

Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin der Universität Frankfurt a. M.
(Direktor: Prof. Dr. J. GERCHOW)

Über eine Möglichkeit zur Messung der Readaptation

Von

G. BOHNÉ und E. VAN BEUNINGEN

Mit 4 Textabbildungen

(Eingegangen am 21. Juli 1962)

Zahlreiche Ergebnisse von ärztlichen Untersuchungen über die Readaptation nach Blendung sind in der Literatur fixiert. Die Autoren bedienen sich dabei der Hilfe der Nyktometrie oder des Grafschen Bewegungskompensationsgerätes wie z. B. HAMBURGER, VAN BEUNINGEN, MANZ, SCHOLZ, FISCHER, FORSTER u. STARCK, PAPST u. ECHE sowie GRAF, um nur einige zu nennen. Vielfach wurde dabei der Einfluß von Alkohol und Medikamenten geprüft. BOHNÉ u. BOCK testeten unter anderem am Comberg-Nyktometer Probanden nach Zigarettenrauchen, da EICHHOLTZ ohne Quellenangabe darauf hingewiesen hatte, daß nach dem Genuß von zwei Zigaretten regelmäßig Störungen der Dunkeladaptation beobachtet wurden. Die inzwischen publizierten Ergebnisse gaben Veranlassung, die adaptationsbeschleunigende Wirkung des Nicotins unter verkehrsmedizinischen Gesichtspunkten zu prüfen, und in die Versuchsreihen diejenigen Genußmittel mit einzubeziehen, die beim Kraftfahren häufig eine Rolle spielen (Alkohol und Coffein) und auch eine forensische Bedeutung erlangen können.

Störungen des physiologisch-optischen Wahrnehmungsvermögens sind als häufige Unfallursache anzusehen, wobei der Blendung eine wesentliche Bedeutung zukommt. Auf die Differenzierung der Blendungsformen nach H. SCHÖBER soll hier nur verwiesen werden. Beurteilt man unter verkehrsstrafrechtlichem Aspekt das Verhalten eines Kraftfahrers während eines Blendvorganges, so ist zu fordern, daß er bei Sperrung der Sicht unmittelbar durch Bremsen und notfalls Anhalten reagiert und nicht sorglos in einen ihm optisch unaufgeschlossenen Raum hineinfährt. Während des Bremsens werden aber beispielsweise Ausweichbewegungen erforderlich, nämlich dann, wenn sich auf dem Bremsweg ein ein Hindernis bietender Gegenstand oder gar ein Mensch befindet, der vor Eintritt der Blendung nicht wahrgenommen werden konnte. Hinsichtlich des Erkennungsvermögens spielen eine Reihe von Faktoren eine Rolle, insbesondere die Intensität und Dauer des Lichteinfalls auf die Retina, die Überschreitung des Regelungsbereiches (R. WAGNER) sowie die Leuchtdichteverhältnisse im „Vorfeld“ des

Fahrzeugs und der darin enthaltenen Kontrastierung von Objekten. Es müssen infolgedessen während der Readaptationsphase für Kraftfahrer zwei Funktionen geprüft werden, nämlich a) die erste Kontrastwahrnehmung und b) die erste Formenerkennung als Zeichen des wieder-eintretenden Auflösungsvermögens der Augen.

Zweifellos kann nicht bestritten werden, daß Laborversuche, die unter statischen Bedingungen der einzelnen physikalischen Größen und meist unter günstigem psychischem Zustand von Probanden vorgenommen werden, nicht den kinetischen Verhältnissen im Straßenverkehr gerecht werden. Um prinzipielle Vergleichsuntersuchungen durchzuführen, bietet sich u. E. zwar die Nyktometrie an, doch unterscheidet sie sich wohl in bezug auf Leuchtdichtewerte, Schinkelgröße und Kontrastfläche von Verkehrssituationen. Die in der Literatur angegebenen Readaptationszeiten wie z. B. am Comberg-Nyktometer sind ermittelt worden, nachdem der Proband in der Lage war, 1—2mal fehlerlos die ihm dargebotenen Zahlenreihen unter entsprechender Kontrolle zu lesen.

Nach Besprechung mit LOSSAGK haben wir eine Apparatur bzw. Anlage gebaut, mit deren Hilfe wir bereits zahlreiche Untersuchungen durchgeführt haben. Wir erblicken darin eine Möglichkeit zur Messung der Readaptationszeit nach Blendung unter verkehrsstrafrechtlichen Gesichtspunkten, und zwar sowohl im zentralen als auch im peripheren Retinagebiet.

Im einzelnen sei die Versuchsanlage — wie aus Abb. 1 zu ersehen ist — wie folgt beschrieben.

Prüfung der *zentralen* Dunkeladaptation:

Die Versuchsperson (A) sieht durch einen schwarzen Trichter zwecks Einengung des Gesichtsfeldes auf eine im Abstand von 4,10 m befindliche Leinwand (Lw). Diese sowie das gesamte „Vorfeld“ werden von einem Scheinwerfer (Sch₂), der vor und unterhalb des Auges der Vp befestigt ist, angestrahlt, wobei ein Leuchtdichtefeld zwischen 8—40 asb entsteht. Der Proband muß sich auf diesen Helligkeitsbereich 5 min adaptieren, seine Hand ruht auf einem Magnetschreiber (SV), der auf der Trommel eines laufenden Kymographen (K) eine Linie schreibt. Nach beendeter Adaptation auf das gesamte „Vorfeld“ wird die Vp durch einen zweiten Scheinwerfer (Sch₁) von etwa 200 sb, der in einem Abstand von 3,30 m vor dem Probanden aufgestellt ist, geblendet. Der Scheinwerfer kann in seiner Höhe und seitlichen Richtung mit Hilfe eines Stativs verändert und somit sein Strahlengang variiert werden (vgl. Kurven für Leuchtbündelquerschnitte der Firma R. Bosch, Stuttgart). Nach der Blendzeit verlöschen die Scheinwerfer, und die Leinwand wird von einer Hilfsperson hochgezogen.

Hinter der Leinwand befinden sich drei Kästchen in der Größe von 30:17:15 cm, die von oben durch diffuses Licht (0,2; 0,5 und 1,0 asb) erleuchtet sind. Gearbeitet haben wir nach orientierenden Versuchen nur mit 0,2 asb, was nach LOSSAGK die Mindestleuchtdichte ist, die im Verkehr noch wahrgenommen werden muß. An der hinteren Fläche des Kästchens, das allseitig mit Plaka-Farbe (Pelikanol) bestrichen ist, befindet sich eine drehbare schwarze Scheibe mit einem Durchmesser von 5 cm

und einer Sehwinkelgröße von $0,65^\circ$. Ein 2 cm^2 großer ebenfalls schwarzer Zapfen (Nase), der an der Scheibe vorsteht, kann im Sinne eines Uhrzeigers verstellt werden. Dieser modifizierte Landoltsche Ring hebt sich von dem weißen Hintergrund in einem Kontrast von etwa 17% ab. Die Gesamtleuchtdichte des Kästchens mit dem Kontrast beträgt $0,2 \text{ asb}$. Erkennt der Proband nach Blendung erstmalig einen

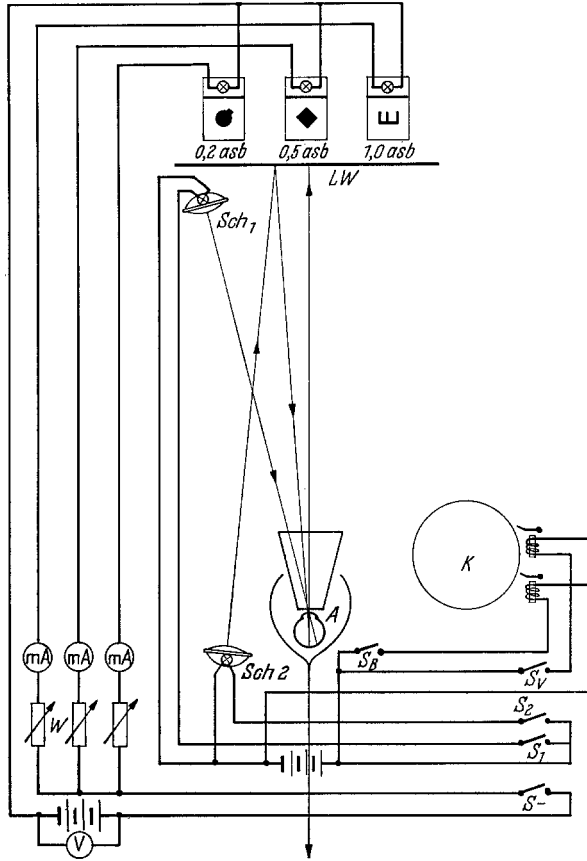


Abb. 1

Kontrast, dann betätigt er den Magnetschreiber, der eine Markierung auf dem mit $6,2 \text{ mm/sec}$ laufenden Kymographen auslöst. Zur Kontrolle des Zeitpunktes, in dem erstmalig Konturen bzw. die Stellung der „Nase“ erkannt werden, muß die Vp sofort die entsprechende Zifferblattzahl angeben (Formenerkennen) und erneut die Drucktaste für den Magnetschreiber betätigen. Der durch das Skotom hervorgerufene Wechsel des Erkennungsvermögens wird von der Vp so lange kymographisch registriert, bis die Endadaptationsstufe erreicht ist.

Durch einen zweiten Magnetschreiber (SB), den der Versuchsleiter betätigt, wird auf einer parallelen Kurve eine Markierung der Blendzeit sowie der zweiten Readaptationsstufe (Formensehen) vorgenommen. Die Leuchtdichtewerte unterliegen einer Kontrolle mit Hilfe des Leuchtdichtemessers nach Beck (Firma

Schmidt & Haensch, Berlin), die sich an und für sich erübrigt, da wir mit Gleichstrom arbeiten und somit nach einmaliger Einstellung die gleichen Lichtverhältnisse gewährleistet sind.

Um Messungen über die Readaptationszeit im Bereich des *peripheren* Gesichtsfeldes nach Blendung vornehmen zu können, haben wir die

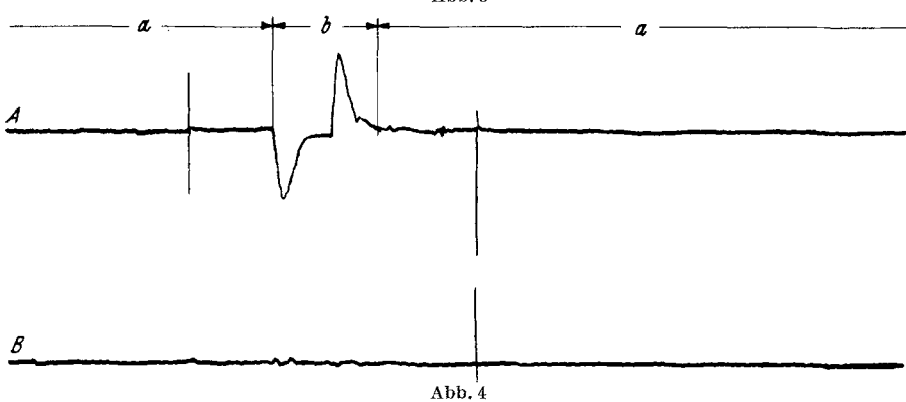
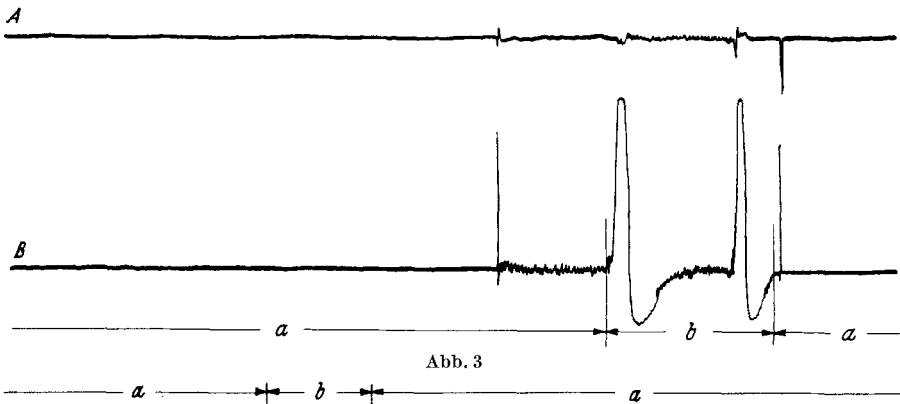
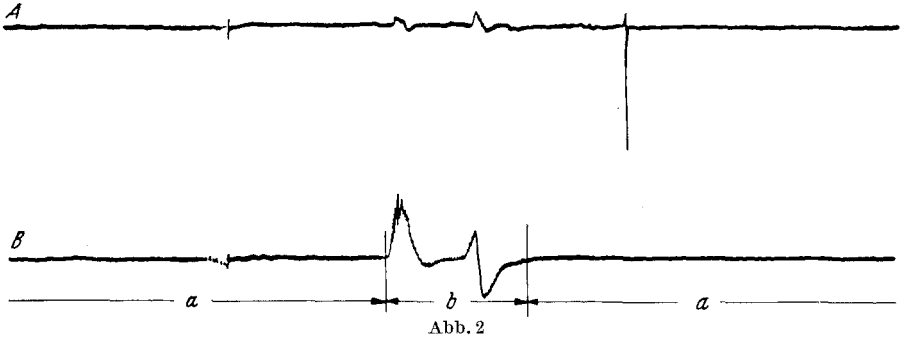


Abb. 2. Elektro-oculographische Kurven bei zentraler Fixation. *A* horizontale Ableitung; *B* vertikale Ableitung; *a* Kurve bei Fixation; *b* Kurve bei vertikaler Deviation

Abb. 3. Siehe Abb. 2. *a* Kurve bei Fixation; *b* Kurve bei Lidschlag

Abb. 4. Siehe Abb. 2. *a* Kurve bei Fixation; *b* Kurve bei horizontaler Deviation

Versuchsanlage variiert. Die Prüfung des peripheren Gesichtsfeldes setzt konzentrierte Aufmerksamkeit und vor allem eine zentrale Fixation voraus. Letztere kann bei der Perimetrie (z. B. Goldmann-Perimeter) durch Beobachtung der Pupille im Fadenkreuz kontrolliert werden. Im dunklen Raum bereitet dies hingegen Schwierigkeiten. Deviationen der Bulbi ließen sich unter dieser Bedingung optisch durch Infrarotfilmaufnahmen registrieren, doch könnte die erforderliche Kontrolle über die Stellung der Augen erst nach dem Versuch erfolgen, nachdem der Film entwickelt worden ist. Statt dessen haben wir uns für eine elektro-oculographische Methode entschieden und damit bereits brauchbare Ergebnisse erzielt. Die Firma F. Schwarzer, München, stellte uns ein für unsere Zwecke modifiziertes entsprechendes Gerät zur Verfügung, welches auf zwei Kanälen mit Hilfe von Direktschreibern durch Augenbewegung entstandene Potentialänderungen sofort abzulesen gestattet. Horizontale und vertikale Abweichungen von mehr als 2° werden durch Anlegen der Elektroden in unmittelbarer Augennähe angezeigt. Durch entsprechende Abschirmungen wurden Störströme ausgeschaltet und nach Entfernung des in Abb. 1 dargestellten Trichters das Kinn der Versuchsperson auf eine Stütze gelegt. Die Entspannung der gesamten Gesichtsmuskulatur ist erforderlich. Unter Verkehrsbedingungen muß in den unmittelbaren Aufmerksamkeitsbereich ein Sektor von etwa $12\text{--}14^{\circ}$, nämlich die eigentliche Fahrbahn und deren Randbezirke, einbezogen werden. Es erscheinen daher in erster Linie die in horizontaler Richtung mittels eines Engelkingschen Adaptometers aus verschiedenen Winkelgraden dargebotenen Lichtreize registrierungswert (Abb. 2—4).

Über die Versuchsergebnisse im einzelnen wird noch später berichtet.

Zusammenfassung

Es wurde unter verkehrsmedizinischen und verkehrsstrafrechtlichen Gesichtspunkten eine Methode entwickelt, die es gestattet, in größtmöglicher Annäherung an die Straßenverkehrsverhältnisse bei Nacht die Readaptationszeiten nach Blendung für Kontrastwahrnehmung und Formenerkennen unter elektro-oculographischer Fixationskontrolle im zentralen und peripheren binocularen Gesichtsfeld zu messen.

Literatur

- BEUNINGEN, E. VAN: Die Änderung von Sinnesleistungen durch Übung in ihrer Bedeutung für klinisch-ophthalmologische Untersuchungen. *Albrecht v. Graefes Arch. Ophthal.* **149**, 460 (1949).
- BOCK, H.: Der Einfluß des Rauchens auf spezielle für den Kraftfahrer wichtige Sinnesleistungen des Auges. *Inaug.-Diss. Ffm.* 1962.
- BOHNÉ, G.: Der Einfluß des Rauchens auf spezielle für den Kraftfahrer wichtige Sinnesleistungen des Auges. *Klin. Mbl. Augenheilk.* **140**, H. 5 (1962).

- EICHHOLTZ, F.: Lehrbuch der Pharmakologie, S. 270. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1951.
- FISCHER, J. P.: Untersuchungen des Dämmerungssehens und der Blendung unter dem Einfluß von Medikamenten und Alkohol. Inaug.-Diss. Zürich 1956.
- FORSTER, B., u. H. J. STARCK: Über die Hell- und Dunkeladaptation unter Alkoholeinfluß. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **49**, 66—69 (1959).
- GRAF, O.: Zit. in LAVES-BITZEL-BERGER, Der Straßenverkehrsfall, S. 64. Stuttgart: Ferdinand Enke 1956.
- HAMBURGER, F. A.: Das Sehen in der Dämmerung. Wien: Springer 1949.
- LOSSAGK, H.: Mündl. Unterred. Ratingen 1961.
- MANZ, R.: Der Einfluß geringer Alkoholgaben auf Teilfunktionen von Auge und Ohr. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **32**, 301 (1940).
- PAPST, W., u. K. ECHE: Das Problem der Blendungsempfindlichkeit für die Sicherheit im Straßenverkehr. Med. Welt **27**, 1409 (1961).
- SCHÖBER, H.: Zit. in LAVES-BITZEL-BERGER, Der Straßenverkehrsfall, S. 55. Stuttgart: Ferdinand Enke 1956.
- SCHOLZ, H.: Über den Einfluß der Blendung auf die Dämmerleistung. Arbeitsphysiologie **15**, 1—22 (1953).
- WAGNER, R.: Zit. in LAVES-BITZEL-BERGER, Der Straßenverkehrsfall, S. 56. Stuttgart: Ferdinand Enke 1958.

Dr. med. G. BOHNÉ, Frankfurt a. M., Forsthausstr. 104