen zeigen nur dreimal eine wesentliche Störung nach links. h Ausgedehnte Mischläsionen der Großhirnhemisphären haben entweder keine oder herdgekreuzte Abweichungen, links etwas häufiger als rechts. i Kleinhirn- und Hirnstammläsionen zeigen teils herdgekreuzte, teils herdgleiche Neigung nach rechts. k Bei *Comotio cerebri* ergibt sich nur einmal eine stärkere Abweichung (*Contusio*?). 6fache Vergrößerung der Winkelwerte im Kreisschema.

Die Abweichungen der subjektiven Vertikalen bei *Kopfneigung* sind herddiagnostisch noch nicht sicher verwertbar. Da die Richtung der Abweichung (A- und E-Phänomen) schon bei Gesunden wechselt, ist es schwer, eine Regel zu finden. Versuche, die hals- und labyrinthreflektorischen Einflüsse zu trennen, haben auch noch nicht weitergeführt. Zum Verständnis dieser Befunde müssen frühere Untersuchungen über die subjektive Vertikale und Horizontale bei *Gesunden* besprochen werden.



Bei optisch-physiologischen Versuchen im Dunkelzimmer bemerkte AUBERT<sup>2</sup> 1861 als erster, daß sich ein Lichtquadrat *subjektiv mit der Körperneigung drehte*, und stellte daraufhin exakte Versuche mit einer 5 cm langen und 2 cm breiten „hellen Linie“ an. Er entdeckte dabei, daß eine *objektive Vertikale im Dunkeln schon bei leichter Kopfneigung im entgegengesetzten Sinne schief erschien*. Dies wurde von verschiedenen Seiten mit ähnlichen Resultaten bestätigt. Man nannte die Erscheinung das „AUBERTSche Phänomen“ (A-Phänomen). SACHS und MELLER<sup>25</sup> sahen das A-Phänomen erst bei 40° Neigung plötzlich auftreten, bei geringerer Neigung war es unsicher. Von allen wird die große individuelle und zeitliche Schwankung der Ergebnisse bei Kopfneigung bestätigt. ALEXANDER und BARANY<sup>1</sup> sprechen von einem *unsicheren Feld*, innerhalb dessen die Bestimmung stattfindet. Gelegentlich zeigte schon die scheinbare Vertikale bei derselben Versuchsperson zu verschiedenen Zeiten bald Rechts-, bald Linksneigung oder überhaupt keinen Schiefstand. Die Ergebnisse bei Rechts- und Linksneigung sind nicht streng gleich. TSCHERMAK und SCHUBERT<sup>28</sup> beobachteten bei Linksneigung, NAGEL<sup>42</sup> und HOFMANN<sup>14</sup> bei Rechtsneigung einen geringeren Effekt. Doch wurden immer nur wenige Versuchspersonen untersucht. Das Urteil über das Verhalten der Vertikalen wird teils mit einem sicheren, teils mit einem unsicheren Gefühl begleitet, wobei die *Unsicherheit der Beurteilung meistens mit der Neigung zunimmt*. Der *Maximalwert* der scheinbaren Drehung liegt bei den verschiedenen Autoren zwischen 90 und 160° Kopfneigung, bei Neigung darüber hinaus soll die Linie in ihre wirkliche Lage zurückgehen. Auch die Fehlergrenze zeigt dieselbe große Schwankung. So gibt sie MÜLLER<sup>21</sup> mit 10,4°, NAGEL<sup>22</sup> mit 20–40°, TSCHERMAK<sup>28</sup>,<sup>29</sup> mit 46–51° und AUBERT<sup>2</sup> mit der Hälfte der Kopfneigung an. Bemerkenswert ist, daß bei *gerader* Kopfhaltung schon die geringsten Abweichungen der Senkrechten bestimmt erkannt werden<sup>25</sup>. Mit längerer Dauer der Kopfneigung nimmt die scheinbare Drehung der Leuchtlinie immer mehr zu. MÜLLER<sup>21</sup> beobachtete dabei auch ein oscillatorisches Hin- und Herschwanen. Die Drehung erfolgt bei langsamer Neigung des Kopfes unmittelbar, bei plötzlicher Neigung vergehen einige Sekunden, bevor die Linie ihre Drehung vollendet<sup>21</sup>,<sup>22</sup>. Gleichartige Versuche mit Körperneigung ergaben, daß hier die Drehung stärker und konstanter ist als bei der Kopfneigung.

Im Gegensatz zu AUBERTS gleichsinniger Drehung der subjektiven scheinbaren Senkrechten (= entgegengesetztes Schiefsehen der objektiven Vertikalen) beschreibt G. E. MÜLLER<sup>21</sup> eine gegensinnige Drehung und nennt sie das *E-Phänomen*. Es ist, wie bei unseren Untersuchungen, nicht so häufig wie das A-Phänomen, wurde aber von anderen Autoren<sup>25</sup> ebenfalls gefunden. MÜLLER<sup>21</sup> unterscheidet danach bei den Versuchspersonen zwischen einem A-Typ und einem EA-Typ. Bei letzterem erfolgt bei zunehmender Kopfneigung ein Umschlag über die Vertikale in die entgegengesetzte Drehung. Dasselbe berichten auch SACHS und MELLER<sup>5</sup>. NAGEL<sup>22</sup> beobachtete bei schneller Neigung das E-Phänomen. Möglicherweise hängt das E-Phänomen mit der *Gegenrollung der Augen*

Abb. 3. *Die Streuung der subjektiven Vertikalen*. Übersicht über 120 Befunde bei Gesunden und Hirnverletzten. Die Unsicherheit der Bestimmungen und damit die Streuung ist bei Hirnverletzten wesentlich größer als bei Gesunden. Am stärksten ist sie bei Läsionen der Frontal- und Parietalregion, am geringsten bei den Temporal- und Occipitalverletzten. Die *Abweichung der subjektiven Vertikalen zur herdgekreuzten Seite frontal und parietal* ist trotz der erheblichen Streuung deutlich zu erkennen. Nach Kopfneigung wird die Unsicherheit der subjektiven Vertikalen und damit die Streuung größer. Ein Mitgehen der subjektiven Vertikalen mit der Kopfneigung (A-Phänomen) ist meistens erkennbar. Entgegengesetzte Neigung (E-Phänomen) ist bei Gesunden selten, bei Hirnverletzten der rechten Frontal- und Parietozentralregion häufiger. Die *Anordnung* geht jeweils nur nach der Streuungsgröße ohne Rücksicht auf die Zusammengehörigkeit im Einzelfalle, so daß die Kopfneigungswerte des gleichen Falles nicht nebeneinander stehen. 2 Mischläsionen rechts sind andere Fälle als in der Tabelle h.

zusammen. Diese soll nach Untersuchungen von M. H. FISCHER<sup>7, 8</sup> bei Kopfneigung bis zu 40° kontinuierlich zunehmen, aber keine genaue Beziehung zur subjektiven Vertikalen haben. Bei Versuchen mit der Horizontalen wurden keine wesentlichen Abweichungen von den Resultaten der Vertikalen festgestellt. Auch die Nachbilder sind denselben Erscheinungen unterworfen<sup>9</sup>, so daß hier eine Beziehung zur Gegenrollung möglich ist. DELAGE<sup>4</sup> und FELCHENFELD<sup>5</sup> berichten, daß sie das A-Phänomen auch *im Hellen* mittels eines schwarzen Fadens auf einer großen grauen Fläche nachweisen konnten. Bei Labyrinthlosen bleibt das A-Phänomen erhalten<sup>1, 5, 8</sup>.

Bei Gesunden ist mit unserer Versuchsanordnung einer Kopfneigung von 45° der A-Typ (gleichsinnige Abweichung mit der Kopfneigung wie Abb. 1a und b) wesentlich häufiger als der E-Typ (Abweichung entgegen der Kopfneigung). Dasselbe gilt für die meisten Hirnverletzten, bei denen die Kopfneigungsabweichung der subjektiven Vertikalen und die Streuungsbreite vermehrt ist. Bei Kopflinksneigung sind die Werte oft größer, aber auch regelloser als bei der vorher geprüften Rechtsneigung (Nachdauer der vorangehenden Vertikalverschiebung?). Sehr große Werte mit über 10° Abweichung sind jedoch sehr selten. Auffallend ist eine *Häufung des E-Phänomens bei den rechtsseitigen Frontalläsionen* (wie Abb. 1c). Wenn man als Ausgangspunkt die subjektive Horizontale bei gerader Kopfhaltung nimmt, zeigen diese Fälle ein der Kopfneigung entgegengesetztes E-Phänomen, nur in einem Falle keine Abweichung. In geringerem Maße ist das bei den rechtsseitigen Parietozentralläsionen der Fall, bei denen 3 ein E-Phänomen und 2 ein A-Phänomen zeigen, bei Rechtsneigung sogar 4 E-Phänomene gegenüber 1 A-Phänomen.

Die Häufung des E-Typus (7:2) bei den rechtsseitigen Frontal- und Zentralläsionen ist bemerkenswert und zusammen mit einer Verstärkung des A-Phänomens bei linksseitigen Frontal- und Parietalherden vielleicht gemeinsam zu deuten. Nach Kopfneigung (vor allem nach der herdgleichen Seite) verhalten sich die Fronto-Parietalläsionen *umgekehrt* wie bei gerader Kopfhaltung: sie zeigen eine vermehrte Tendenz der subjektiven Vertikalen nach der *Herdseite* abzuweichen (Kompensation?). Doch muß dies noch weiter kontrolliert werden.

Starke Veränderungen der subjektiven Vertikalen zeigen auch Herde im *Hirnstamm und Kleinhirn*. Doch ist die Abweichung hier im Gegensatz zu den Großhirnverletzungen oft *herdgleichsinnig*. Wir haben allerdings wenig umschriebene Hirnstammverletzungen in unserem Material, so daß wir es durch andersartige Hirnstammschädigungen ergänzen mußten. Weitere Untersuchungen an größeren Zahlen von Mittelhirn-, Brücken- und Medullaläsionen sind erforderlich, um die gleichsinnige Abweichung sicherzustellen.

Die seitenverschiedenen Abweichungen bei Großhirn- und Hirnstammherden sind deshalb von besonderem Interesse, weil sie dem Verhalten der willkürlichen Blickbewegungen ähneln. Bekanntlich

zeigen Blickparesen bei Großhirnherden einen Ausfall nach der Herd-gegensseite, bei Hirnstammläsionen dagegen einen Ausfall nach der herdgleichen Seite. Die Kreuzung der Blickbahn erfolgt auch nach tierexperimentellen Untersuchungen in der Gegend des oralen Mittelhirns. Hier scheint auch der Umschlagspunkt für die Abweichung der subjektiven Vertikalen zu liegen. Bei 4 typischen Mittelhirnsyndromen mit Herden im *roten Kern* war die Drehung der subjektiven Vertikalen einmal herdgekreuzt, einmal gleichsinnig, einmal ohne wesentliche Veränderung und einmal für Vertikale und Horizontale verschieden.

Es wäre denkbar, daß die von uns gefundenen Abweichungen Begleitsymptome einer dauernden leichten Augenrollung nach Ausfall supranucleärer Blickbahnen sind, die bei linksseitigen Herden im Uhrzeigersinne, bei rechtsseitigen entgegen dem Uhrzeiger drehen. Eine solche dauernde Augenrollung sicher nachzuweisen, ist unmöglich. Diese Deutung muß deshalb offenbleiben. Auffallend ist das lange Bestehen einer solchen Abweichung der subjektiven Vertikalen noch viele Jahre nach der Verwundung. Einige unserer Fälle sind 5 oder 10 Jahre nach der Verletzung untersucht. Verlaufskontrollen konnten wir bisher nur bei wenigen Kranken durchführen. Das ist Aufgabe späterer Untersuchungen.

Eine Knickung der Leuchtlinie (Metamorphopsie) haben wir nur in 2 Fällen von Occipitalverletzungen mit parazentralem Skotom gesehen. KOCH und v. STOCKERTS<sup>17</sup> ähnlicher Fall herdgekreuzter Abknickung ist daher mit unseren nicht vergleichbar. Die von ihnen berichtete Geradestellung nach Kopfeigung links wäre als partielles A-Phänomen zu werten.

*In keinem unserer Fälle ist dem Kranken selbst ein subjektives Schiefsehen aufgefallen.* Dadurch unterscheiden sie sich von den in der Literatur<sup>6, 13, 30-33</sup> gelegentlich berichteten Störungen der Vertikalen und Horizontalen.

Mit Ausnahme v. WEIZSÄCKERS<sup>30-32</sup> und FISCHER-PÖTZLS<sup>9</sup> hat sich bisher niemand die Mühe gemacht, die so einfache Untersuchung der subjektiven Vertikalen und Horizontalen genau durchzuführen. Wir brauchen daher auf andere Arbeiten nicht einzugehen. Immerhin sprechen einige Beobachtungen über anfallweises Schiefsehen von FEUCHTWANGER<sup>6</sup> bei Frontalhirnverletzungen auch im Sinne unserer Befunde einer kontralateralen Abweichung. Hochgradige Abweichungen über 10—15° im Hellen, wie sie v. WEIZSÄCKER<sup>31</sup> 1925 bei monokularer Bestimmung mitteilt, haben wir nicht gefunden. In einer besonderen Versuchsreihe hat SCHILDGE in unserem Laboratorium bei monokularer Bestimmung bisher lediglich eine größere Unsicherheit der monokularen Senkrechten festgestellt. Starke Abweichungen von mehr als 15° haben wir vorwiegend bei Hysterikern gesehen, ferner bei einem

Rubersyndrom und einem Falle von Hirnstammgliose mit monokularem Mehrfachsehen. Unsere Befunde haben offenbar nichts mit dem Schiefsehen bei vestibulären Reizzuständen zu tun. Eindeutige Beziehungen zu vestibulärer Tonusdifferenz konnten wir nicht feststellen.

In fast allen unseren Fällen zeigte die *Senkrechte und Waagerechte eine gleichsinnige Abweichung*. Echtes „Schiefsehen“ mit entgegengesetzt gerichteter Verschiebung der Vertikalen und Horizontalen, wie es v. WEIZSÄCKER<sup>30, 31</sup> 1919 und 1925 mitteilt, war sehr selten. Es fand sich nur bei einem rechtsfrontalen und je einem linksseitigen Brücken- und Mittelhirnherd. Auffallend war noch, daß bei rechtsseitigen Herden der Frontal-, Zentral- und Parietalregion die Abweichung der Horizontalen im Durchschnitt kleiner war, als die der Vertikalen.

Die subjektive Vertikale ist, wie die Raumwahrnehmung und Orientierung, zweifellos das Resultat einer sehr komplizierten Koordination verschiedener Sinne (vor allem der Otolithenorgane, des Auges und des Tastsinns) in mehreren Hirngebieten. Die Störung dieser Gravicptorenfunktion kann daher auch von verschiedenen Seiten kommen. Eine anfallsweise Ausschaltung der Gravicptoren haben JANTZ und BERINGER<sup>16</sup> (1944) bei den Schwebesensationen der Hirnverletzten angenommen. Sie waren bei parietalen Herden am häufigsten.

Über die hirnpathologische Grundlage der Vertikalabweichung wissen wir noch sehr wenig, obwohl über ähnliche Raumsinnsstörungen eine ziemlich ausgedehnte Literatur besteht<sup>12, 23, 32, 34</sup>. Genau untersucht ist lediglich FISCHER und PÖTZLS<sup>9</sup> Fall nach Resektion der rechten Kleinhirnhemisphäre, der erhebliche Variationen der subjektiven Vertikalen zeigte (binocular 2mal Links-, 1mal Rechtsabweichung, monocular meist Rechtsabweichung. Nach Kopfeigung rechts A-Phänomen, links E-Phänomen. Stärkere Streuung nach Körperteigung rechts). Da nur von LENZ<sup>18</sup> 1944 eine Reihe von Hirnverletzten, sonst meist einzelne, oft unklare und nicht verifizierte Fälle untersucht wurden, und die ausgedehnten Theorienbildungen auf schwacher empirischer Grundlage gebaut sind, kann es nicht unsere Aufgabe sein, diese Arbeiten zu besprechen. Autoptisch gesichert sind bisher nur 2 Abweichungen der Vertikalen bei Kleinhirnerkrankungen (Absceß: GÜNTHER<sup>10</sup>, 1921, Erweichung: v. WEIZSÄCKER<sup>31</sup>, 1925). Beide sind aber unvollständig untersucht. Aus Mangel an Obduktionsbefunden haben unsere eigenen lokalisatorischen Feststellungen zunächst nur eine statistische Wahrscheinlichkeit. Man trifft hier die übliche Schwierigkeit, daß in der Klinik sterbende Obduktionsfälle wegen ihres schlechten Allgemeinzustandes nicht genau zu untersuchen sind, und daß man von gut untersuchten Hirnverletzten später keine Autopsien erhält. Erst durch langsames Sammeln in jahrelanger Arbeit

ist hier weiterzukommen. Die mitgeteilten Befunde an Hirnverletzten sollen dazu eine Anregung geben. Über weitere Untersuchungen an Herderkrankungen anderer Art, bei denen auch zum Teil Autopsiefunde vorliegen, soll später berichtet werden.

### *Zusammenfassung.*

1. Bei 100 Hirnverletzten verschiedener Lokalisation und 20 Gesunden wurde im *Leuchtlinienversuch* die *Abweichung der subjektiven Vertikale und Horizontale von den objektiven Werten untersucht* und die Veränderung bei Kopfneigung (A-Phänomen und E-Phänomen) studiert.

2. Bei *Gesunden* fällt die subjektive Vertikale bei gerader Kopfhaltung fast genau mit dem Lot zusammen: 20 Gesunde hatten eine Durchschnittsabweichung von  $0,04^{\circ}$ , mittlere Streuung von  $1^{\circ}$ , maximale Streubreite von  $3^{\circ}$ , bei je 10 Bestimmungen. Bei *Hirnverletzten* findet sich eine erheblich größere Streuung (Mittelwerte  $6,4^{\circ}$ , Maximalwerte  $31^{\circ}$ ). Die Neigung der subjektiven Vertikalen beträgt im Durchschnitt bei rechtsseitigen Großhirnverletzungen  $-2,0^{\circ}$ , bei linksseitigen  $+0,9^{\circ}$ . Die Streuung wächst meist mit der Ausdehnung des Herdes, die Neigungsrichtung ist für die Lokalisation des Herdes charakteristisch. Die Ausgangsstellung der Leuchtlinie hat bei Hirnverletzten einen größeren Einfluß auf den Endwert als bei Gesunden.

3. *Großhirnverletzungen der Parietal- und Frontalregion zeigen fast regelmäßig bei gerader Kopfhaltung eine Abweichung der subjektiven Vertikalen und Horizontalen nach der herdgekreuzten Seite.* Auch bei tiefliegenden Mark- und Thalamusverletzungen finden sich herdgekreuzte Abweichungen. Erhebliche Veränderungen zeigen ferner *Kleinhirn- und Hirnstammläsionen*, bei denen sowohl eine Abweichung nach der *herdgleichen* Seite wie nach der kontralateralen vorkommt. Reine temporale und occipitale Herdläsionen haben keine oder nur geringe Abweichungen. Die Streuung ist bei parietalen und frontalen Läsionen stark vermehrt, bei occipitalen Läsionen gering.

4. Nach *Kopfneigung  $45^{\circ}$*  ergeben sich verschiedene Befunde: Ein Mitgehen der subjektiven Vertikalen mit der Kopfneigung (A-Phänomen) ist sowohl bei Gesunden wie bei Hirnverletzten häufiger als die gegensinnige Neigung (E-Phänomen). Das E-Phänomen überwiegt nur bei rechtsseitigen Frontal- und Parietozentralläsionen. Bei subjektiver Schiefe der Vertikalen kann die Veränderung nach Kopfneigung im Sinne der scheinbaren Vertikalen verschoben sein. Doch ist auch vermehrtes entgegengesetztes Umkippen zur Herd- und Kopfneigungsseite häufig.

5. *Eine Abweichung der subjektiven Vertikalen von der objektiven um durchschnittlich mehr als  $2^{\circ}$  ist ein Herdsymptom der kontralateralen*

*Großhirnhemisphäre (Parietal- und Frontalregion, Thalamus), wenn Hirnstammschädigungen auszuschließen sind.* Es kann bei nachgewiesenen Hirnverletzungen dieser Gegend das einzige Symptom sein. Nur bei einem Teil der Fälle ist es mit kontralateraler Sensibilitätsstörung und Astereognosie verbunden. Beziehungen zu Gesichtsfelddefekten und Halbseitenlähmungen sind nicht nachweisbar.

### Literatur.

- <sup>1</sup> ALEXANDER, G. u. R. BARANY: Z. Psychol. **37**, 321, 414 (1904). — <sup>2</sup> AUBERT, H.: Virchows Arch. **20**, 381 (1861). — <sup>3</sup> AUBERT, H.: Physiologische Studien über Orientierung. Tübingen: Haupt 1888. — <sup>4</sup> DELAGE, Y.: Rev. gén. Sci. **3** (1892). — <sup>5</sup> FEILCHENFELD, H.: Z. Psychol. **31**, 127 (1903). — <sup>6</sup> FEUCHTWANGER, E.: Arch. Psychiatr. (D.) **100**, 439 (1933). — <sup>7</sup> FISCHER, M. H.: Graefes Arch. **118**, 633 (1927). — <sup>8</sup> FISCHER, M. H.: Erg. Physiol. **27**, 260 (1928). — <sup>9</sup> FISCHER, M. H. u. O. PÖTZL: Z. Neur. **119**, 163 (1929). — <sup>10</sup> GÜNTHER, K.: Z. Hals- usw. Hk. **81**, 345 (1921). — <sup>11</sup> HERING, E.: In HERMANN'S Handbuch der Physiologie, Bd. 3, S. 1. 1879. — <sup>12</sup> HERRMANN, G. u. O. PÖTZL: Die optische Allästhesie. Berlin: S. Karger, 1928. — <sup>13</sup> HOFF, H. u. P. SCHILDER: Dtsch. Z. Nervenhk. **103**, 145 (1928). — <sup>14</sup> HOEMANN, F. B.: Pflügers Arch. **136**, 724 (1910). — <sup>15</sup> JAENSCH, E. R.: Z. Psychol. Erg.-Bd. **16** (1930). — <sup>16</sup> JANTZ, H. u. K. BERINGER: Nervenarzt **17**, 197 (1944). — <sup>17</sup> KOCH, J. u. F. G. v. STOCKERT: Klin. Wschr. **14**, 746 (1935). — <sup>18</sup> LENZ, H.: Dtsch. Z. Nervenhk. **157**, 22 (1944). — <sup>19</sup> MULDER, M. E.: Graefes Arch. **21**, 68 (1875). — <sup>20</sup> MULDER, M. E.: Unser Urteil über Vertikal bei Neigung des Kopfes nach rechts oder links. Groningen: Noordhoff 1898. — <sup>21</sup> MÜLLER, G. E.: Z. Psychol. **49**, 109 (1916). — <sup>22</sup> NAGEL, W.: Z. Psychol. **16**, 373 (1898). — <sup>23</sup> PÖTZL, O.: Die optisch agnostischen Störungen. In ASCHAFFENBURG'S Handbuch der Psychiatrie. Leipzig u. Wien: Franz Deuticke 1928. — <sup>24</sup> RUFFIN, H. u. J. STEIN: Dtsch. Z. Nervenhk. **116**, 56 (1930). — <sup>25</sup> SACHS, M. u. J. MELLER: Graefes Arch. **52**, 387 (1901). — <sup>26</sup> SACHS, M. u. J. MELLER: Graefes Arch. **57**, 1 (1904). — <sup>27</sup> SACHS, M. u. J. MELLER: Z. Psychol. **31**, 89 (1903). — <sup>28</sup> TSCHERMAK, A. v. u. G. SCHUBERT: Pflügers Arch. **228**, 234 (1931). — <sup>29</sup> TSCHERMAK-SEYSENEGG, A. v.: Einführung in die physiologische Optik. München: J. F. Bergmann 1942. — <sup>30</sup> WEIZSÄCKER, V. v.: Dtsch. Z. Nervenhk. **64**, 1 (1919). — <sup>31</sup> WEIZSÄCKER, V. v.: Dtsch. Z. Nervenhk. **84**, 179 (1925). — <sup>32</sup> WEIZSÄCKER, V. v.: Dtsch. Z. Nervenhk. **117—119**, 716 (1931). — <sup>33</sup> WILDER, J.: Dtsch. Z. Nervenhk. **104**, 222 (1928). — <sup>34</sup> ZILLIG, G.: Dtsch. Z. Nervenhk. **158**, 224 (1947).

Prof. Dr. RICHARD JUNG, (17b) Freiburg i. Br., Hauptstr. 5.