

## Zur Augenzitternkunde.

### 44. Mitteilung.

Von

Prof. Dr. J. Ohm,

Augenarzt in Bottrop i. W.

Mit 9 Textabbildungen.

#### Das angeborene Raddrehungs (Rollungs)-Zittern der Augen.

Die Raddrehung (Rollung) der Augen steht an der Wiege der Lehre von der Augenbewegung, denn vor 150 Jahren hat *John Hunter*, wie *A. v. Graefe* mitteilt, behauptet, daß sich der Aufapfel bei Neigung des Kopfes zur Schulter radförmig um die Sehachse drehe infolge der Tätigkeit der schiefen Augenmuskeln. Ihm schloß sich, obgleich die Raddrehung 1926 von *Johannes Müller* bestritten wurde, ungefähr 50 Jahre später *Hueck* an, der jedoch ihr Ausmaß weit überschätzte. Aber auch jetzt fand sie noch keine allgemeine Anerkennung, da *Donders* sie 1846 noch leugnete, dessen Ansehen sich auch *A. v. Graefe* beugte, obgleich er sie 1854 nach Beobachtungen an Kaninchen und Fischen zuerst auch beim Menschen angenommen hatte. Bald darauf verstummte aber der Widerspruch und die älteren Physiologen widmeten ihr eingehende Untersuchungen (*Helmholtz*, *Hering*). Seitdem ist das Interesse an ihr wach geblieben <sup>1, 2</sup>.

Die physiologische Raddrehung ist reflektorisch auslösbar durch Erregung 1. der Labyrinth, 2. der drei oberen Halsnerven, 3. der Augen; in letzterem Falle a) als gegensinnige Neigung der vertikalen Meridiane im Haploskop; b) durch optokinetische Reizung im engeren Sinne, wenn das Auge auf die Achse einer mit weißen und schwarzen Streifen versehenen rotierenden Scheibe blickt. Hierbei kommt es bei allen Personen zu einer kleinen Mitrollung um die Gesichtslinie, bei manchen zu einem regelrechten Raddrehungsnystagmus <sup>3</sup>.

Ferner tritt eine gewisse Rollung auf in den schrägen Blickrichtungen, den sog. Tertiärstellungen, bei der Wanderung der Augen von unten nach oben und bei der Konvergenz. Man kann sie als willkürlich bezeichnen, nicht insofern, als ob ein Willensimpuls bei geradeaus gerichtetem Blick eine Neigung des vertikalen Meridians herbeiführen könnte, sondern nur insofern, als gewisse willkürliche Augenbewegungen in ganz gesetzmäßiger Weise von kleinen Rollungen begleitet werden.

<sup>1</sup> S. Ohm: Mschr. Ohrenheilk. 58, 5 (1924). — <sup>2</sup> S. Tschermak: Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie Bd. 12, H. 2, S. 1001. — <sup>3</sup> S. Ohm: Klin. Mbl. Augenheilk. 68, 328 (1922).

Diese normalen Raddrehungen sind besonders im Hinblick auf die Gesetze von *Donders* und *Listing* ausführlich erörtert worden; die krankhaften haben aber bisher nicht die ihnen gebührende Beachtung gefunden, weshalb ich ihnen hier eine eingehende Darstellung widmen will, und zwar zunächst den angeborenen.

Was die Bezeichnungen betrifft, so geht man am besten nicht wie *Hering* von der Betrachtung des Netzhautpoles von hinten aus, sondern von der des Hornhautpols und vergleicht die Bewegung des oberen Teils des senkrechten Irismeridians mit der des Zeigers einer vor der Stirn des Kranken gedachten Uhr. Dann kann man eine gleichsinnige Raddrehung (Rollung) beider Augen nach rechts (gegen den Uhrzeiger = U.) und eine solche nach links (mit dem Uhrzeiger) unterscheiden, ferner eine gegensinnige nach innen (nasenwärts) und nach außen (schlafenwärts). Die Bewegung erfolgt teils in beiden Richtungen mit gleicher Geschwindigkeit = pendelförmig, teils langsam in der einen, schnell in der anderen = Ruckraddrehung. Die Richtung wird, wie auch sonst beim Nystagmus, nach der schnellen Phase bezeichnet.

*Begriffsbestimmung.* *Helmholtz* verstand unter Raddrehung eine Drehung des Augapfels um die Blicklinie, weil die Iris sich dabei dreht wie ein Rad. Wir wählen als Achse lieber die Gesichtslinie, weil nur diese Raddrehung (Rollung) einen physiologischen Sinn hat. In dieser reinen Form kommt sie zweifellos bei der Fusion und optokinetischen Reizung vor, vielleicht auch bei der labyrinthären und cervicalen im Hellen; ob auch im Dunkeln, entzieht sich der Untersuchung.

Bei der angeborenen Raddrehung (Ra.) sieht man an den oberen und unteren Bindehautgefäßen eine waagrechte, an den temporalen und nasalen eine senkrechte Bewegung. Es ist nun hier besonders bei Kindern schwer, an der Hornhaut oder am Pupillargebiet den Punkt zu bestimmen, der sich vollkommen ruhig verhält, weil die Fixation meistens nicht lange beibehalten wird und weil die Scheinbewegungen fehlen. Wo letztere vorhanden sind wie bei der erworbenen Raddrehung muß der Fixierpunkt bei der „klassischen“ Raddrehung still stehen, während alle anderen Punkte Kreisbögen beschreiben, deren Amplitude um so größer ist, je weiter sie vom Fixierpunkt entfernt sind. Beim Augenzittern der Bergleute habe ich ein wenig Calomel auf die Hornhaut gestäubt und die Bewegungen dieser Punkte bei 20facher Vergrößerung nachgezeichnet bzw. mit dem Okularmikrometer gemessen<sup>1,2</sup>. Bei der angeborenen Raddrehung habe ich diese Methode noch nicht herangezogen, sondern mich auf die gewöhnliche Betrachtung beschränkt. Man hat dann den Eindruck, daß in vielen Fällen die Achse der Raddrehung ungefähr durch die Mitte der Pupille geht, z. B. bei Fall 37 (181a), wo die

<sup>1</sup> Ohm: Graefes Arch. 124, 680. — <sup>2</sup> Man könnte auch die photographische Methode von *Wiedersheim* versuchen. S. Klin. Mbl. Augenheilk. 80, 381; 83, 7.

Raddrehung sehr schnell erfolgte und an den Bindehautgefäßen und der Iris tadellos zu sehen war. Bei der Betrachtung des Augenhintergrundes im binokularen Augenspiegel von *Gullstrand* lag aber der ruhige Punkt deutlich nasal von der Fovea. Diese machte eine kleine Bewegung, die vertikal erschien, streng genommen aber auf einem Kreisbogen erfolgte. Letzteres war besser zu erkennen am Sehnerven, der von dem ruhigen Punkte etwa  $1\frac{1}{4}$  Papillenbreiten entfernt war. Aus dieser Beobachtung schließe ich, daß bei der angeborenen Raddrehung zahlreiche kleine Abweichungen von der klassischen Form vorkommen. Bisweilen sind sie auch erheblicher. Bei *Fall 73 (411 a)*, der zeitweise waagerechte Bewegungen zeigte, trat bisweilen eine langsame pendelförmige Raddrehung auf, deren „ruhiger“ Punkt auf beiden Augen in der Mitte des unteren Hornhautrandes lag, und zwar nicht nur bei geradem, sondern auch bei gehobenem, gesenktem und nach den Seiten gerichtetem Blick.

Geht man von *geradem Blick* aus, so lassen sich bei 70 Fällen folgende 3 Gruppen unterscheiden.

1. Die Ra. findet sich auf beiden Augen (45 Fälle = 64,3%); a) sie vollzieht sich in beiden Phasen mit gleicher Geschwindigkeit = pendelförmig (35 Fälle = 50%); b) sie verläuft ruckförmig mit U. (2 Fälle = 2,9%); c) sie verläuft ruckförmig gegen U. (6 Fälle = 8,7%); d) die Angabe über den Phasenunterschied fehlt (2 Fälle = 2,9%).

2. Ein Auge zeigt Ra., das zweite eine andere Bewegung (4 Fälle = 5,7%), und zwar pendelförmiger Art: a) r. raddrehend, l. senkrecht (2 Fälle = 2,9%); b) r. senkrecht, l. raddrehend (1 Fall = 1,5%); c) r. raddrehend, l. waagerecht (1 Fall = 1,5%).

3. Die Ra. ist mit waagerechten Bewegungen verbunden (21 Fälle = 30%); a) beide treten gleichzeitig auf (17 Fälle = 24,3%); dann erfolgen beide meistens pendelförmig, oder die Ra. ist mit Rechtsrucken (2mal) oder Linksrucken (4mal) verbunden; b) beide wechseln miteinander ab (4 Fälle = 5,7%).

Bei einer weiteren Reihe von Fällen ist die Ra. nur bei Seitenblick zu beobachten. Hier muß zunächst daran erinnert werden, daß bei der Mehrzahl der Menschen hierbei waagerechter Nystagmus auftritt, der ruckförmig nach der betreffenden Seite schlägt. Bisweilen ist damit auch ruckförmige Raddrehung verbunden, die nicht selten auch allein besteht und bei Rechtsblick gegen den U., bei Linksblick mit dem U. erfolgt. Man hat diesen Endstellungsnystagmus als „physiologisch“ bezeichnet, wogegen insofern nichts einzuwenden ist, als er sehr häufig vorkommt. Genau genommen stellt er aber eine Störung dar, und zwar die erste Stufe eines Spontan-nystagmus. Wenn ich nun in diesem Aufsatz Fälle von Ra. bei Seitenblick anführe, so geschieht es nur, wenn sie sich durch ihre Stärke auszeichnen oder mit sonstigen Störungen verknüpft sind. Es handelt sich um 7 Fälle, die kurz beschrieben werden sollen.

*Fall 10 (70 a).* Bei G.B.<sup>1</sup> feiner Rucknystagmus; bei R.B. Rechtsrucke + Ra., bei L.B. Linksrucke.

<sup>1</sup> G.B. Gradblick; R.B. Rechtsblick; L.B. Linksblick.

*Fall 30 (134 a).* Bei G.B. waagerechte Ruck- oder ganz schnelle Pendelbewegungen; bei R.B. auf dem r.A. diagonale Rucke nach rechts unten + Ra., auf dem l. A. diagonale Rucke nach oben innen.

*Fall 35 (172 a).* Bei R.B. lebhafte Ra. beider Augen.

*Fall 78 (536 a).* Bei L.B. Ruckraddrehung mit U.

*Fall 82 (596 a).* Bei R.B. Rechtsrucke + mäßige Ruckraddrehung gegen U., bei L.B. starke Ruckraddrehung mit U.

*Fall 95 (1050 a).* Bei R.B. Rechtsrucke; bei L.B. Radnystagmus.

*Fall 98 (645 a).* Bei G.B. Unruhe der Augen; bei R.B. geringe Ra.; bei mittlerem L.B. heftige Radrucke mit U., die bisweilen auch bei mittlerem R.B. auftreten.

Näher gehe ich auf diese Fälle nicht ein, sondern kehre zu den ersten 3 Gruppen zurück.

*Die Nystagmographie* ist bei 13 von den hier herangezogenen Fällen angewandt. 10 von ihnen hatten neben der Ra. auch waagerechte Bewegungen, weshalb sie hier übergangen werden. Die reine Ra. läßt sich

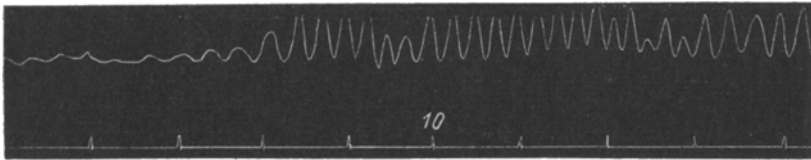


Abb. 1.

mit meiner Hebelmethode nicht gut fassen. Bisweilen hat sie einen gewissen Einfluß auf den an das Oberlid gelegten geraden Hebel, wie die Abb. 32 zeigt, die in diesem Archiv Bd. 93, S. 430 (1917) veröffentlicht ist. Die Frequenz betrug nur 0,6 Hz. Mit dem „Fadenhebel“ kommt man bisweilen zum Ziel, wenn man die Pinzette unten außen am Hornhautrande einklemmt, damit der waagerechte Teil der Ra. gefaßt wird (Abb. 1).

*Fall 37 (181 a).* Kurve 1053/1. Blick  $-20^{\circ}0'$  im Hellen. 6fache Hebelübersetzung. 0.''—7.'' 23 kleine unregelmäßige Pendelschwingungen à 3.3 (Abb. 1). 8.''—18''. 40 meist viel größere und regelmäßiger Pendelschwingungen à 4.

Der Fall 5 mit Ruckraddrehung gegen U. (30 a) ist auch schon in diesem Arch. 93, 417—420, mit den Abb. 5—10 dargestellt. Die Frequenz lag zwischen 1,5 und 3,6 Hz. Sie nahm von der Mitte nach rechts ab, während die Amplitude stieg.

Auch die übliche Betrachtung lehrt, daß die Ra. bei einem Teil der Fälle sehr langsam und nicht rhythmisch vor sich geht, während sie bei einem anderen sehr schnell und gleichmäßig abläuft.

*Bei Fall 75 (452 a)* ist die langsame Ra. von dem in der üblichen Weise angelegten Fadenhebel nicht gefaßt, wohl aber der optokinetische Nystagmus, der nach beiden Seiten regelrecht und von mittlerer Energie war. Nach Verdecken eines Auges trat geringer latenter Nystagmus und nach Verdunkelung ein ziemlich starker Linksnystagmus auf. Der vestibuläre Drehnystagmus war im Hellen sehr kräftig, im Dunkeln weniger lebhaft, aber regelrecht.

*Bei Fall 43 (237 a)* mit feiner Ra. ließen sich regelrechte Auf- und Abrucke aufzeichnen.

Aus diesen wenigen Beobachtungen geht hervor, daß die Ra. den waagerechten optokinetischen und vestibulären Nystagmus nicht stört. Die Beziehungen zwischen der Ra. und dem raddrehenden Nystagmus der eben erwähnten Herkunft sind noch nicht ermittelt. Aber hier kann man gemäß den Erfahrungen auf verwandten Gebieten Abweichungen erwarten.

*Der Einfluß der Augenstellung.* Früher ist die Ra. auf die schiefen Augenmuskeln zurückgeführt worden. Diese Auffassung, der man auch heute noch begegnet, läßt sich leicht widerlegen, wenn man den Befund bei verschiedenen Blickrichtungen genau aufnimmt. Man kann folgende Typen beobachten, die wahrscheinlich noch ergänzt werden müssen:

a) pendelförmige Ra. besteht nicht nur in der Mitte, sondern auch nach rechts, links, oben und unten in ganz reiner Form ohne Beimischung von anderen Bewegungen. Dabei kommt es vor, daß die Frequenz nach einer oder beiden Seiten schneller wird.

b) Die pendelförmige Ra. des Falles 73 mit der auffallenden Achsenlage fand sich auch in den eben erwähnten 5 Richtungen (s. S. 695).

c) Bei Fall 31 ist die Ra. in der Mitte und rechts pendelförmig, nach links ruckförmig gegen U.

d) Bei Fall 70 ist die Ra. in der Mitte und rechts klein, langsam, nach links stärker und ruckförmig mit U.

e) Bei Fall 90 ist die Ra. in der Mitte, nach oben, unten, links und rechts (hier schwächer) ruckförmig mit U. ohne Horizontalbewegungen.

f) Bei Fall 5 ist die Ra. ruckförmig gegen U. in der Mitte, oben, unten, rechts (hier stärker), links (hier schwächer). Nach rechts kommen schwächere Rechtsrucke, nach links stärkere Linksrucke hinzu.

g) Bei Fall 96 ist die Ra. in der Mitte und rechts (hier stärker) ruckförmig gegen U., nach links ruckförmig mit U. (hier viel stärker).

h) Fall 98 ist S. 696 schon erwähnt.

i) Bei manchen Fällen besteht in der Mitte geringe pendelförmige Ra. Nach rechts treten lebhaftere Rechtsrucke, nach links Linksrucke auf, in denen die Ra. nicht mehr mit Sicherheit zu unterscheiden ist. Bei anderen, wo sie in der Mitte stärker ist, kann sie auch in beiden Seitenstellungen neben den waagerechten Rucken noch erkannt werden.

### *Der Nebenfund.*

1. *Angeborene Störungen* anderer Art kamen unter meinen 70 Fällen 18mal vor (= 25,7%), und zwar 5mal partielle Linsentrübung (6, 53, 76, 77, 93), davon war Nr. 6 beiderseits operiert; 1mal r. mäßige Hornhauttrübung; 1. A. fehlt (26); 1mal r. kleiner Stumpf (5); 1mal r. Mikrocornea (34); 1mal r. Mikrophthalmus; 1. Iris- und Aderhautkolobom (4); 1mal beiderseits Mikrophthalmus und Iris- und Aderhautkolobom (36); 1mal beiderseits Iris-, Aderhaut- und Sehnervenkolobom (63); 1 mal beiderseits Iris- und Aderhaut-, Sehnerven- und Maculakolobom (30); Albinismus, 1mal total (38); 1mal partiell (73); 1mal einseitiger Hydrophthalmus (69); 1mal l. Abducensparese (45); 1mal r. Ptosis (48); 1mal Idiotie (84).

2. *Die Sehschärfe* von 62 Fällen ist in Abb. 2 und 3 dargestellt, geordnet nach der Sehschärfe des besseren Auges, dem jedesmal das andere Auge gegenübergestellt ist. 3mal (4,8%) war sie auf beiden Augen, 24mal (38,7%) auf einem Auge normal; 45mal (72,6%) auf einem Auge = 0,5 und höher. Dann fällt sie langsam auf 0,05. Auffallend häufig steht dem guten Auge ein viel schlechteres gegenüber. Nur 10mal waren beide an Sehschärfe gleich (16,1%). Sie betrug im Durchschnitt

auf dem besseren Auge 0,68, auf dem schlechteren 0,25. Unter 1/10 lag sie nur bei 2 Fällen (3,2%).

3. Die Refraktion der 62 Fälle aus Abb. 2 und 3 ist in der Tabelle 1 enthalten. Ihnen ist die Refraktion von 43 Fällen mit Schielen, die zum Teil nicht mit ersteren identisch sind, angegliedert. Darunter sind auch kleine Kinder, deren Sehschärfe noch nicht ermittelt werden konnte.

4. Sonstige Störungen der Motilität kommen oft vor.

a) *Zwangsstellung bei offenen Augen.* Bei Fall 6 haben die Augen die Neigung, weit nach rechts, bei Fall 44 nach links, bei Fall 65 nach oben abzuweichen.

b) *Nystagmus nach Ablendung eines Auges.* Latenter Nystagmus ließ sich 7mal (10%) auslösen, und zwar von jedem Auge 4mal, von einem Auge 3 mal.

c) *Latenter Nystagmus und tonische Ablenkungen* wurden nach Ablendung eines Auges 11mal (15,7%) beobachtet. Da letztere besonders wichtig erscheinen, sind sie in der Tabelle 2 zusammengestellt. Sie werden im nächsten Abschnitt erörtert. Der latente Nystagmus war in 10 Fällen waagerecht, in einem auf einem Auge raddrehend gegen U (Fall 74).

d) *Tonische Ablenkung allein nach Bedecken eines Auges* ergab sich 8mal = 11% (Tabelle 3).

Aus der Gesamtheit der Beobachtungen läßt sich folgendes Gesetz ableiten. Verdecken eines Auges macht:

1. Eine waagerechte Ablenkung beider Augen nach der Seite des verdeckten Auges. Sie ist in ausgeprägter Form selten zu beobachten, und zwar dann, wenn das verdeckte Auge gut, das offene Auge schwach-sichtig ist (55). Bisweilen verschiebt sich aber auch das gute, nach innen schielende Auge nach Verdecken des anderen zunächst noch weiter nach innen, um sich dann zentral einzustellen (40). Bei vielen Fällen kommt es nach Ablendung eines Auges zum latenten waagerechten Nystagmus, der wahrscheinlich häufig durch eine kleine tonische waagerechte Abweichung zur Gegenseite eingeleitet wird.

2. Eine Rollung beider Augen mit dem oberen Hornhautpol nach der Seite des verdeckten Auges; d. h. sie rollen gegen den U., wenn das rechte, mit dem U., wenn das linke Auge verdeckt ist.

3. Eine Hebung des verdeckten und eine Senkung des offenen Auges. Erstere ist im allgemeinen leicht zu erkennen; letztere nur dann, wenn das offene Auge sehr schwach-sichtig ist. Meistens wird sie aber durch die Fixation verhindert, wenn das offene Auge gut ist. Bisweilen kommt es vor, daß sich das verdeckte gute Auge nicht hebt, wohl aber das offene schlechte Auge senkt (74).

Gleichzeitiges Zusammentreffen aller unter 1—3 genannten tonischen Ablenkungen ist hier nicht beobachtet, kommt aber sonst bisweilen vor. Rechnet man aber den latenten waagerechten Nystagmus zu 1., so fanden sich alle drei bei 5 Fällen (13, 41, 54, 62, 71). Rollung und gegensinnige Vertikalverschiebung waren vereint bei 9 Fällen (13, 41, 54, 62, 66, 70, 71, 79, 85); erstere fand sich ohne letztere 6mal (40, 46, 68, 75, 77, 83), umgekehrt 3mal (12, 29, 74). Waagerechter latenter Nystagmus war mit Rollung allein 3mal verbunden (40, 75, 77), während eine Verknüpfung zwischen ihm und der gegensinnigen Vertikalverschiebung allein nicht beobachtet wurde. Man muß hier aber bedenken, daß die Ermittlung sehr kleiner Verschiebungen kaum möglich ist. Bei 26 hier heranzuziehenden Fällen kam der waagerechte

latente Nystagmus 18mal, die Rollung 15mal, die gegensinnige Vertikalverschiebung 12mal vor. Die beiden letzteren lassen sich zum Teil von jedem Auge, wenn auch bisweilen mit verschiedener Amplitude, zum Teil nur von einem Auge hervorrufen. Die Rollung kommt bisweilen, wenn auch selten in Form von Ruckraddrehung vor (46, 74, 79), wodurch sie dem latenten waagerechten Nystagmus ähnlich wird, während die senkrechten Verschiebungen immer langsam verlaufen. Hervorzuheben wäre noch, daß es bei Fall 77 gelang, durch Belichtung des r. A. eine Rollung mit dem U. herbeizuführen.

e) *Zittern des Kopfes* ist 3mal (29, 73, 75), *Schiefhaltung* 1mal (73) vermerkt worden. Wahrscheinlich ist auf diese Zeichen nicht genügend geachtet.

f) *Schielen*. Von 70 Fällen schielen 43 = 61,4%. Es verteilt sich auf die S. 695 beschriebenen Gruppen folgendermaßen:

Gruppe 1	:	Zahl der Fälle	45;	davon schielen	29 = 64,4%
„ 2	:	„ „ „	4;	„ „	3 = 75 %
„ 3a	:	„ „ „	17;	„ „	8 = 47 %
„ 3b	:	„ „ „	4;	„ „	3 = 75 %

Als Form ergab sich	Typisches Schrägschielen	
	nach beiden Seiten	nach einer Seite
Konvergenz bei . . . . . 16 Fällen; darunter	5	3
Konvergenz und + V.D. <sup>1</sup> bei . 7 „ „	2	
Konvergenz und — V.D. bei . 13 „ „	4	4
Divergenz bei . . . . . 5 „ „	2	
Divergenz und — V.D. bei . . 1 Fall; „		
— V.D. bei . . . . . 1 „ „	1	
Summe 43 Fälle; darunter	14	7

<sup>1</sup> + V.D. (Vertikaldivergenz).

Unter + V.D. verstehe ich gemäß *Hering*, daß das rechte Auge höher steht, unter — V.D., daß es tiefer steht als das linke. Mit Schrägschielen bezeichne ich eine Verbindung von Seiten- und Höhenschielen. Es kommt hier nicht allein auf die geradeaus gerichtete Blickrichtung an, sondern man muß das Schielen verfolgen, wenn ein Auge horizontal von rechts nach links oder umgekehrt wandert. Hierbei stößt man auf gesetzmäßige Änderungen derart, daß das adduzierte Auge mehr oder minder zu hoch steht. Das kann nach beiden Seiten zutreffen oder nach einer Seite. Diese Form wird von mir bezeichnet als *typisches Schrägschielen* oder als *Typus Bielschowskys*, der sie zuerst beschrieben hat. Ihr steht das viel seltenere atypische Schrägschielen gegenüber (*Typus Ohms*), bei der das adduzierte Auge zu tief steht. Unter meinen Fällen mit Konvergenz kommt ein Fall vor, dessen Schrägschielen nach einer Seite typisch, nach der anderen Seite atypisch ist, oder mit anderen Worten, das linke Auge steht bei Linksblick ein wenig, bei Rechtsblick viel höher (83). Der Höhenunterschied ist bisweilen mäßig, bisweilen ganz hochgradig. Von 43 Fällen, die bei Gradblick schielen, zeigen also 21 (= 48,8%) bei

Seitenblick auch typisches Schrägschielen. Dazu kommen noch 3 Fälle, die bei Gradblick nicht schielen, wohl aber bei Seitenblick typisches Schrägschielen aufweisen.

*Fall 20* (r. emmetrop; S = 4/6; l. emmetrop; S = 4/7). Bei Gradblick besteht geringe, nicht regelmäßige Raddrehung. Hier kein Schielen (Fallprobe bestanden); bei Seitenblick kommt waagerechter Rucknystagmus hinzu. Bei ganz peripherem Seitenblick steht das adduzierte Auge etwa  $30^\circ$  höher.

*Fall 41* (r. — 8 = 4/10; l. — 8 = 4/36). Bei Gradblick langsame Raddrehung und geringer latenter Nystagmus. Kein Schielen. Bei Innervation zu Rechtsblick geht das r. A. nach unten außen, das l. nach oben innen. Bei Innervation zu Linksblick geht das linke nach unten außen, das rechte nach oben innen.

*Fall 71* (r. = 1/75; l. + 0,5 mit cyl. + 0,75 = 4/4). Bei Gradblick geringe unregelmäßige Raddrehung,

	Emmetropie Zahl der Fälle	Hyperopie Zahl der Fälle	Myopie Zahl der Fälle
Konvergenz . .	—	7	1
Ko. und + V.D.	1	3	1
Ko. und — V.D.	1	8	1
Divergenz . . .	—	3	2
Di. und + V.D.	—	1	1
Kein Schielen .	3 (2)	10 (1)	10 (1)

gegen U. Nach Verdecken eines Auges tonische und rhythmische Störungen s. Tabelle 2. Kein Schielen. Bei Rechtsblick steht das r. A. etwas divergent und tiefer.

Die Beziehungen der Refraktion des besseren

Auges aus Tabelle 1 zu den verschiedenen Schielformen ergibt sich aus vorstehender Zusammenstellung.

Die eingeklammerten Fälle zeigen nur bei Seitenblick Schrägschielen, während die vorhergehenden bei Gradblick schielen.

### *Über die Entwicklung des Raddrehungszitterns.*

Der Beginn der Ra. wie des angeborenen Nystagmus überhaupt ist noch in Dunkel gehüllt. Man kann es nur lichten, wenn man die Kinder der Nystagmuskranken von der Geburt an sorgfältig verfolgt. Das ist bisher noch nicht geschehen. Stößt man bei Kindern in den ersten 2 Jahren, besonders in den Wintermonaten, auf Pendelzittern, darunter auch auf Ra., so muß man auch an „Dunkelzittern“ denken, das nicht in diesen Aufsatz gehört. Es verschwindet in den Sommermonaten, wird aber bisweilen im nächsten Winter rückfällig<sup>1</sup>. Mit Sicherheit kann man die angeborene Natur der Ra. erst im 3. Jahr feststellen. In meinem Material von angeborener Ra. sind 11 Kinder bis zu 4 Jahren (1 im 7., 1 im 8. Monat, 1 mit  $1\frac{1}{3}$ , 1 mit  $1\frac{1}{2}$ , 1 mit 2, 1 mit  $2\frac{1}{2}$ , 2 mit 3 und 3 mit 4 Jahren, von denen einige länger verfolgte hier angeführt werden sollen.

*Fall 101* (793a), w. geb. 28. 12. 32, bei mir 3. 7. 33. Nach Atropin r. + 4, l. + 3 Di. Beiden Augen stehen im inneren Winkel, wobei das linke fixiert. In dieser Stellung an beiden Augen sehr schnelles pendelförmiges Raddrehungs-zittern, wie es auch als „Dunkelzittern“ vorkommt. 1937: r. + 2 = 4/6; l. + 2 = 4/6. Nach

<sup>1</sup> S. auch *Brockmeyer*: Z. Augenheilk. 85, 121 (1935).



beiden Seiten hochgradiges Schrägschielen, latenter Nystagmus und langsame, nicht rhythmische Ra. von kleiner Amplitude. Was anfangs hervortrat, war wahrscheinlich „Dunkelzittern“, was übrig geblieben ist, angeborene Ra.

*Fall 91* (903a), w. geb. 11. 10. 34, bei mir 16. 5. 35. Seit 2 Monaten wird Schielen und Augenzittern bemerkt. Nach Atropin r. + 4, l. + 3 Di. R. A. steht im inneren Winkel; beiderseits schnelles, großes pendelförmiges Radzittern. Da das Kind nicht wieder gekommen ist, kann eine sichere Unterscheidung zwischen angeborener Ra. und Dunkelzittern nicht getroffen werden.

*Fall 13* (78a), geb. 11. 1. 15, bei mir 18. 5. 16. Schielen soll im 4. Monat begonnen haben. Nach Atropin r. + 3, l. + 4 Di. Bei Gradblick eines Auges geringe Konvergenz + dissoziiertes Aufwärtsschielen des andern und feines Raddrehungszittern. Bei Seitenblick hochgradiges typisches Schrägschielen und waagerechter Rucknystagmus nach der betreffenden Seite<sup>1</sup>. 5. 3. 18 unverändert. 14. 10. 20 wird die Ra. auch bei Linksblick sicher festgestellt. 9. 3. 21 r + l = 4/7; l. + l = 4/6. Bei der Sehprüfung des r. A., während das linke verdeckt ist, wird der Kopf allmählich bis 30° zur linken Schulter geneigt; bei der des l. A. bleibt er gerade. Deutliche Ra. bei Grad- und Linksblick; bei Rechtsblick fällt sie nicht auf; nach beiden Seiten auch waagerechter Rucknystagmus. 4. 11. 26. r. + 0,75 = 6/5; l. + 0,5 = 6/10. Bei Gradblick fixiert das r. A., während das l. A. 1 1/2 mm höher steht, aber nicht deutlich nach innen schießt. Dabei feine, langsame pendelförmige Ra. Keine Konvergenzbewegung der Augen. Bei Seitenblick starkes typisches Schrägschielen. Wird das r. A. bedeckt, so steigt es in die Höhe; beide Augen rollen gegen U. und machen geringen latenten Linksnystagmus. Wird das l. A. bedeckt, so geht es ein wenig nach oben, beide Augen rollen sehr stark mit U. und machen latenten Rechtsnystagmus. Ferner neigt sich jetzt der Kopf zur linken Schulter, macht also auch eine Raddrehung wie die Augen. Trotz der geringen Übersichtigkeit und guten Sehschärfe ist also eine Überwindung des geringen Schielens bei Gradblick nicht erfolgt, was für eine mangelhafte oder fehlende Fusion spricht. Ich habe 1917 und 1918 die Zeichen auf Übererregbarkeit beider Labyrinth zurückgeführt und besonders auch in dem eigenartigen Schielen den Ausdruck ungewöhnlicher vestibulärer Innervation erblickt, im Gegensatz zu *Bielschowsky*, der in solchen Fällen eine Überfunktion des Obliquus auf Grund von atypischen Verhältnissen der Hemmungsbänder annahm. Heute fasse ich sie als Reaktionen der vestibulären Kerne auf.

*Fall 29* (130a), geb. 12. 8. 16, bei mir 5. 2. 18. Im Winter 16/17 soll Schielen, Zittern und Kopfschütteln begonnen haben. Nach Atropin r. + 2, l. + 2. L. Konvergenz mittleren Grades und Pendelzittern, r. rad., l. senkrecht. Letzteres wurde zunächst von mir für „Dunkelzittern“ gehalten, obgleich die Wohnung nicht als dunkel gelten konnte, was an sich auch nicht nötig ist (*s. Brockmeyer*). Beiderseits + 1,5 Di. und Atropin. 25. 5. 18 unverändert. Nystagmus l. stärker als r.; am 25. 7. 18 ebenso. 1. 9. 26. r. + l = 4/4; l. + l = Fgr. in 1 1/2 m. Schielen und Augenzittern vorhanden. 13. 2. 33 r. = 3/3 (Emmetropie); l. = Fgr. in 1 1/2 m. L. A. schießt 25° nach innen und 15° nach unten. Beiderseits ganz schnelle pendelförmige Ra. bei Grad-, Rechts- und Linksblick. Das l. A. geht nach Verdecken deutlich nach oben und kehrt nach Abdecken zurück. Wird das r. A. bedeckt, so geht das linke nach unten. Man darf aus diesen Fällen wohl schließen, daß Nystagmus und Schielen bereits zu Beginn des 2. Vierteljahres vorhanden sein können.

#### *Bemerkungen.*

*A. Zur Raddrehung.* Der angeborene Nystagmus ist auf beiden Augen in 64,7% waagerecht, in 12% raddrehend, in 10,8% waagerecht + rad-

<sup>1</sup> Dieser Fall ist beschrieben in *Z. Augenheilk.* 36, 259 (1917) und abgebildet in *Z. Augenheilk.* 39, 205 (1918).

drehend. Der Rest verteilt sich auf andere, zum Teil dissoziierte Formen<sup>1</sup>. Was die Beziehungen der Ra. zu den einzelnen Augenmuskeln angeht, so schiebe ich die Erörterung auf bis nach Bearbeitung der erworbenen Ra. Hier soll nur festgestellt werden, daß es im Hauptaugenmuskelsender eine Zentrale für die Raddrehung geben muß. Ich nehme sie auch für die angeborene „optische“ Ra. im hinteren Abschnitt des vestibulären Kernsystems an, wo sie für die vestibuläre Raddrehung seit langem von *Marburg* und *Leidler* gesucht wird<sup>2</sup>. Daß die Pendelform die feinere, die Ruckform die gröbere Störung darstellt, kann wie beim waagerechten Nystagmus auch für das Raddrehungszittern unbedenklich angenommen werden. Die Ruckraddrehung gegen U. ist vom rechten Kern, die Ruckraddrehung mit U. vom linken abzuleiten, so daß erstere den Rechtsrucken, letztere den Linksrucken benachbart wäre. Das ergibt sich auch aus der häufigen Verbindung beider beim „physiologischen“ oder Endstellungsnystagmus. Weicht die Achse der angeborenen Ra. von der „klassischen“ Form erheblich ab, so daß sie sich der des waagerechten oder senkrechten Zitterns nähert, so sind auch mittlere bzw. vordere Bezirke des vestibulären Kerns anormal.

Das Raddrehungszittern ist wie die übrigen Nystagmusarten in reiner Form eine ungedämpfte Schwingung, die nach physikalischen Gesetzen nur unterhalten werden kann, wenn die Energie dauernd nachgeliefert wird. Sie beruht auf der vitalen Tätigkeit gewisser Ganglienzellen bzw. Gruppen von ihnen. Die Augenmuskelkerne sind nicht imstande, ohne Zuflüsse Ruck- oder Pendelzittern zu erzeugen. Wohl aber kommt diese Fähigkeit den Vestibulariskernen zu, dauernd aber nur dann, wenn sie mit gewissen supravestibulären Ganglien in Verbindung stehen. In meinem „Grundplan“<sup>3</sup>, sind 18 supravestibuläre Systeme aufgezählt, die für die Erzeugung von Augenbewegungen in Betracht kommen und daher auch bei der Erklärung des Nystagmus berücksichtigt werden müssen. Bei ruhiger Kopfhaltung und geradem Blick denkt man zuerst an die beiden Occipital- (optokinetischen) Bahnen, deren Bedeutung beim Nystagmus der Bergleute, kleiner Kinder, Hunde und Katzen (= Dunkelzittern), der Farbenblinden, Albinos und Kolobomkranken von mir nachgewiesen ist. Zur Kennzeichnung der optischen Bahn beim Raddrehungszittern steht mir in den meisten Fällen nur die Sehschärfe zur Verfügung, und es ist lehrreich, sie den in der 42. und 43. Mitteilung erörterten Verhältnissen gegenüber zu stellen. Der Vergleich ist allerdings nicht adäquat, da ich dort von gewissen ernsten Störungen in der optischen Bahn, hier aber von einer gewissen, seltenen Erkrankung der motorischen Bahn ausgehe. Die Sehschärfe betrug:

<sup>1</sup> S. Ohm: Augenmuskelsender 2, 3 (1929).

<sup>2</sup> Die waagerechte Bewegung wird vom mittleren, die senkrechte vom vorderen Abschnitt hervorgerufen.

<sup>3</sup> Ohm: Graefes Arch. 138, 42 (1936).

Die Sehschärfe ist also bei letzterem Leiden wesentlich höher als bei den beiden ersten, sowohl auf dem besseren wie auf dem schlechteren Auge. Wie die Abb. 2 und 3 lehren, ist sie bisweilen auf beiden Augen, sehr häufig auf einem Auge normal und nur bei einer kleinen Zahl wirklich minderwertig. Man pflegt eine gewisse Form des Nystagmus auch

	Auf dem besseren Auge	Auf dem schlechteren Auge	Ver- hältnis
Bei Albinismus . .	0,28	0,18	1,6 : 1
Bei Kolobomen . .	0,27	0,03	9 : 1
Beim Raddrehungs- zittern . . . . .	0,68	0,25	2,7 : 1

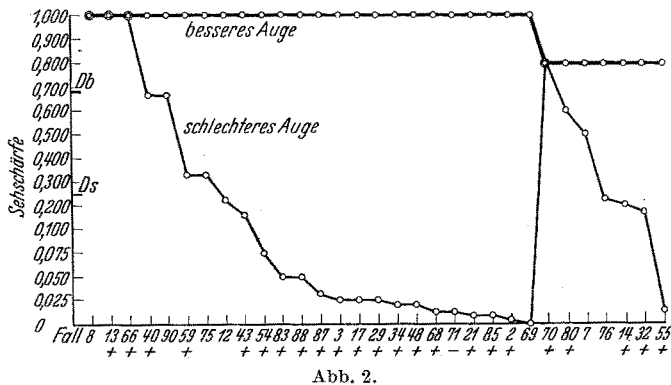


Abb. 2.

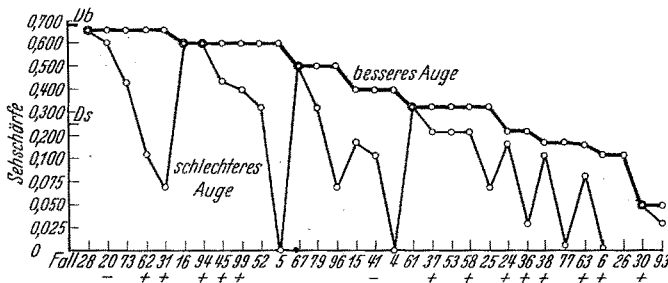


Abb. 3.

Abb. 2 und 3. © Gleichheit der Sehschärfe auf beiden Augen; Db Durchschnittssehschärfe auf dem besseren Auge; Ds Durchschnittssehschärfe auf dem schlechteren Auge. Die mit + bezeichneten Fälle schielen bei Gradblick, die mit - bezeichneten nur bei Seitenblick.

jetzt noch auf angeborene und erworbene Schwachsichtigkeit zurückzuführen<sup>1</sup>. Das ist durchaus einseitig und versperrt den Zugang zur richtigen Erkenntnis. Meine Untersuchungen an einem großen Material

<sup>1</sup> Dieser Ansicht huldigt auch noch *Bielschowsky* in der 8. Aufl. des *Axenfeld*-schen Lehrbuches, 1935, S. 181, während *Ehrlicher* in seiner Dissertation über 74 Fälle der Kieler Klinik (1935) zu dem Ergebnis gekommen ist, „daß die Sehschärfe beim angeborenem Nystagmus im ganzen gesehen eine gute ist, denn nach Korrektur hatten nur noch 13,6% weniger als 1/2 Sehschärfe.“

haben schon vor Jahren ergeben, daß man 2 Gruppen unterscheiden muß, eine größere mit guter bzw. brauchbarer und eine viel kleinere mit sehr mangelhafter Sehschärfe. Diese Feststellung muß nun endlich Allgemeingut werden und auch in die Lehrbücher übergehen. Grobe Störungen finden sich bei meinen Fällen mit Ra. nur in 25 %, meistens doppelseitig, bisweilen auch nur einseitig. Darunter auch einige Fälle mit Albinismus und Kolobomen. Es ist nun wichtig, festzustellen, daß sich bei beiden Störungen bisher keine „klassische“ Raddrehung, wohl aber Kombinationen von Ra. mit waagerechtem oder schrägem Zittern gefunden haben. Unter den 5 Fällen mit Linsentrübung kommt dagegen bei Gradblick die Ruckraddrehung gegen U. 2mal vor. Mit anderen Worten: die „klassische“ pendelförmige Ra. geht nicht mit groben Störungen im optischen System einher, wobei ich von Brechungsfehlern absehe. Es muß aber hervorgehoben werden, daß einem guten Auge ungemein häufig ein sehr schlechtes gegenübersteht. Nun wissen wir, daß Personen, die im späteren Leben die Sehschärfe auf einem Auge ganz oder zum großen Teil einbüßen, auf diesem Auge bisweilen auch Nystagmus bekommen, der meistens senkrecht ist. Starke Ungleichheit der Augen gehört also zu den Faktoren, die dem Nystagmus die Wege ebnen.

Da aber die Mehrzahl der Fälle mit einseitiger Schwachsichtigkeit frei von Nystagmus ist, muß offenbar noch etwas hinzukommen, das ich auf Grund meiner Gesamterfahrungen am Nystagmus in einer relativ niedrigen Frequenz der optischen Erregungen suche. Meine Erklärung der Ra. mündet also in die in der 43. Mitteilung, S. 300 dargelegte Theorie des Nystagmus, auf die ich verweise. Es handelt sich also um ganz feine Eigentümlichkeiten in der Tätigkeit der optischen Neurone, die wir nur vermuten, aber mangels geeigneter Apparate noch nicht nachweisen können. Man vergleiche aber hier die Art des Nystagmus. Er ist bei den Kolobomen fast nur ruckförmig, beim Albinismus meistens ruck- und pendelförmig zugleich, während die Ra. bei Gradblick fast nur pendelförmig abläuft. Wir verstehen dies, wenn wir die Sehschärfe bei allen berücksichtigen (s. S. 703) und Pendelzittern als die feinere, Ruckzittern als die gröbere Störung auffassen, die parallele Abweichungen in der optischen Neuronenkette zur Voraussetzung hat.

Außer der Occipitalbahn kommt auch die Frontalbahn in der Ra. wie überhaupt im Nystagmus zur Geltung, und zwar besonders bei Seitenblick, der nur willkürlich eingenommen werden kann. In einigen Fällen wird hier die Frequenz und Amplitude der Ra. größer; in anderen geht die Pendelform in die Ruckform über, und zwar tritt bei Rechtsblick Ruckraddrehung gegen U., bei Linksblick Ruckraddrehung mit U. auf, häufig in Gemeinschaft mit den entsprechenden waagerechten Rucken.

Ob sich auch labyrinthäre und cervicale Einflüsse in der angeborenen Ra. nachweisen lassen, muß die Zukunft lehren. Hier ist die Analyse besonders schwierig.

### B. Zu den tonischen Ablenkungen und zum Schielen.

1. Ein großer Teil der hier beschriebenen Zeichen ist auch von *Bielschowsky*<sup>1</sup> seit 1904 mit größter Sorgfalt gesammelt, wobei er sein Augenmerk besonders den einseitigen Vertikalbewegungen und dem dissoziierten Aufwärtsschielen zugewandt hat.

Nach Zurückweisung der früheren Erklärungsversuche, die die Vertikalablenkung auf das Übergewicht der Heber oder wegen des Einflusses der Verdunkelung als Mitbewegung der Pupillenerweiterung ansahen, dachte er zunächst an abnorme einseitige Erregungen der Vertikalmotoren, ausgehend von subcorticalen Zentren — vielleicht in der Gegend der Augenmuskelkerne —, die jedes Auge isoliert beeinflussen, wenn die ihnen übergeordneten, vom Willen und Fusionszwang beherrschten, stets auf das Doppellauge wirkenden Zentren nicht in Aktion sind. Dann wies er auf die anomale Netzhautkorrespondenz bei vielen Schielenden hin, auf deren Grundlage sich ein unvollkommener binokularer Schakt bilde. Wenn er durch Verdecken eines Auges aufgehoben werde, komme es zu einer Aufwärtsbewegung desselben wie auch in Fällen mit normaler Netzhautkorrespondenz. Da diese Deutung aber nicht allen Zeichen gerecht wird, hat er sie fallen gelassen und nimmt jetzt einen abnormen, meist angeborenen, vielleicht bisweilen auch erworbenen Erregungszustand der beiden gegensinnigen Vertikalbewegungen beherrschenden Mechanismen an. Er nennt sie V.D. (Vertikaldivergenz)-Zentren und sucht sie subcortical, ohne ihre Lage genauer anzugeben. Worauf die abnorme Erregbarkeit beruht, ist noch dunkel. Die intermittierenden Erregungen der V.D.-Zentren werden durch subcorticale Einflüsse ausgelöst, wobei die corticale Sehsphäre mittels des Fusionszwanges hemmend, Abschweifen der Aufmerksamkeit und künstliche Aufhebung des Binokularsehens fördernd wirkt. Beim Nachlassen der von der Fusion unterhaltenen *Ausgleichsinnervation* streben die Augen der durch mechanische Faktoren bedingten Ruhelage zu. Die dissoziierten Vertikalbewegungen werden gesetzmäßig beeinflusst, d. h. ausgelöst, abgeschwächt oder unterbrochen durch *Differenzierung* der von beiden Netzhäuten vermittelten Erregungen, und zwar unabhängig vom Fusionszwang und der willkürlichen Innervation der Augenmuskeln.

2. Bei voller Würdigung des von *Bielschowsky* zusammengetragenen Stoffes komme ich zu einer anderen Deutung. Seit 1916 habe ich mich an der Lösung dieses Rätsels beteiligt, wobei ich in erster Linie vom Nystagmus<sup>2</sup> ausgegangen bin, da man von seiner Seite die Zusammenhänge klarer sieht als von der des Schielens. Schon 1918 habe ich den Satz ausgesprochen: „Wahrscheinlich liegt ihnen (den einseitigen Vertikalbewegungen) immer ein binokularer Antrieb zugrunde, auch wo sie streng einseitig erscheinen.“ Diese Auffassung ist von fundamentaler Bedeutung und kann jetzt als gesichert gelten.

Die Erklärungsversuche müssen ausgehen von der Gesamtheit der Zeichen. Es gehören zusammen:

einerseits

I. a) die tonische waagerechte Bewegung beider Augen nach links bzw. der latente Rechtsnystagmus;

b) die tonische Rollung beider Augen mit U. bzw. der latente Ruckraddrehungs-nystagmus gegen U.;

<sup>1</sup> *Bielschowsky*: s. besonders Pflügers Arch. **136**, 658 (1910) u. Graefes Arch. **125**, 493 (1930). — <sup>2</sup> *Ohm*: Augenzittern der Bergleute und Verwandtes 1916. — Z. Augenheilk. **36**, 253 (1917); **38**, 269 (1918); **39**, 123 (1918).

- c) die tonische negative Vertikaldivergenz ( $- V.D. = r. A.$  tiefer,  $l. A.$  höher); andererseits

II. a) die tonische waagerechte Bewegung beider Augen nach rechts bzw. der latente Linksnystagmus;

b) die tonische Rollung beider Augen gegen U. bzw. der latente Ruckrad-drehungsnystagmus mit U.;

- c) die tonische positive Vertikaldivergenz ( $+ V.D. = r. A.$  höher,  $l. A.$  tiefer).

Man beobachtet die waagerechte tonische Ablenkung selten in ausgeprägter Form, und zwar dann, wenn das verdeckte Auge gut, das offene sehr schwachsichtig ist wie in Fall 55 der Tabelle 2. Ist ersteres offen, so wird sie durch die Fixation verhindert. Viel häufiger ist der waagerechte latente Nystagmus, der wahrscheinlich meistens durch eine kleine tonische Ablenkung zur Gegenseite eingeleitet wird. Sind beide Augen gut und besteht Einwärtsschielen, so kann es vorkommen, daß nach Bedecken des führenden Auges das andere nach innen schielende zuerst noch mehr nach innen geht, um sich dann zentral einzustellen (Fall 40 der Tabelle 2). Daraus geht hervor, daß die waagerechte tonische Bewegung zur Gegenseite weder eine Fixations- noch optische Einstellungsbewegung ist.

Relativ häufig ist die tonische Rollung, da sie erfolgen kann, ohne daß die Fixation des führenden Auges aufgegeben wird. Noch öfter kommt die Vertikalbewegung vor, die meistens einseitig und durch Verdecken des schwachsichtigen Auges am leichtesten zu erzielen ist. Das andere gute Auge ändert dabei seine Stellung nicht. Es gibt aber Fälle, bei denen nach Verdecken des guten Auges eine Hebung desselben und eine Senkung des andern schwachsichtigen Auges erfolgt, woraus hervorgeht, daß der Vertikalbewegung ein gegensinniger Impuls zu Grunde liegt, der meistens aber auf dem einen Auge infolge der Beibehaltung der Fixation nicht zu erkennen ist. Zu der waagerechten und rollenden tonischen Ablenkung gesellt sich bisweilen der entgegengesetzt schlagende Rucknystagmus. Ich nehme an, daß die erstere auf der schwächeren, der letztere auf der stärkeren Erregung bzw. auf der größeren Empfindlichkeit der hier in Betracht kommenden nervösen Mechanismen beruht. Eine Verbindung der tonischen Vertikaldivergenz mit dem entgegengesetzten Rucknystagmus beider Augen ist bisher nicht beobachtet worden. Häufig sind aber langsame senkrechte Pendelbewegungen des verdeckten Auges. Wenn ihnen auch der gleichmäßige Rhythmus in Frequenz und Amplitude fehlt, so dürfte auch ihnen immer ein binokularer gegensinniger Impuls zu Grunde liegen, der aber auf dem führenden Auge wegen Kleinheit der Amplitude sich der Feststellung entzieht. Sie sind daher zweifellos verwandt mit dem von *Bielschowsky* erwähnten, von *Maddox* beobachteten Fall von vertikalem „Schaukelnystagmus“ und mit dem von mir öfter gesehenen gegensinnig-vertikalen Pendelzittern der Bergleute.

3. Untersuchen wir jetzt die Bedingungen der Auslösung, so erkennen wir zunächst, daß die in Absatz 2 unter I a—c aufgeführten Bewegungen nähere Beziehungen zum rechten Auge, die unter II a—c genannten nähere zum linken Auge besitzen; denn wir können in geeigneten Fällen z. B. I a—c hervorrufen: 1. durch Verschließung des l. A.; 2. durch Vorsetzen eines undurchsichtigen Schirmes vor das l. A., der bisweilen nur so groß zu sein braucht, um die Abbildung einer vom r. A. fixierten Flamme im l. A. zu verhüten; 3. durch Vorhalten eines roten Glases vor das l. A.; 4. durch die zweite Maßnahme bei gleichzeitiger Blendung dieses Auges; 5. durch Belichtung des r. A. (selten, siehe Fall 77 der Tabelle 2). Von diesen Faktoren, die sich noch vermehren ließen, sind 1 und 2 am wirksamsten, während die übrigen seltener zum Ziele führen. *Das erregende Moment liegt bei allen Versuchen in der Änderung der Aufmerksamkeit.* Ich muß hier auf meine Beobachtungen am latenten Nystagmus hinweisen, wo diese Verhältnisse mittels der Nystagmographie sehr genau untersucht worden sind<sup>1</sup>. Es hat sich dabei gezeigt, daß auch von einem ganz schwachsichtigen Auge noch Erregungen ausgehen, die im motorischen Verhalten der Augen zum Ausdruck kommen. Sogar das geringe von der Rückseite eines schwarzen Schirms und von der äußersten Peripherie kommende Licht ist bis zu einem gewissen Grade noch wirksam, denn der latente Nystagmus ist bei dieser Bedingung nach Frequenz und Amplitude schwächer als bei vollständigem Verschluß dieses Auges. Am klarsten tritt der Einfluß der Aufmerksamkeit im *Prismenversuch* hervor, indem der latente Nystagmus nach der Seite desjenigen Auges schlägt, auf dem die Aufmerksamkeit liegt. Ich zweifle nicht daran, daß sich auch unter den tonischen Ablenkungen Fälle mit positivem Prismenversuch finden lassen werden. Die Bedeutung der Aufmerksamkeit ist schon von *Bielschowsky* hervorgehoben, aber meines Erachtens noch nicht scharf genug. Besonders lehrreich ist der auf den gleichen Grundlagen beruhende Komplex bei seinem Fall R. T.<sup>2</sup>. Er besaß bisweilen Binokularsehen, nach dessen spontaner Ausschaltung höhendistante Doppelbilder auftraten. Wandte er seine Aufmerksamkeit dem Bilde des r. A. zu, so entstand negative, im entgegengesetzten Falle positive Vertikaldivergenz. Ganz ähnlich ist sein Fall A. M., bei dem sich das Binokularsehen durch ein rotes Glas vor dem r. A. ausschalten ließ und die Vertikaldivergenz entgegengesetzt war, je nachdem ob das rote oder das weiße Bild fixiert wurde.

Gegenüber der Aufmerksamkeit spielt die Lichtmenge bzw. das, was *Bielschowsky* *künstliche Differenzierung der beiderseitigen Netzhaut-erregung* und ich *kontrastreiche Reizung* genannt haben, eine sekundäre, aber doch wichtige Rolle. Wird ein Auge ausgeschaltet und gleichzeitig geblendet, so bestimmt das andere, an sich weniger gereizte Auge die Art

<sup>1</sup> Graefes Arch. 136, 229 (1936). — <sup>2</sup> *Bielschowsky*: Graefes Arch. 125, 511, 513 (1930).

der motorischen Erscheinungen, solange auf ihm die Aufmerksamkeit liegt. Damit erledigt sich der von *Kestenbaum*<sup>1</sup> gegen meine Erklärung gerichtete Einwurf. Andererseits kann auch bei offenen Augen das allein mit dem Augenspiegel belichtete bisweilen die zu ihm gehörenden Bewegungen hervorrufen.

Wenn wir die Aufmerksamkeit als den entscheidenden Faktor heranziehen, können wir das von Fall zu Fall sehr abwechslungsreiche Krankheitsbild restlos erklären. Sie ist fähig, sich sowohl dem stark wie dem schwach belichteten Objekt zuzuwenden. In ersterem Falle laufen die motorischen Reaktionen schneller und in größerem Ausmaß ab. Auch das Schwanken der Erscheinungen und das Versagen mancher Versuche ist jetzt verständlich. Wir haben es ja hier nicht mit einem niedrig verlaufenden Reflex zu tun wie bei der Lichtreaktion der Pupille, sondern mit einem seelischen Akt, der bald das eine, bald das andere Bild beachtet und niemals dem Gesamtinhalt des Gesichtsfeldes in gleicher Weise zugewandt ist. Die Sache ist jetzt klar genug, um auch umgekehrte Schlüsse zu ziehen. Fixiert z. B. das l. A. und geht das rechte nach oben, so können wir annehmen, daß die Eindrücke des l. A. um so mehr beachtet und die des r. A. um so mehr mißachtet werden, je höher das r. A. steht. Würde aber das r. A. in diesem Falle, wie es vorkommt, bis unter die Horizontale gehen, so dürfen wir schließen, daß sich die Aufmerksamkeit auf dem l. A. sehr vermindert, auf dem rechten aber erheblich verstärkt hat. Auf ihren Schwankungen beruhen auch die kleinen senkrechten Pendelschwingungen. In obigem Beispiel würde ihrer Hebung eine relative Zunahme, ihrer Senkung eine relative Abnahme auf dem fixierenden l. A. entsprechen.

Daß die Aufmerksamkeit von den stärkeren Kontrasten am meisten angezogen wird, ist klar, womit auch die *Konturenversuche Roelofs*'<sup>2</sup> am latenten Nystagmus ihre Deutung finden. Daß auch die quantitativen Lichtverhältnisse eine Rolle spielen, ergibt sich aus den Versuchen *Bielschowskys* mit Vorsetzen eines grauen Glases vor das fixierende Auge. Je dunkler dasselbe ist, um so mehr treten am anderen Auge Stellungen hervor, die denen nach Abblendung entgegengesetzt sind. Ich verweise hierzu auf meine Versuche mit grauen Gläser am latenten Nystagmus. Das Schwanken der motorischen Erscheinungen, das dem Anfänger auf diesem Gebiet zunächst so rätselhaft erscheint, wird durch Veränderlichkeit der Aufmerksamkeit vollkommen erklärt. Die Würdigung der Aufmerksamkeit ist auch für die Klarstellung des Reflexweges von entscheidender Bedeutung. Da sie auf einem seelischen Akt beruht, kann er nicht subcortical ablaufen, sondern muß über die Sehrinde gehen. Darin stimme ich mit *Bielschowsky* völlig überein. Diese Fälle gestatten uns auch, einen tieferen Einblick in die Wirkung der optischen

<sup>1</sup> *Kestenbaum*: Z. Augenheilk. 57, 557 (1925). — <sup>2</sup> *Roelofs*: Arch. Augenheilk. 98, 401 (1928).



Erregungen zu tun. Ich erinnere daran, daß in den meisten Fällen von Einwärtsschielen mit einseitiger Schwachsichtigkeit Doppelsehen nicht angegeben wird. Auch mit rotem Glase gelingt es nicht, das Doppelbild zum Bewußtsein zu bringen, weshalb man von *Exklusion* spricht. Um so auffallender ist es in sonst ganz ähnlichen Fällen, daß eine kleine Änderung der auf das schielende Auge wirkenden optischen Erregungen die oben erwähnten, zum Teil sehr erheblichen motorischen Erscheinungen hervorruft. Daraus geht hervor, daß sie doch irgendwie die Aufmerksamkeit auf sich ziehen.

4. Bisher haben wir angenommen, daß beide Augen an der Erzeugung dieser motorischen Erscheinungen beteiligt sind. Das gilt, wenn beide Sehvermögen besitzen, auch wenn es auf einem Auge ganz gering ist. Wie verhält es sich aber, wenn ein Auge ganz verschlossen wird? Hier kann die Aufmerksamkeit nur vom offenen Auge angeregt werden. Damit ist aber noch nicht jeder Einfluß des verschlossenen Auges ausgeschaltet, denn wir wissen vom Augenzittern der Bergleute und dem Dunkelzittern junger Tiere, daß auch von einem ganz verdunkelten, aber sehtüchtigen Auge noch Reize ausgehen, die die Motilität beeinflussen und z. B. gegensinnig-vertikales Zittern hervorrufen.

Nun gibt es aber auch Fälle von Blindheit eines Auges, dessen Stellung und Bewegung man durch geeignete Maßnahmen am anderen Auge, z. B. durch graue Gläser, erheblich beeinflussen kann. Um sie zu erklären, möchte ich das Beispiel der Waage heranziehen. Der rechte Waagebalken versinnbildet die senkrechten Bewegungen des rechten, der linke die des l. A. Bei gleicher Belastung stehen beide Waagebalken ruhig und horizontal, bei ungleicher schief (= Schielen). Vermindert man das Gewicht der rechten Schale oder erhöht man das der linken, so sinkt letztere. Die Stellung ist vergleichbar der in Absatz 2 aufgeführten Deviation II c. Ist die Waage sehr empfindlich, so erreicht sie die neue Gleichgewichtslage erst allmählich unter kleinen Schwankungen (= gegensinnig-vertikaler Nystagmus). Man kann die rechte Schale so konstruieren, daß es nicht möglich ist, Gewichte aufzulegen (= Blindheit des r. A.). Dann lassen sich Schiefstellungen und Schwankungen der Waage durch Erhöhung oder Verminderung der Belastung der linken Schale hervorrufen. Es steht nichts im Wege, die optischen Erregungen hier als *Lichtdruck* zu bezeichnen, wobei die Einschaltung der Aufmerksamkeit gewissermaßen der Enthemmung der feinen Waage entspricht.

5. Früher ist gezeigt, daß die Erscheinungen I a—c näher mit dem r. A., II a—c näher mit dem l. A. verbunden sind. Nun legen meine Untersuchungen am waagerechten angeborenen und optokinetischen Nystagmus die Vermutung nahe, daß z. B. die Abhängigkeit des Rechtsnystagmus von beiden horizontalen Gesichtsfeldhälften verschieden sind. Wir müssen daher in Zukunft prüfen, ob die hier erörterten motorischen Erscheinungen verschiedene Beziehungen zu den einzelnen Teilen des

Gesichtsfeldes sowohl in horizontaler wie vertikaler Richtung haben. Es sei daran erinnert, daß es nach außen und unten größer ist als nach innen und oben. Wenn es uns gelingt, hier mit geeigneten Methoden Unterschiede zu ermitteln, haben wir Aussicht, unsere Kenntnis des Reflexweges zu verbessern, wie es beim optokinetischen Nystagmus bereits gelungen ist.

6. Fragen wir uns nun nach dem Wesen dieser eigenartigen Bewegungen, so wollen wir zunächst anknüpfen an den Fall 75 der Tabelle 2, der bei offenen Augen trotz Raddrehungsnystagmus binokularen Sehakt besitzt. Bei ihm tritt nach Abblendung eines Auges tonische Rollung um die Gesichtslinie auf. Es liegt nahe zu sagen: die binokulare Einstellung war hier durch die Fusion erzwungen, weshalb sich nach ihrer Ausschaltung beide Augen in die ihnen gemäße „Ruhelage“ bezüglich des vertikalen Meridians begeben. Darauf ist folgendes zu erwidern. Die Aufhängung der Augäpfel an ihren Muskeln und Bändern ist so kompliziert, daß eine vollkommen gleiche Orientierung ihrer Gesichtslinien nach Breite und Höhe (Orthophorie) und die Parallelität ihrer Vertikalmeridiane wohl niemals vorkommt. Man muß sich überhaupt wundern, daß die Lagebeziehungen beider Augen dem Idealzustand oft so nahe sind. Die Fusion hat nun den Zweck, diese kleinen Abweichungen zu überwinden, und nach ihrer Ausschaltung begibt sich das abgeblendete Auge in eine andere Lage, die man als *elastisches Schielen* bezeichnen kann. Aber dafür läßt sich keine Regel aufstellen. *Die hier zu erörternden Bewegungen folgen jedoch einem durchaus erkennbaren Gesetz, das mit den elastischen Kräften der Augenhöhlengebilde und der Ausschaltung der Fusion an sich nichts zu tun hat.* Das wird noch deutlicher, wenn wir die Fälle mit Schielen und einseitiger Schwachsichtigkeit betrachten, die wahrscheinlich nie einen binokularen Sehakt besessen haben. Wenn z. B. in Fall 29 der Tabelle 3 das schwachsichtige und nach unten innen schielende l. A. nach Verdeckung in die Höhe steigt, so liegt das nicht an der Aufhebung der Fusion. Das Auge kommt jetzt sogar der normalen Stellung näher. Wird hier aber das gute r. A. abgeblendet, so geht das linke noch weiter nach unten, entfernt sich also von der jetzt zu fordernden Fixationseinstellung.

Verstehen wir unter zweckmäßigen optischen Bewegungen der Augen a) die Beibehaltung der Fixation auf dem Gegenstande der Aufmerksamkeit, b) die Einstellung der Fovea auf ein in der Peripherie des Gesichtsfeldes liegendes Objekt, das die Aufmerksamkeit auf sich zieht, c) die Fusionsbewegung zwecks Verschmelzung der beidäugigen Netzhautindrücke zu einem einheitlichen Bilde, so geht aus den bisherigen Erörterungen hervor, daß die unter I a—c und II a—c aufgeführten Bewegungen zu den obigen „zweckmäßigen“ Bewegungen nicht gehören, ja ihnen völlig zuwiderlaufen, weshalb ich sie früher als *Fluchtbewegungen* bezeichnet habe. Jetzt möchte ich sie im Sinne von *Muskens*<sup>1</sup> lieber als

<sup>1</sup> *Muskens*: Das supra-vestibuläre System, 1935.

optisch bedingte Zwangshaltungen auffassen. Diese Augen zeigen unter den üblichen Bedingungen des Sehens gewisse Lagebeziehungen zu einander bzw. zum Raume, die ihr *natürliches Gleichgewicht* darstellen. Es wird hier nicht in irgendwie bedeutsamer Weise durch die elastischen und rein muskulären Kräfte unterhalten, sondern ist optisch, d. h. zentral bedingt, denn es erfährt nach gewissen Änderungen der optischen Erregungen ganz gesetzmäßige Verschiebungen, teils gleichsinniger Art wie bei den waagerechten und raddrehenden Ablenkungen, teils gegen-sinniger Art wie bei den vertikalen.

7. Hier kann ich zur Darstellung des Reflexweges übergehen. Ich habe seit langem aus der Gesamtanalyse des Nystagmus den Schluß gezogen, daß der zentrale vestibuläre Kernapparat, der zusammen mit dem Labyrinth das wichtigste Gleichgewichtsorgan des Körpers darstellt, auch in den gleichen Zwecken dienenden optisch-okulomotorischen Reflexweg in der Weise eingeschaltet ist, daß er die von der Sehrinde absteigende Sehstrahlung aufnimmt. Die vestibulären Kerne können durch die oben erwähnte Waage versinnbildet werden, die durch viele Erregungen, darunter auch die optischen, belastet wird. Von hier aus werden dann mit Hilfe der ihnen untergeordneten Augenmuskelkerne die oben genannten „zweckmäßigen“ Augenbewegungen geregelt.

Dürfen wir nun die hier erörterten Bewegungen als „unzweckmäßig“ bezeichnen? Davor muß uns die Gesamterfahrung am Nystagmus bewahren, denn sie lehrt, daß letzterer nur eine Störung eines präformierten, d. h. normalen Mechanismus darstellt. Wir stoßen bei einem Teil der Bergleute, die fast immer ein gesundes okulomotorisches System besitzen, wenn sie eine gewisse Zeit den Schädlichkeiten ihres Berufes ausgesetzt sind, in ihrem Augenzittern auf eine große Zahl uns früher ganz unbekannter binokularer Innervationen, die uns zunächst ganz rätselhaft und unzweckmäßig erscheinen. Wir werden sie vielleicht verstehen, wenn wir auf eine primitivere Stufe zurückgehen. Das sei am Kaninchen erläutert.

Dieses Tier mit den seitlich stehenden Augen zeigt bei Neigung des Kopfes zur rechten Schulter eine Hebung des r. und eine Senkung des l. A., d. h. eine positive Vertikaldivergenz. Sie hat den Zweck, die Bewegung des Kopfes zu kompensieren, um das Gesichtsfeld festzuhalten. Bis zu einem gewissen Maße bleiben die Augen am zuerst „fixierten“ Gegenstand haften. Sie werden hier also vestibulär gesteuert, um einen optischen Zweck zu erreichen. Bis vor kurzem nahm man allgemein an, daß dem Kaninchen eine optische Beeinflussung der Augenbewegungen völlig fehle. Nun gelang es *Ter Braak*, *Ivamoto* und *Brecher* bei ihm mittels des *konzentrischen Drehzylinders* einen waagerechten optokinetischen Nystagmus auszulösen<sup>1</sup>. Da er durch Entfernung der

<sup>1</sup> S. *Ohm*: Graefes Arch. 138, 6 (1937).

Sehrinde nicht unterdrückt wird, nimmt *Ter Braak* für ihn einen subcorticalen Reflexweg an. Man kann hier darauf hinweisen, daß viele erheblich tiefer stehende Wesen schon einen regelrechten optokinetischen Nystagmus besitzen, und den Schluß ziehen, daß optische und labyrinthäre Erregungen koordiniert sind und den gleichen Zweck haben, das Gleichgewicht der Augen aufrecht zu erhalten. Dafür würde ein niedrig verlaufender Reflexbogen ausreichen.

Beim Menschen ist letzterer noch nicht nachgewiesen, aber zweifellos die Sehrinde in den ganzen Mechanismus einbezogen. Beim Kaninchen ist die Gegenprobe — Durchschneidung des subcorticalen Reflexbogens an der entsprechenden Stelle — noch nicht gemacht. Da es eine absteigende Sehstrahlung, die ja motorischen Zwecken dient, besitzt, dürfen wir zunächst bis zum Beweise des Gegenteils wohl annehmen, daß sie auch einen Einfluß auf die Augenbewegungen besitzt, der allerdings anderer Art sein muß als beim Menschen, da dem Kaninchen die wichtige optische Einstellungsbewegung fehlt. Setzen wir aber einmal voraus, daß auch seine Rinde sich an der Auslösung des optokinetischen Nystagmus beteiligt. Da der optokinetische Zylinder in waagerechter Richtung wirksam ist, dürfte er es auch in anderen sein. Legen wir ihn nun in der Frontalebene um den Kopf des Kaninchens, so würde seine Drehung mit U., d. h. von rechts über oben nach links, eine Hebung des rechten und eine Senkung des l. A. hervorrufen<sup>1</sup>. Das ist eine gegensinnig-vertikale Verschiebung in bezug auf Dach und Boden der Augenhöhle, in bezug auf die seitliche Augenlage aber eine gleichsinnige Mitbewegung, genau wie die entsprechenden waagerechten und raddrehenden Bewegungen. Gegensinnig wäre für das Kaninchen gleichzeitige Hebung beider Augen, die vielleicht auslösbar ist durch Streifen, die rechts und links senkrecht zu seiner Gesichtslinie von unten nach oben bewegt werden. Bei diesem Tier ist der obige Vergleich mit der Waage besonders treffend, zumal wenn man bei der eben erwähnten Drehung des Zylinders eine optische Entlastung des rechten Auges und eine Belastung des linken Auges bzw. der Ent- und Aufladung der zugehörigen Kerngebiete annimmt.

8. Sind die Augen nach vorn verlegt wie beim Menschen<sup>2</sup>, so sollen sie auf das gleiche Objekt gerichtet werden, weshalb der eben erwähnte Schaltungsmechanismus in den Dienst der Fusion tritt, indem die optischen Erregungen mit den in den vestibulären Kernen präformierten, gegensinnig-vertikal wirkenden Unterabteilungen in Verbindung treten. Letztere führen als Ganglienzellen ein Eigenleben und müssen durch die optischen Erregungen „eingeschliffen“ werden, was nur erfolgen kann bei harmonischer Ausbildung aller notwendigen Teile. Hier fängt jetzt die weitere Erörterung unseres Problems an. Ist ein Auge wie so häufig von Geburt ganz minderwertig, so kann eine Zusammenarbeit der gegen-

<sup>1</sup> Daran müßte sich ein entgegengesetzt schlagender Rucknystagmus anschließen.

<sup>2</sup> Neigung zur Schulter führt hier zur Raddrehung.

sätzlich wirkenden Kernteile nicht erfolgen. Wird ein Auge später schwach-sichtig, so geht sie allmählich wieder verloren, da die Waage ungleich belastet wird. Das gleiche gilt von Erblindung *eines* Auges. Beim Kaninchen ist anzunehmen, daß die gegensinnig-vertikale Bewegung auch dann eintritt, wenn man nur ein Auge durch den Zylinder reizt. Beim Menschen läßt sie sich auch von einem Auge auslösen.

Damit kommen wir zu dem anscheinend paradoxen Schluß, daß ein ohne Zweifel für die Fusion, d. h. eine binokulare Angelegenheit, bestimmter Mechanismus, von *einem* Auge in Tätigkeit versetzt werden kann, wenn auch nicht in zweckentsprechender Weise. Ich vermute, daß hier die vertikalen Netzhauthälften gegensätzlich wirken. Ob nun zur vollständigen Erklärung unserer Fälle eine besondere Empfindlichkeit (abnorme Erregbarkeit) der vestibulären Augenwaage oder eine ungleiche Entwicklung der bilateralen vestibulären Zentren angenommen werden muß, kann noch nicht beantwortet werden. Man wird daran denken, wenn man gute Augen mit binokularem Sehakt vor sich hat, wobei aber eine Ungleichheit der optischen Erregungen noch möglich ist.

9. Hiervon kann ich zur Erörterung des Schielens überleiten.

Vor vielen Jahren ist mir schon aufgefallen, daß die Beziehungen zwischen den einzelnen Arten des angeborenen Nystagmus und dem Schielen verschieden sind. In meiner ersten Zusammenstellung ist der waagerechte Nystagmus in 38 %, die Raddrehung in 82 %, die Kombination von waagerechtem und raddrehendem Nystagmus in 48 % der Fälle mit Schielen verbunden<sup>1</sup>. In dieser Reihe ist die Ra. in 61,4 % mit Schielen, in 26,7 % mit tonischen Ablenkungen nach Verdecken eines Auges verknüpft. *Schrägschielen* ist hier in 48,8 % beobachtet, bei waagerechtem Nystagmus dagegen nur in 9,4 %. Wenn nun auch einzelne Fälle von Ra. binokularen Sehakt besitzen, so ist das Zusammentreffen der obigen Störungen doch so häufig, daß ursächliche Beziehungen angenommen werden müssen. Da meine Hinweise bisher keine Beachtung gefunden haben, setze ich hier die Betrachtung fort, denn ich hoffe, damit der Erklärung des Schielens näher zu kommen. Worauf dieses häufige Leiden eigentlich beruht, weiß bis jetzt noch niemand, wenn man von der akkommodativen Ursache absieht. Beruht es auf den elastischen Eigenschaften des Aufhängeapparates des Augapfels? Oder ist es eine muskuläre oder nervöse Störung? Wenn letzteres: sollen wir seinen Ursprung in den Augenmuskelnkernen, in den supranukleären (vestibulären) Zentren (Hauptaugenmuskelsender) oder in den supravestibulären Zentren suchen? Darauf können wir bei reiner Konvergenz oder Divergenz mit guter Sehschärfe keine Antwort geben. Wir müssen uns, um weiter zu kommen, an die Nebenumstände halten. In der Mehrzahl der hier herangezogenen Fälle ist es unmöglich, das Schielen von Refraktionsfehlern abzuleiten. Die obigen Statistiken sprechen für sich, weshalb

<sup>1</sup> Ohm: Hauptaugenmuskelsender 2, 129 (1929).

ich sie nicht weiter erläutere. Da Nystagmus und tonische Ablenkungen ohne Zweifel auf nervöser Grundlage beruhen und ihren Ausgang von den vestibulären Kernen nehmen, die unter dem Einfluß optischer Erregungen stehen, so darf man sich fragen, ob diese Erklärung auch auf gewisse Formen des Schielens paßt. Die Erregungen, die den Kernen von den Labyrinthen zufließen, führen immer zu gleichsinnigen tonischen Ablenkungen, was z. B. beim Kaninchen für alle drei hier behandelten Ablenkungen gilt. Schielen ist aber eine gegensinnige Störung, die vom Fusionsmechanismus abgeleitet werden muß, der nur einen Zweck hat, wenn die Augen nach vorn gerichtet und damit dem gleichen Gegenstand zugewandt sind. Er ist, wie wir oben bezüglich der gegensinnig-vertikalen Ablenkung gesehen haben, in den vestibulären Kernen präformiert, die nach Unterstellung unter die Sehrinde für optisch-okulomotorische Aufgaben befähigt werden.

Von meinen 70 Fällen mit Raddrehung schielen 43, und von diesen zeigen nicht weniger als 22 eine Vertikaldivergenz, die 1mal für sich bestand, 20mal mit Konvergenz, 1mal mit Divergenz verbunden war. Bei der weiteren Bearbeitung der Vertikaldivergenz ging ich von folgender Überlegung aus. Wenn sich durch Schwächung der Erregungen eines Auges so oft eine Hebung desselben erzielen läßt, so kann man erwarten, daß auch das schwachsichtige Auge häufig nach oben abgewichen sein muß, was ich dann als *regelrecht* bezeichnen möchte. Von meinen 22 Fällen können hier 18 herangezogen werden. Bei Gradblick des guten Auges stand:

- |                                     |                                    |                                     |
|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. das schwachsichtige Auge höher:  | 10mal = 55,5 % ; 7mal <sup>1</sup> | } dabei typisches<br>Schrägschielen |
| 2. das schwachsichtige Auge tiefer: | 5mal = 27,7 % ; 3mal <sup>1</sup>  |                                     |
| 3. beiderseits gute S               | 3mal = 16,6 % ; 3mal               |                                     |

Wir sehen also, daß die „regelrechte“ Abweichung hier weit überwiegt. Die dritte Gruppe darf noch hinzugerechnet werden, weil es sicher ist, daß auf dem schielenden Auge die geringere Aufmerksamkeit ruht. Man dürfte also sagen: die bei unseren Abblendungsversuchen so oft beobachtete dynamische Vertikaldivergenz ist hier tonisch erstarrt. In der regelwidrigen 2. Gruppe befindet sich auch der Fall 29 von S. 701, bei dem das schlechte Auge nach innen und erheblich nach unten schielt. Es läßt sich durch Abblendung erheblich höher treiben, wobei leider nicht bemerkt ist, ob es die Horizontale überschreitet. Der Versuch beweist aber, daß dieses Auge, wenn es offen ist, sich sensorisch erheblich betätigt. Bemerkenswert ist hier die häufige Verbindung mit dem typischen Schrägschielen, auf das ich später eingehe. Wenn die Konvergenz erheblich ist, gerät das Auge in die Adduktionsstellung, in der sich das Schrägschielen besonders offenbart.

Zu den schwierigsten Problemen in der Augenbewegungslehre gehört meines Erachtens die Konvergenz und Divergenz. Erstere zeigt

<sup>1</sup> Darunter 1mal typisch nur nach einer Seite, nach der anderen atypisch.

sich mehr im frühen, letztere im späteren Leben im Gefolge erworbener Sehstörungen. Häufig fehlt bei Einwärtsschielen die Übersichtigkeit, oder sie ist gering, oder einem geringen Grade steht ein auffallend starker Schielwinkel gegenüber (vgl. Nr. 29 und 85 in Tabelle 3). Nachdem mehrere Generationen von Augenärzten eifrig an der Erforschung des Schielens gearbeitet haben, ist jetzt noch keiner in der Lage, den Entstehungsmechanismus solcher Fälle befriedigend zu erklären. Wer auf angeborene Mängel der Fusion hinweist, gibt nur eine Bedingung an, erklärt aber nicht, warum gerade Konvergenz entsteht. Auch die einseitige Schwachsichtigkeit ist nur eine solche Bedingung. Sie kommt bei meinen Fällen außerordentlich häufig vor, ohne daß man entscheiden kann, ob sie angeboren oder durch Nichtgebrauch verursacht ist.

Da die Konvergenz hier nun so häufig mit dem Raddrehungszittern, den tonischen Ablenkungen und der Vertikaldivergenz verbunden ist, so liegt es doch nahe, ihre Ableitung von der gleichen Stelle, nämlich den vestibulären Kernen, ernstlich ins Auge zu fassen. Ich nehme an, daß sie Unterabteilungen in Gestalt von eigenen Zentren für die Vertikaldivergenz, die Horizontaldivergenz und -konvergenz besitzen. Die beiden ersteren werden nur optisch, die letztere optisch und willkürlich gesteuert. Ich habe vor vielen Jahren schon angenommen, daß sowohl optische wie willkürliche Erregungen in die Vestibulariskerne einmünden, was *Spiegel* experimentell durch Reizung des Stirn- und Hinterhauptslappen bewiesen hat. Wir können uns nun fragen: bestehen Asymmetrien im Bau der Vestibulariskerne oder abnorme Verhältnisse in den afferenten Erregungen willkürlicher oder, was mir wahrscheinlicher dünkt, optischer Natur? Kommt es dadurch zu einem abnormen Tonus im vestibulären Fusionsmechanismus? Kann er z. B. bei Einwärtsschielen und einseitiger Blindheit mit ungleichen Erregungen beider horizontaler Gesichtsfeldhälften zusammenhängen? Was das *Divergenzzentrum* angeht, so habe ich 1931 nachgewiesen, daß beim „Dunkelzittern“ sowohl der Kleinkinder wie der Bergleute ein Divergenzzittern vorkommt, woraus sich eine gleichzeitige Verschiebung beider Gesichtslinien nach außen ergibt, die wegen der gleichen Frequenz auf beiden Augen von „einem“ Zentrum ausgehen muß. Hierzu paßten in ganz auffallender Weise die Beobachtungen, die *Catel* und *Krauspe* an einer menschlichen Mißbildung gemacht haben, deren Gehirn nach vorn im wesentlichen mit der Medulla oblongata aufhörte<sup>1</sup>. Sie besaß von den Augenmuskeln nur die Externi und gut ausgebildete Nervi vestibulares. Dieses Wesen ohne Großhirn, das blind war und 7 Tage lebte, zeigte Divergenzstellung der Augen und einen periodischen Spontannystagmus mit schneller

<sup>1</sup> S. *Ohm*: Klin. Mbl. Augenheilk. 86, 776 (1931) und *Catel* u. *Krauspe*: Jb. Kinderheilk. 129, 1 (1930). Es ist auffallend, daß die Autoren, die sich seitdem mit der Frage des *Divergenzzentrums* beschäftigt haben, diese beiden Aufsätze nicht erwähnen.

Komponente nach außen. Diese Innervation kann nur von den Vestibulariskernen ausgehen und ist eine schöne Stütze für meine Annahme, daß sie ein präformiertes Divergenzzentrum enthalten, das auch tätig ist, wenn die supravestibulären optischen und willkürlichen Erregungen nie vorhanden waren.

Zum Schlusse noch einige Worte über das sog. *Schrägschielen*, das ich auch in der 43. Mitteilung kurz gestreift habe. *Bielschowsky*<sup>1</sup> hat es

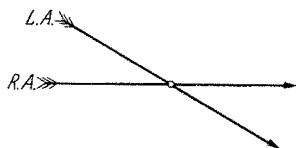


Abb. 4.

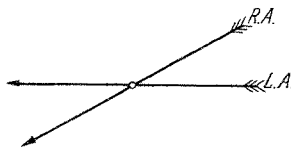


Abb. 5.

als *angeborene Blickfelderweiterung* bezeichnet und auf eine *Überfunktion des Obliquus inf.* infolge atypischer Verhältnisse der Hemmungsbänder zurückgeführt, wodurch die Funktion bestimmter Muskeln, namentlich



Abb. 6.

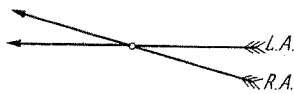


Abb. 7.

der Heber und besonders des unteren Schrägen über das normale Maß gesteigert werde.

Ich gehe davon aus, daß man es nicht nur bei Kindern mit Einwärts-schielen, sondern besonders häufig bei dem hier erörterten Zeichenkomplex antrifft. Da letzterer nun zentral bedingt ist, ziehe ich den Schluß, daß es auf einer abnormen Innervation beruht. Gewiß zeigt es sich in auffallender Weise im Bereich der höchsten Hebungswirkung des Obliquus inf., nämlich in stärkster Adduktion. Daß daran aber nicht etwa eine Kontraktur dieses Muskels schuld ist, ergibt sich aus folgender Überlegung. Nehmen wir den Fall, das linke Auge stehe in Adduktion  $30^\circ$  höher als das rechte. Geht nun das linke in Abduktion, so müßte es bei Kontraktur des kleinen Schrägen um  $30^\circ$  rollen. Das ist nicht der Fall. Wir müssen vielmehr die Störung als *binokulare Innervation* erfassen. Wandert das r. A. horizontal von rechts nach links, so verschiebt sich das linke von oben rechts nach unten links (Abb. 4). Geht das linke von links nach rechts, so begibt sich das rechte von oben links nach unten rechts (Abb. 5). Das schielende Auge beschreibt also eine schräge Linie, weshalb ich von *typischem Schrägschielen* spreche, da es ziemlich häufig ist. Die Bewegungen beider Augen stellen eine scherenförmige Figur dar. Bei Rechtsblick besteht also negative, bei Linksblick positive Vertikaldivergenz.

<sup>1</sup> *Bielschowsky*: s. 37. ophth. Vers. in Heidelberg 1911, 192.



Ihm läßt sich das viel seltenere atypische *Schrägschielen* gegenüberstellen, dessen Höhenunterschiede geringer sind (Abb. 6 und 7). Der Höhenunterschied ist in extremer Seitenstellung bisweilen enorm, nicht selten nach beiden Seiten verschieden oder nur nach einer Seite vorhanden. Bei Rechtsblick kommt die linke Gesichtslinie in den Bereich der Nase, weshalb die rechte die Fixation aufrecht erhält. Wäre aber am äußeren Hornhautrande ein Hindernis, während die Nase nicht im Wege stände, so würde das linke Auge bei Rechtsblick fixieren und das rechte nach unten schielen. Dann könnte man mit gleichem Recht von *Überfunktion* des rechten Rect. inf. sprechen.

Wiederholt habe ich darauf hingewiesen, daß man zum Vergleich zwei Schwingungstypen des Augenzitterns d. B. heranziehen kann, die durch die Abb. 8a und b dargestellt seien. Die Punkte bedeuten die mittlere Blickrichtung. Von hier bewegen sich die Augen gleichzeitig

Tabelle 1. Refraktion.

	62 Fälle aus Abb. 2 und 3				43 Schiefälle			
	besseres Auge		schlechteres Auge		besseres Auge		schlechteres Auge	
	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
1. Emmetropie . . . . .	5	8	3	4,8	2	4,7	1	2,4
2. Hyperopie bzw. Astigmatismus . . . . .	32	51,6	21	33,9	28	65,1	21	48,8
+ 0,5	8	37,1	1	22,6	7	39,5	1	25,6
+ 1	7		5		6		5	
+ 1,5	4		4		1		2	
+ 2	4		4		3		3	
+ 3	3	14,4	1	11,3	5	25,6	3	23,3
+ 4	2		4		2		2	
+ 5	3		1		3		3	
+ 6	1		1		1		1	
+ 12								
+ 13			1				1	
3. Myopie bzw. Astigmatismus . . . . .	17	27,4	14	22,5	7	16,3	5	11,6
— 1	1				1			
— 2	2		1		1			
— 3	1		1					
— 5	4		2		2		1	
— 6	4		3		1		2	
— 7			1					
— 8	1		1					
— 9			2					
— 11	2		1		2		1	
— 13			2				1	
— 16	1							
— 24	1							
4. Anisometropie . . . . .	3	4,8	2	3,2	2	4,7	1	2,4
5. Angabe fehlt . . . . .	4	6,5	22	35,5 <sup>1</sup>	3	7,1	15	35 <sup>1</sup>
6. Aphakie + 16 . . . . .	1	1,6			1	2,4		

<sup>1</sup> Meistens hochgradige Schwachsichtigkeit.

in der Richtung der Pfeile. Dieses Zittern ist also gleichsinnig in bezug auf die Horizontale und gegensinnig in bezug auf die Vertikale. a) ent-

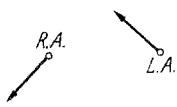


Abb. 8a.

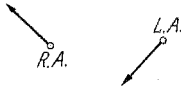


Abb. 8b.

spricht in der 1. Halbphase der negativen, b) der positiven Vertikaldivergenz bei gleichzeitiger Rechtsverschiebung der Augen; in der 2. Halbphase ist es umgekehrt.

Hierzu kann ich eine einzigartige Beobachtung heranziehen, die ich vor kurzem auf dem Gebiet des angeborenen Nystagmus machte.

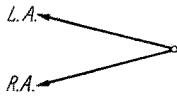


Abb. 9.

*Fall 1039a*, ein Mädchen, geb. 6. 5. 37, wurde mir am 9. 8. 37 von der Mutter gebracht, weil es nicht lache, weshalb sie fürchtet, daß es blind sei. Die Untersuchung war schwierig, weil sich das Kind nicht festhalten und sehr ungern aus der Nähe betrachten ließ. Die Augen wanderten dauernd in einem langsamen Rhythmus durch den ganzen Bereich der Lidspalte, und zwar das rechte von oben rechts nach unten links, das linke gleichzeitig von unten rechts nach oben links, also ähnlich den Abb. 6 und 7, aber mit einer außerordentlich großen Amplitude, die bei Bergleuten in solchen Fällen etwa  $1\frac{1}{2}$  mm und weniger beträgt. Ich zählte in  $\frac{1}{2}$  Min. 11 Schwingungen.

Tabelle 2. Latenter Nystagmus und tonische

Nr.	a- Liste	Alter Jahre	Rechtes Auge			Linkes Auge			Ny- Gruppe	Bedecken des rechten Auges
			sph.	cyl.	S	sph.	cyl.	S		
13	78	11	+2		4/4	+2		4/4	1 a	Geringer latenter L.-Ny. + Rollung gegen U. + geringe Hebung des r. A.
40	205	10	+4		4/4	+4		4/6	1 a	Geringer latenter Ny. + Rollung gegen U. L. A., das vorher nach oben in- nen schielt, geht zuerst noch mehr nach innen und stellt sich dann ein
41	223	9	-8	-0,5	4/10	-8		4/36	1 a	Geringer latenter L.-Ny. + Hebung; vielleicht auch geringe Rollung
54	309	34		-1	4/60	-0,5	+2,75	4/4	3 b	Geringer latenter L.-Ny. + Rollung gegen U. R. A. hebt sich um 1 mm
55	314	30			1/75	+0,5		4/5	3 c	Ohne Einfluß
62	343	23	+1,5	+3,5	4/18	+2		4/6	1 a	Latenter Linksny. + Rol- lung gegen U. + Hebung des r. A.
66	361	16	+0,5		4/4	+1		4/4	1 a	Ganz geringer latenter L.- Ny. + Hebung. Keine deutliche Rollung

Mit der schrägen Verschiebung war auch eine kleine Rollung verbunden, die sich aber noch nicht genau untersuchen ließ. Dazu kamen bisweilen kleine Rucke. Gleichzeitig wirft das Kind den Kopf langsam von rechts nach links und umgekehrt. Ob Augen- und Kopfschwingungen synchron sind, konnte ich noch nicht feststellen. Dieses Bild blieb während 3 Monaten unverändert. Sonst sind die Augen frei von erkennbaren Störungen und folgen auch dem Licht, wobei das Kind manchmal lächelt.

Es dürfte wohl kein Zweifel bestehen, daß diese Störungen, denen man auf so verschiedenen Gebieten begegnet, nahe verwandt sind. Das „schräg-diagonale“ Augenzittern ist auch von einem präformierten System im vestibulären Kern abzuleiten, von dem wir gar keine Kenntnis besäßen, wenn nicht die Grubenschädlichkeiten in ganz elektiver Weise Störungen in diesem außerordentlich komplizierten Mechanismus hervorbrächten. Dieses schräg-diagonale Schaltsystem wird nun auch bei den hier erörterten Fällen offenbar, wenn die willkürliche Innervation die Augen zur Seite treibt, was mittels Aufladung des vestibulären Kerns vor sich geht. Bei manchen Fällen verschieben sich die Augen auf das Kommando „Augen rechts“ nicht gemäß Abb. 5, sondern gemäß Abb. 9, d. h. beide diagonal, wodurch der binokulare Charakter der Störung noch deutlicher hervortritt.

#### Ablenkungen nach Bedecken eines Auges.

Bedecken des linken Auges	Schielen		
	bei Gradblick	bei Rechtsblick	bei Linksblick
Latenter R.-Ny. + starke Rollung mit U. + geringe Hebung des l. A.	L. A.: Ko. von 17° und — V.D. von 6°	Hochgradig. typisches Schrägschielen	Hochgradig. typisches Schrägschielen
Geringer latenter Ny.	Ko. wechselnden Grades	Geringes typisches Schrägschielen	Geringes typisches Schrägschielen
Geringer latenter R.-Ny. + Hebung; vielleicht auch geringe Rollung	Nicht deutlich	Hochgradig. typisches Schrägschielen	Hochgradig. typisches Schrägschielen
Geringer latenter R.-Ny. + erhebliche Rollung mit U. L. A. geht nach oben innen	R. A.: geringe Ko. und + V.D.	L. A. deutlich tiefer!	L. A. deutlich tiefer!
Beide A. weichen weit nach links ab und machen Rechtsny.	Geringe Di. Konvergenzbewegung fehlt		
Latenter Rechtsny. + Rollung mit U. L. A. geht nach oben innen	R. A. geringe Ko. und + V.D.	Erheblich. typisches Schrägschielen	Erheblich. typisches Schrägschielen
Ganz geringer latenter R.-Ny. + Rollung mit U.	R. A.: Ko. von 40° und + V.D.	Typisches Schrägschielen	Typisches Schrägschielen

Tabelle 2

Nr.	a- Liste	Alter Jahre	Rechtes Auge			Linkes Auge			Ny.- Gruppe	Bedecken des rechten Auges
			sph.	cyl.	S	sph.	cyl.	S		
71	403	7			1/75	+0,5	+0,75	4/4	1 c	Geringer latenter L.-Ny. + Rollung gegen U. + Hebung des r. A.
74	421	11			1/60	+2,5		6/6	Ny. fehlt bei offenen Augen	Radny. gegen U.!
75	452	14	+0,5		6/6	+2		6/18	1 a	Feiner latenter L.-Ny. + Rollung gegen U.
77	495	31			1/120 (reife Katarakt)			4/24 (hintere Polar- katarakt)	1 a	Rollung gegen U., bisweilen auch geringer latenter L.-Ny. Wird r. A. allein belichtet, so tritt Rollung mit U. ein

Tabelle 3. Tonische Ablenkungen

Nr.	a- Liste	Alter Jahre	Rechtes Auge			Linkes Auge			Ny.- Gruppe	Schirm vor dem rechten Auge
			sph.	cyl.	S	sph.	cyl.	S		
12	76	12	+1		4/4	+1		4/18	1 a	R. A. geht etwas nach oben
29	130	16	E.		3/3			1/40	2 a	L. A. geht nach unten
46	283	4	+2		1/15	+1,5		4/4	1 a	Langsame Rollung gegen U. Wird r. A. freigegeben, so treten Rollung mit U. und 2 bis 3 Radruke gegen U. auf
68	384	6	+1,5	+1	6/6			1/75	3 a	Feine Rollung gegen U. von etwa $\frac{1}{3}$ mm
70	400	5	+1		4/5	+1		4/5	1 a	R. A. geht nach oben + Rollung gegen U.
79	554	62	+0,5	+1,5	6/12		+1,5	6/18	1 a	R. A. geht nach oben; Rollung gegen U. + Radny. mit U.
83	625	50			1/20	-0,5	+2	6/6	1 a	Langsame Rollung gegen U., auch bei L.- und R.-Blick (hier am stärksten). Sie erfolgt ungefähr um die Gesichtslinie, und ihre A. beträgt an den nasalen Bindehautgefäßen 2 mm. Nach Abdecken des r. A. kehren die A. unter Radny. gegen U. in die alte Stellung zurück
85	666	6	+0,5		4/4			1/120	3 b	L. A. geht von oben innen zur Mitte hin, erreicht sie aber nicht

(Fortsetzung).

Bedecken des linken Auges	Schielen		
	bei Gradblick	bei Rechtsblick	bei Linksblick
Geringer latenter R.-Ny. + Hebung des l. A.	Nicht deutlich	R. A. etwas tiefer	
Lebhafter latenter Rechts- ny. R.A. geht nach innen und unten	R. A.: geringe Ko. und erhebliche + V.D.		
Rollung mit U. Kein la- tenter Ny.	Kein Schielen. Fall- probe bestanden		
Latenter R.-Ny. + Rol- lung mit U., bisweilen auch Linksablenkung			

nach Bedecken eines Auges.

Schirm vor dem linken Auge	Schielen		
	bei Gradblick	bei Rechtsblick	bei Linksblick
L. A. geht stark nach oben			
L. A. geht nach oben	L. A.: Ko. von 25° und + V.D. von 15°		
Wirkung nicht mit Si- cherheit zu erkennen, weil das r. A. unruhig ist	Ko. des r. A. von 30°		
Feine Rollung mit U. von etwa $\frac{1}{3}$ mm	L. A.: Ko. von 35°		Geringes typisches Schrägschielen
L. A. geht nach oben + Rollung (wohin?)	R. A.: Ko. von 25° und geringe — V.D.	Starkes typisches Schrägschielen	Starkes typisches Schrägschielen
Keine deutliche Vertikal- bewegung, aber Rollung mit U. + Radny. gegen U.			
Rollung mit U., auch bei R.- und L.-Blick (hier am stärksten)	Geringe Ko. des r. A.	Erhebliches typisches Schrägschielen	Geringes atypisches Schrägschielen
Rollung mit U.	L. A.: Ko. von 41° und — V.D.	Hochgradig. typisches Schrägschielen	Weniger starkes typi- sches Schrägschielen