

Aus dem Institut für gerichtl. Medizin und Kriminalistik der Universität Göttingen
(Direktor: Prof. Dr. med. Dr. jur. O. SCHMIDT)

Elektronystagmographische Untersuchungen über den Drehbeschleunigungsnystagmus nach Alkoholgaben*

Von

BALDUIN FORSTER

Mit 2 Textabbildungen

(Eingegangen am 5. Oktober 1957)

Untersuchungen von TASCHEN, neuerdings auch von SCHULTE und ROTH, besagen, daß der Drehbeschleunigungsnystagmus nach Alkoholgaben in seinem zeitlichen Ablauf verlängert und in seiner Amplitudengröße verstärkt sei. Eigene Versuche führten zu dem Ergebnis, daß der Alkohol den Drehnystagmus in allen seinen Komponenten dämpft. Zeit, Schlagzahl und besonders die Gesamtamplituden werden im Durchschnitt nicht erhöht, sondern deutlich herabgesetzt. Diesem Widerspruch näher nachzugehen, rechtfertigt unsere Mitteilung, zumal die Untersuchung des Drehnystagmus als objektives Meßverfahren für die Alkoholtoleranzprüfung empfohlen wird.

Bei allen experimentellen Nystagmus-Untersuchungen ist die Einhaltung eines konstanten und definierten Reizes von ausschlaggebender Bedeutung: sind doch Dauer und Intensität des Drehnystagmus von der Stärke des Beschleunigungsreizes, von Blickrichtung, Fixation und Kopfhaltung abhängig.

Für unsere Versuche verwendeten wir einen Drehstuhl, der durch die Besonderheiten seiner Einrichtung (SCHMIDT, HANSMANN, GOTTSCHALK) konstante Abläufe ermöglicht. Die Anfangsbeschleunigung betrug für eine Zeitdauer von 30—35 sec $4^{\circ}/\text{sec}^2$. Die hiernach erreichte Endgeschwindigkeit liegt bei $140^{\circ}/\text{sec}$. Sie hat eine Dauer von etwa 100 sec und gestattet einen isolierten und ungestörten Ablauf des Perrotatorius. Die Bremsverzögerung von $6^{\circ}/\text{sec}^2$ ist von 20 sec Dauer. Die Drehabläufe erfolgten, um etwaige Einflüsse durch Fixation und Blickrichtung auszuschalten, bei fixierter Kopfhaltung in völlig abgedunkeltem Raum. Die Registrierung wurde nach dem von JUNG angegebenen Verfahren elektronystagmographisch vorgenommen. Die Ableitung erfolgte bitemporal. Als Aufnahmegerät diente der Siemens-Cardiostat-Super mit Vorverstärker. Der Papiervorschub betrug jeweils 25 mm/sec. Vor Beginn jeder Ableitung wurde ein Eichausschlag bei einem Blickwinkel von 20° festgelegt. Die Auswertung der Kurven geschah, getrennt nach per- und postrotatorischen Abläufen, nach Zeitdauer, Schlagzahl und Gesamtamplitude (Buys). Der Postrotatorius II, der sich bei unseren Untersuchungen als sehr variabel und bedeutungslos erwies, wurde nicht ausgewertet.

* Nach einer vorläufigen Mitteilung auf der Tagung der Deutschen Gesellschaft für gerichtliche und soziale Medizin in Düsseldorf, Juli 1955.

Wir untersuchten insgesamt 35 Personen im Alter von 21—49 Jahren; 34 von ihnen waren Männer. Einige dieser Versuchspersonen wurden mehrfach abgeleitet. Es stehen 42 Nüchtern- und 38 Alkoholversuche zur Verfügung. Von 33 Versuchspersonen konnten mindestens je eine Nüchtern- und eine Alkoholableitung gewonnen werden. Auf diese Versuche beziehen sich im folgenden die Ergebnisse. Die Ableitungen wurden zu verschiedenen Tageszeiten durchgeführt. Der Blutalkoholwert lag zwischen 0,6 und 2,0 g-%.

Man weiß, daß die Labyrinthregung durch Drehbeschleunigung zu überaus unterschiedlichen Zahlenwerten führt (FRENZEL, JUNG, ARSLAN und WOLETZ). Die in Einzelberichten mitgeteilten Schwankungen sind recht beträchtlich, wobei wir allerdings in der Literatur eine Berechnung der Streuungswerte nicht gefunden haben. Wegen der Abhängigkeit vom jeweiligen Reiz war es überdies notwendig, ein eigenes Nüchtern-Material zu untersuchen. Der Perrotatorius dauerte 5 bis 78 sec, der Postrotatorius 40—145 sec. Die Schlagzahl schwankte im Perrotatorius von 9—158, im Postrotatorius von 46—163 Schlägen. Die entsprechenden Werte für die Gesamtamplitude lauteten 41 bis 1318° im Perrotatorius und 150—1408° im Postrotatorius. Wir konnten also die in der Literatur angegebene große Streubreite des Nystagmus bestätigen.

Ähnlich groß bleibt die Variationsbreite nach Alkoholgenuß. Hier lag die Zeitdauer im Perrotatorius zwischen 0 und 48 sec, im Postrotatorius zwischen 0 und 50 sec. Die Gesamtschlagzahl wies im Perrotatorius Werte von 0—116 Schlägen, im Postrotatorius von 0 bis 101 Schlägen auf. Die Gesamtamplitude schwankte im Perrotatorius von 0—854°, im Postrotatorius von 0—988°.

Berechnet man den Mittelwert und seine mittlere quadratische Abweichung, so ergibt sich für die *Zeitdauer* des Perrotatorius in nüchternem Zustand ein Wert von 41,2 sec, dessen Streuung $\pm 2,7$ sec beträgt. Der Postrotatorius dauerte im Mittel $61,8 \pm 5,6$ sec.

Stellt man diesen Mittelwerten die nach Alkoholgenuß gewonnenen Ergebnisse gegenüber, so zeigt sich eine eindeutige Dämpfung des Nystagmus. Die Mittelwerte für die Zeitdauer des Perrotatorius sanken um 38,1% auf $25,6 \pm 2,3$ sec ab. Der Postrotatorius zeigte ein ähnliches Verhalten. Die Zeitdauer verkürzte sich hier um 59,9%. Sie betrug nur noch $25 \pm 2,8$ sec. Ein gleiches Bild ergibt die Betrachtung der *Schlagzahl*. Wir fanden hier einen mittleren Nüchternwert für den Perrotatorius von 79,7 Schlägen bei einer Streubreite von $\pm 7,6$. Im Postrotatorius ergab sich ein Mittelwert von $92,4 \pm 5,3$ Schlägen. Nach Alkoholgaben verminderte sich der Mittelwert für den Perrotatorius um 50,8% auf $39,3 \pm 6,0$ Schläge. Der Postrotatorius wies nur noch $34,8 \pm 5,1$ Schläge auf, war also um 62,4% gedämpft. Besonders augenfällige Ergebnisse zeigt die Messung der *Gesamtamplituden*. Der mittlere Nüchternwert lag hier bei $432,8 \pm 53,7^\circ$ für den Perrotatorius

und $534,0 \pm 48,6^0$ für den Postrotatorius. Nach Alkoholgaben wurden die Mittelwerte im Perrotatorius um 64,7% auf $152,6 \pm 28,1^0$ gedämpft. Im Postrotatorius fand sich sogar ein Absinken um 67,6% auf $172,7 \pm 33,8^0$.

Die Dämpfung von Zeitdauer, Schlagzahl und Gesamtamplituden unter Alkoholwirkung ist nach den mitgeteilten Zahlenwerten offensichtlich. Auch statistisch läßt sich das unterschiedliche Verhalten als

signifikant nachweisen, da die Irrtumswahrscheinlichkeit unter 0,27% liegt. Die Abb. 1 und 2 zeigen graphisch an den Nüchtern- und Alkoholwerten die jeweiligen Grenzen der 3fachen σ -Werte für Zeit, Schlagzahl und Gesamtamplitude dargestellt. Hierbei ergibt sich, daß eine Überschneidung der Streuungsgrenzen praktisch nicht vorkommt, wobei der Abfall im Postrotatorius besonders deutlich hervortritt.

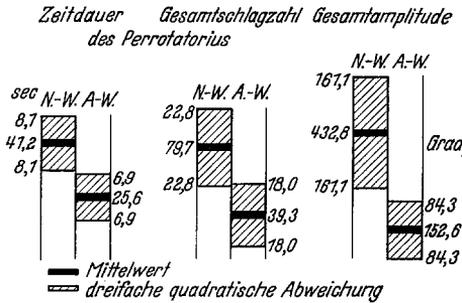


Abb. 1. Dreifache quadratische Abweichung der Nüchtern- und der Alkoholwerte des Perrotatorius

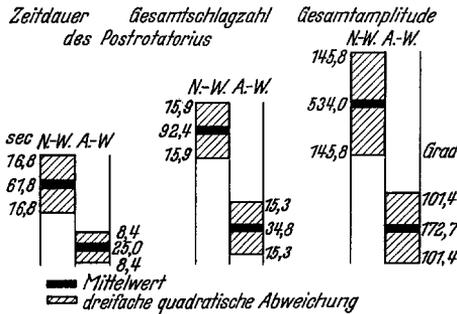


Abb. 2. Dreifache quadratische Abweichung der Nüchtern- und der Alkoholwerte des Postrotatorius

Es liegt sonach zweifellos ein Prinzip vor: Alkohol bewirkt nicht eine Verstärkung, sondern eine Dämpfung des Drehbeschleunigungsnystagmus. Den Untersuchungsergebnissen von TASCHEN, SCHULTE und ROTH, die dem Alkohol grundsätzlich eine verstärkende Wirkung zusprechen, ist zu widersprechen.

Auch die überraschend genauen Relationen zwischen der Höhe des Blutalkoholgehaltes und dem Grade der Veränderung des Nystagmus, die die genannten Autoren angeben, konnten wir, was den Dämpfungseffekt anlangt, in keiner Weise bestätigen.

Wir verglichen die Nüchterndurchschnittswerte von 42 Versuchspersonen mit 38 Alkoholversuchen, deren Blutwerte in 18 Fällen unter 1,00 und in 20 Fällen über 1,00 g-% lagen. Es zeigte sich, daß die Zeitdauer bei höheren Alkoholwerten eine nur um weniges stärkere Verkürzung erfährt, wobei eine Signifikanz nicht zu beweisen ist. Das gleiche gilt für die Schlagzahl im Postrotatorius, während die Schlagzahl

im Perrotatorium und die Gesamtamplituden bei niedrigen Alkoholwerten sogar stärker gedämpft sein können. Tabelle 1 gibt diese Verhältnisse wieder.

Tabelle 1. Vergleich der Nüchterndurchschnittswerte mit den Alkoholdurchschnittswerten bei Alkoholkonzentrationen bis zu $1\text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$ und über $1\text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$

	Zeitdauer		Gesamtschlagzahl		Gesamtamplituden	
	per	post	per	post	per	post
Nüchtern 42 Vp.	43,4	53,7	82,4	89,6	471,3	891,3
	$\pm 2,8$	$\pm 3,8$	$\pm 7,1$	$\pm 4,5$	$\pm 60,4$	$\pm 71,4$
Alkohol bis $1,00\text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$. . .	27,4	28,7	37,3	39,7	121,6	149,8
	$\pm 3,5$	$\pm 4,9$	$\pm 8,8$	$\pm 11,1$	$\pm 31,8$	$\pm 29,7$
Alkohol über $1,00\text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$. .	24,4	22,9	38,5	30,9	160,8	185,0
	$\pm 2,9$	$\pm 3,5$	$\pm 7,4$	$\pm 19,7$	$\pm 41,9$	$\pm 52,1$

Tabelle 2 zeigt 33 Versuche, geordnet nach der Höhe der Blutalkoholkonzentration mit den jeweiligen Gesamtdämpfungswerten. Es ergibt sich keine Korrelation zwischen Blutalkoholspiegel und Abschwächung des Nystagmus.

Tabelle 2. Gesamtdämpfungswerte in Prozenten
(Zeitdauer + Schlagzahl + Amplitude)

Nr.	BAK	Gesamt-Dämpfung	Nr.	BAK	Gesamt-Dämpfung	Nr.	BAK	Gesamt-Dämpfung
1	0,64	88,0	12	0,83	14,7	23	1,24	59,4
2	0,67	24,1	13	0,88	9,9	24	1,26	33,8
3	0,68	60,8	14	0,92	59,7	25	1,28	61,9
4	0,70	36,7	15	1,00	59,9	26	1,30	70,2
5	0,70	42,3	16	1,03	33,4	27	1,40	83,0
6	0,70	82,8	17	1,06	57,5	28	1,40	57,6
7	0,70	75,4	18	1,08	68,3	29	1,40	60,0
8	0,70	100,0	19	1,15	42,4	30	1,60	93,3
9	0,79	50,0	20	1,20	39,7	31	1,75	69,4
10	0,80	33,3	21	1,20	61,0	32	1,94	100,0
11	0,80	31,3	22	1,21	70,4	33	2,20	30,2

Wir glauben daher, daß die Stärke der Dämpfung nicht ausschließlich von der Höhe der Blutalkoholkonzentration, sondern wesentlich von der Alkoholtoleranz bestimmt wird. So fanden wir beispielsweise in einem unserer Fälle bei einer Blutalkoholkonzentration von $0,70\text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$ einen vollständigen Ausfall des per- und des postrotatorischen Nystagmus (bei durchaus nicht auffallend verkürzter Nüchternableitung), während eine andere Versuchsperson bei einem Blutalkoholspiegel von $1,75\text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$ nur eine knapp über dem Durchschnitt liegende Dämpfung aufwies.

TASCHEN hielt sich für berechtigt, aus einem einzigen Ableitungswert weitgehende praktische Rückschlüsse auf die Höhe der Blutalkoholkonzentration ziehen zu können. Schon die eingangs erwähnten bekannten Nüchternschwankungen machen es von vornherein höchst unwahrscheinlich, aus einer einzigen Ableitung derartige Schlüsse gewinnen zu können. Unsere Alkoholversuche ergeben eine so große Abweichung der Einzelwerte, daß man unter Berücksichtigung einer 3fachen Sicherung dieser Streuung zu einer erheblichen Überschneidung der Werte gelangen würde: Die Einzelableitung einer Versuchsperson — gleich, ob nüchtern oder unter Alkohol — kann also Werte ergeben, die sich sowohl als alkoholbedingte oder als Normalwerte einreihen und deuten lassen.

Es ergibt sich die Frage, ob und inwieweit die zweimalige Ableitung einer Versuchsperson — nüchtern und unter Alkohol — Aussagen zuläßt. Die Dämpfung des Alkohols wirkt sich auf die einzelnen Komponenten des Nystagmus unterschiedlich aus. In den Alkoholableitungen zeigten sich im Postrotatorius Schlagzahl und Gesamtamplitude ausnahmslos verkürzt, während die Zeitdauer hin und wieder keine Abschwächung aufweisen kann. Der Perrotatorius wird in seinen Komponenten nicht immer regelmäßig gedämpft.

Den Grad der Dämpfung richtig zu bemessen, ist schwierig. Wählt man absolute Zahlen, so kann die Angabe eines Differenzbetrages zu den in ihrer Höhe sehr unterschiedlichen Nüchternwerten ein falsches Bild von der Größe der Dämpfung ergeben: ein Abfall der Schlagzahl von 10 auf 5 ist gewichtiger als ein Absinken von 85 auf 80. Wählt man relative Beziehungen als prozentualen Ausdruck, so wird die Größe der Abschwächung im allgemeinen wohl besser erfaßt werden, wobei allerdings auch hier wegen der verschieden hohen Ausgangswerte die Aussage nicht treffend sein kann. Eine Abschwächung von 13 auf 10 bedeutet 30%, wobei ein solcher Abfall sicher dem Zufall mehr unterworfen ist als z. B. eine Abschwächung von 70 auf 48.

Die Schwierigkeit, ein richtiges Maß für die Abschwächung zu finden, und zum anderen das Fehlen eines gleichmäßigen Abfalls sämtlicher Komponenten erschweren die Beurteilung. Ein für Testungen verwertbares Maß der alkoholischen Beeinträchtigung läßt sich zwar nicht aus der Abschwächung der einzelnen Komponenten gewinnen, die Beobachtung lehrt jedoch, daß die Addition der gesamten prozentualen Dämpfungswerte für Zeitdauer, Schlagzahl und Amplitude im Per- und Postrotatorius regelmäßig eine Abschwächung ergibt, die in unseren Fällen im Durchschnitt 56% ausmacht. Fälle, bei denen bei dieser Betrachtung eine Dämpfung nicht gesehen wurde, fanden sich nicht (Tabelle 2). Diese Art der Berechnung hat sich als praktisch brauchbar

erwiesen und kann als Ausdruck für die durch Alkohol bedingte Größe der Beeinträchtigung gelten.

Zusammenfassung

1. Der Drehbeschleunigungsnystagmus wurde mit definierten und konstanten Reizen an 33 Versuchspersonen — nüchtern und nach Alkoholgaben — geprüft, elektronystagmographisch registriert und nach Zeitdauer, Schlagzahl und Gesamtamplitude ausgewertet. Es ergab sich unter Alkoholwirkung eine statistisch gesicherte Dämpfung der Mittelwerte aller Komponenten.

2. Bei den überaus großen individuellen Schwankungen des Nystagmus läßt eine Einzelableitung kein Urteil über eine vorliegende Alkoholbeeinflussung zu. Die Gegenüberstellung einer Nüchtern- und einer Alkoholkurve derselben Versuchsperson zeigt jedoch bei Betrachtung der Summe von Zeit, Schlagzahl und Gesamtamplitude ausnahmslos eine Abschwächung nach Alkoholgaben.

3. Die einzelnen Komponenten und ihre Summe zeigen keine Relation zum Blutalkoholwert; die Stärke der Dämpfung ist vielmehr Ausdruck einer jeweiligen Toleranz. Das Verfahren ist für forensische Testungen brauchbar.

Literatur

BARANY, R.: Untersuchungen über den vom Vestibularapparat des Ohres reflektorisch ausgelösten rhythmischen Nystagmus und seine Begleiterscheinungen. Mschr. Ohrenheilk. **40**, 191 (1906). — Verh. Österr. Otol. Ges. 1911. Ref. Zbl. Ohrenheilk. **10**, 34 (1912). Zit. nach MANZ. — BRSSER, A.: Über die Einwirkung der negativen Beschleunigung (Bremsverzögerung) auf den Drehnystagmus. Inaug.-Diss. med., Freiburg 1950. — BUYS, E.: Beitrag zum Studium des Drehnystagmus. Mschr. Ohrenheilk. **47** (I), 675 (1913). — DENYS, E., and M. B. HOWELLS: Nystagmus and other eye signs in acute alcoholism. Brit. med. J. **1952**, 862. — FISCHER, M. H.: Die Regulationsfunktionen des menschlichen Labyrinths und die Zusammenhänge mit verwandten Funktionen. Ergebn. Physiolog. **27**, 209 (1928). — FRENZEL, H.: Grundsätzliches zur Vestibularisuntersuchung bei Fliegern. Luftfahrtmed. Abh. **1936/37**, 192. — Neuere Bestrebungen zur Verbesserung der vestibulären Erregbarkeitsprüfungen und zur Frage einer „gezielten“ Vestibularisuntersuchung in der Praxis. Beih. Z. Hals-, Nas.- u. Ohrenheilk. **4**, 193 (1953/54). — Spontan- und Provokationsnystagmus als Krankheitssymptom. Ein Leitfaden für seine Beobachtung, Aufzeichnung und Formanalyse. Berlin: Springer 1955. — JUNG, R.: Neurophysiologische Untersuchungsmethoden. In Handbuch der inneren Medizin, 4. Aufl., Bd. V/1, S. 1325. — JUNG, R., u. R. MITTERMAIER: Zur objektiven Registrierung und Analyse verschiedener Nystagmus-Formen: vestibulärer, optokinetischer und spontaner Nystagmus in ihren Wechselbeziehungen. Arch. Ohr-, Nas.-, u. Kehlk.-Heilk. **146**, 410 (1939). — JUNG, R., u. J. F. TÖNNIES: Die Registrierung und Auswertung des Drehnystagmus beim Menschen. Klin. Wschr. **1948**, Nr 33/34, 513. — MANZ, R.: Der Einfluß geringer Alkoholgaben auf Teilfunktionen von Auge und Ohr. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **32**, 301 (1939/40). — MITTERMAIER, R.: Über den

Wirkungsmechanismus des Vestibularsystems. Arch. Ohrenheilk. **154**, 141 (1944). — Über die Ausgleichsvorgänge im Vestibularapparat. Z. Laryng. Rhinol. (Mitt. I. u. II) **29**, 487 u. 585 (1950). — Über die Beeinflussung des experimentell ausgelösten Nystagmus durch wiederholte Reizungen. Z. Laryng. Rhinol. **31**, 360 (1953). — RUNGE, W.: Augenbewegungsstörungen beim Alkoholrausch. Dtsch. med. Wschr. **1924**, 298. — SCHMIDT, O., H. HANSMANN u. P. GOTTSCHALK: Ein durch Schwerkraft betriebener Drehstuhl. Arch. Ohr., Nas., u. Kehlk.-Heilk. **170**, 132—141 (1956). — SCHULTE u. ROTH: Drehnystagmus und Blutalkoholkonzentration. Zbl. Verkehrs.-Med. **3**, 144 (1957). — SCHWAB, W., u. W. EY: Experimentelle Untersuchungen an Hör- und Gleichgewichtsapparat unter Alkohol. Münch. med. Wschr. **1955**, 658. — TASCHEN, B.: Eine einfache Nystagmusprobe zur Feststellung der Alkoholbeeinflussung. Med. Mschr. **1955**, 1, 25.

Dr. BALDUIN FORSTER, Göttingen, Geiststr. 7