Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 56 (1965)

Heft: 20

Artikel: Die Beeinträchtigung der Sicherheit im Strassenverkehr durch Blendungseffekte

Autor: Goldmann, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-916411

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

ziert wurden. Gleichzeitig werden die Apparate durch die tiefe Stossansprechspannung wirksam geschützt. Die bisherigen Grossversuche lassen die Hoffnung zu, dass der Schutz ohne Schmelzsicherung in absehbarer Zeit allgemein eingeführt wird. Besondere Massnahmen sind aber nötig bei Freileitungen, die Niederspannungsleitungen kreuzen.

5.3 Schutz von Kabeln beim Übergang auf Freileitungen

Die Probleme sind ähnlich wie unter Ziff. 5.2 und werden gleich gelöst. Die Ableiter werden zwischen jede Ader und den Kabelmantel geschaltet. Man muss sich aber bewusst sein, dass die Ableiter nur die Spannung am Einbauort begrenzen. Bei einem sehr starken Stoßstrom baut sich unter dem Einfluss des Spannungsabfalles auf dem Mantel auf einer Strecke von einigen Hundert Metern wieder eine Spannung auf, die das Kabel dort erneut gefährden kann. Die gleiche Gefahr besteht bei einem direkten Einschlag in das Kabel, der in Gebieten mit schlechter Bodenleitfähigkeit eine reelle Gefahr darstellt. Da man die Ableiter nicht in derart kurzen Abständen einbauen kann, die für den Schutz des Kabels nötig waren, kommt man in kritischen Fällen nicht ohne Spezialkabel aus. In nicht extrem gefährdeten Gebieten genügt jedoch ein Schutz des Kabels am Übergang auf die Freileitung vollständig.

5.4 Schutz empfindlicher Apparate gegen Überspannungen

Eine begrenzte Zahl von Elementen, die in der Nachrichtentechnik verwendet werden, kann mit relativ kleinem Mehraufwand so gebaut werden, dass sie auch hohen Stossspannungen zu widerstehen vermögen wie z. B. Linienrelais in Telephonzentralen, Umschalterelais für Gemeinschaftsanschlüsse usw. In vielen Fällen kann aber eine Stoßspannungsfestigkeit von mehreren kV nur mit unverhältnismässig grossen Schwierigkeiten und Kosten erreicht werden. Das betrifft z. B. Filter zum Aussieben bestimmter Frequenzbereiche für Fernsteuerungsanlagen sowie die meisten Apparate, die Halbleiter als passive oder aktive Elemente enthalten. So übernehmen z. B. Spannungsableiter den Schutz der neuen Ausrüstungen für die 12-kHz-Gebührenmelder der PTT und der mit Transistoren bestückten Leitungsverstärker für Klein-Koaxialkabel. Deren Schutz ist deshalb so wichtig, weil von diesen leistungsfähigen Nachrichtenverbindungen eine sehr hohe Betriebssicherheit verlangt wird und Reparaturen nur mit einem gewissen Zeitverlust ausgeführt werden können. Die Verstärker befinden sich in kurzen Abständen längs des Kabels in unterirdischen Schächten.

Der Schutz von Geräten mit Transistorverstärkern und anderen Halbleitern gegen Überspannungen auf den angeschlossenen Leitungen muss ebenso sorgfältig geplant werden wie deren übrige Eigenschaften, sonst sind Ausfälle unvermeidlich, denn Überspannungen auf Kabeln sind ebenfalls sehr häufig zu erwarten, besonders in Gebieten mit erhöhter Blitzgefahr und im Einflussbereich von Hochspannungsleitungen.

Man wird in den meisten Fällen für den Grobschutz von Transistorgeräten Spannungsableiter einsetzen und die Restspannungen durch vorgespannte Dioden oder Zenerdioden begrenzen.

Adressen der Autoren:
Dr. *G. Brumm,* Cerberus AG, 8708 Männedorf, und *H. Meister,* Abteilung Forschung und Versuche, Generaldirektion PTT, Speichergasse 6, 3000 Bern.

Die Beeinträchtigung der Sicherheit im Strassenverkehr durch Blendungseffekte

Vortrag, gehalten an der Diskussionsversammlung der SBK vom 6. April 1965 in Bern,

von *H. Goldmann,* Bern

351.754.7 : 612.843.367

Die schweizerischen allgemeinen Leitsätze für Beleuchtung definieren die Blendung folgendermassen:

Unter Blendung versteht man einen Sehzustand, der durch eine unzweckmässige Leuchtdichteverteilung, durch zu hohe Leuchtdichten oder zu grosse räumliche oder zeitliche Leuchtdichtekontraste ein Missbehagen hervorruft (psychologische Blendung) oder eine Herabsetzung der Sehfunktion (Unterschiedsempfindlichkeit, Formenempfindlichkeit, Wahrnehmungsgeschwindigkeit usw.) zur Folge hat (physiologische Blendung).

Man unterscheidet also *physiologische Blendung* (disability glare) von *psychologischer Blendung* (discomfort glare). Unter jener versteht man die messbare Verschlechterung der Sehfunktion durch Lichteinwirkung aufs Auge. Sie entsteht:

1. Durch plötzliche Änderung des Leuchtdichtenniveaus, so dass der Adaptationszustand, d. h. der den bisherigen Leuchtdichtenverhältnissen angepasste Zustand des Auges, dem nunmehr herrschenden Leuchtdichtenniveau nicht mehr entspricht: das ist die *Adaptationsblendung* (oder *Sukzessivblendung).* Sie spielt heute eine sehr grosse Rolle im Strassenverkehr bei der Frage der Strassentunnelbeleuchtung.
2. Werden die Leuchtdichtenunterschiede in der Umwelt zu gross, als dass sich das Auge durch Lokaladaptation anpassen kann und wird dadurch die Sehleistung vermindert, so spricht man von *Relativblendung.* Wird schliesslich die Anpassung überhaupt unmöglich, so nennt man das *Absolutblendung* (Sonne). Relativ- und Absolutblendung fasst man unter den Namen *Simultanblendung* zusammen. Nach jeder Simultanblendung bleibt eine kürzere oder längere Zeitspanne herabgesetzte Sehfunktion unter den Bedingungen der Ausgangsleuchtdichte bestehen. Zur Wiederherstellung der ursprünglichen Sehverhältnisse bedarf es einer *Readaptationszeit.*

Unter *psychologischer Blendung* versteht man das subjektive Unbehagen, das durch zu grosse Kontraste im Gesichtsfeld hervorgerufen wird. Sie braucht nicht mit einer unmittelbar messbaren Verminderung der Sehleistung einherzugehen. Sie führt raschere Ermüdung herbei und erhöht die Ablenkbarkeit. Ein Maßstab für diese Art von Blendung wird erhalten aus dem qualitativen Urteil eines Beobachterkollektivs über gerade noch annehmbare und unannehmbare Beleuchtungsbedingungen (BCD: borderline between comfort and discomfort). Eine psychologisch blendfreie Anlage ist immer auch physiologisch blendungsfrei, aber nicht umgekehrt. Bei Innenräumen ist eine psychologisch blendungsfreie Anlage anzustreben. Auf Strassen ist dies kaum zu erreichen: Ganz allgemein sollte aber angestrebt werden, dass alle vom Fahren ablenkenden Lichtsignale (Reklamen!) ausgeschaltet, aber auch zu grosse Eintönigkeit vermieden werden sollte. Von psychologischer Blendung wird im folgenden nur nebenbei die Rede sein.

Gehen wir nun dazu über, für die physiologische Blendung die quantitativen Beziehungen zu betrachten. Für die Adaptationsblendung gilt folgende Gleichung:

$$B_t = \frac{B_A}{K} t^{-m}$$

oder

$$\lg B_t = \lg \frac{B_A}{K} - m \lg t$$

d. h. eine lineare Beziehung zwischen $\lg B_t$ und $\lg t$. Darin bedeutet B_t jene Leuchtdichte, die nach der Zeit t gerade genügt, um einen bestimmten Kontrast erkennen zu können. B_A ist die Ausgangsleuchtdichte. K ist eine Konstante, die von der *Sehaufgabe* (Kontrast an einer Marke bestimmter Grösse, Formerkennen) abhängt; je einfacher die Aufgabe umso grösser K. Ausserdem hängt K von der Versuchsperson ab: bei alten Leuten ist K im allgemeinen kleiner als bei jungen, bei ungeübten kleiner als bei geübten; m hängt, wie es scheint, ausser von den gleichen Faktoren auch noch von B_A ab. Die empirisch von *F. Mäder* gewonnenen Werte zeigt Tabelle I.

Minimale Leuchtdichten

Tabelle I

Abstand vom Tunneleingang	$B_t = \frac{20\,000}{7} t^{-1,3}$ [asb] für			$B_t = \frac{20\,000}{10} t^{-1,3}$ [asb] für		
	60 km/h	80 km/h	100 km/h	60 km/h	80 km/h	100 km/h
0...42	1260			930		
0...67		1260			930	
0...98			1260			930
100	565			395		
150	250	515		175	360	
200	155	280	525	110	195	380
250	110	185	315	75	130	220
300	80	135	215	57	95	150

Man sieht sofort, dass unmittelbar nach Tunneleinfahrten Leuchtdichten verlangt werden, die mit künstlichem Licht nicht aufzubringen sind, selbst wenn man einen konstanten Wert für B_A einsetzen dürfte. Das ist nun aber keineswegs der Fall; schwankt doch die Tagesleuchtdichte von mehreren 100 000 bis herab zu einigen hundert asb und weniger. Nur durch Tunnelvorbauten, deren Helligkeit automatisch vom Tageslicht gesteuert wird, durch Begrenzung der Fahrgeschwindigkeit und durch richtigen Anstrich der Tunnelwände neben einer zweckmässigen künstlichen Beleuchtung des Tunnels werden Bedingungen für gefahrloses gleichmässiges Fahren erzeugt.

Gehen wir zur *Simultanblendung* über, die uns nur als Relativblendung durch Autoscheinwerfer interessiert. Hier hat sich die Formel von *Holladay* bewährt:

$$B_A{}^* = B_g + B_s$$

$$B_s = c \frac{E}{\Theta^2}$$

Diese Formel ist aus der Überlegung gewonnen, dass durch das blendende Licht, das das Auge mit der Beleuchtungsstärke E beleuchtet, im Auge zusätzlich zu der die Abbildung liefernden Leuchtdichte B_g eine Schleierleuchtdichte B_s erzeugt wird, die umso grösser ist je näher im Winkelmass Θ das blendende Licht dem Fixationspunkt liegt. c ist eine Konstante. Man kann es auch anders ausdrücken: Durch

34'395-408

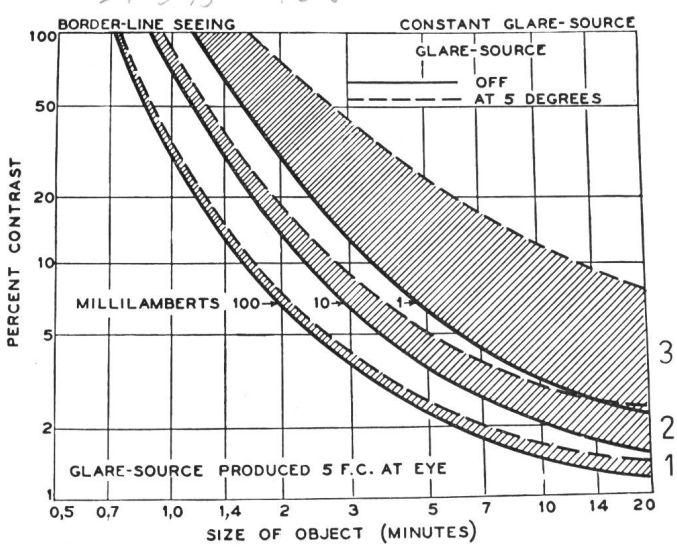

Fig. 1

Physikalischer Kontrast des Prüfungsobjektes gegen Hintergrund (bei drei verschiedenen Leuchtdichten) in Funktion der Winkelgrösse des Objektes

nach *Luckish* und *Moss*

1 bei 1000 asb; *2* bei 100 asb; *3* bei 10 asb auf weissem Grund. Beleuchtungsstärke des Beobachterauges durch die punktförmige Blendungsquelle 50, $\Theta = 5^0$

die Blendung wird das Adaptationsniveau von B_g auf B_A verlegt. Dadurch wird ein Detail, das bei B_g gerade noch sichtbar war, unsichtbar und nur eine allgemeine Erhöhung der Leuchtdichte um B_s macht es wieder sichtbar. Die Formel hat sich recht gut bewährt. Man ersieht aus ihr, dass — wenigstens für Lichtquellen von geringer Ausdehnung (bis 2^0), wie den Autoscheinwerfern — die Ausdehnung der Lichtquelle ohne Bedeutung ist; ebenso die Lichtfarbe. Wichtig ist, dass die Blendungswirkung verschiedener Lichtquellen summiert werden können, also:

$$B_A{}^* = B_g + c \sum \frac{E}{\Theta^2}$$

Was für die Autoscheinwerfer aus der Formel folgt, zeigen die nächsten Figuren. Fig. 1 beweist, dass die Blen-

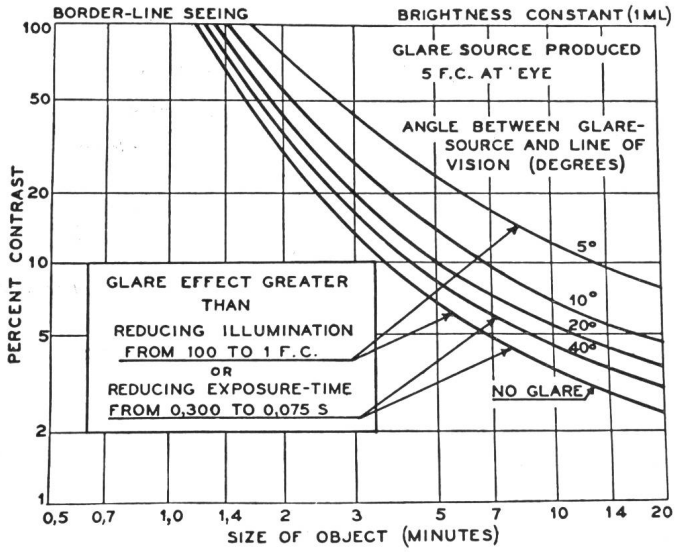

Fig. 2

Physikalischer Kontrast des Prüfobjektes gegen Hintergrund (bei verschiedenem Winkelabstand der blendenden Lichtquelle vom Fixierpunkt des Beobachters) in Funktion der Winkelgrösse des Objektes

nach *Luckish* und *Moss*

1 Abstand 5^0; *2* Abstand 10^0; *3* Abstand 20^0; *4* Abstand 40^0; *5* Abstand $> 40^0$ (keine Blendung)

dungswirkung einer konstanten Lichtquelle umso grösser ist, je geringer die Grundleuchtdichte ist, d. h. bei geringer Strassenleuchtdichte und geringem Kontrast der Gegenstände wird auch die Zunahme der Strassenleuchtdichte durch die Scheinwerfer des entgegenkommenden Autos nicht genügen, der Blendung entgegenzuwirken.

Fig. 2 zeigt die Abhängigkeit der Blendung vom Winkel Θ, und Fig. 3 nach *Stiles* und *Dunbar* den Verlauf der Blen-

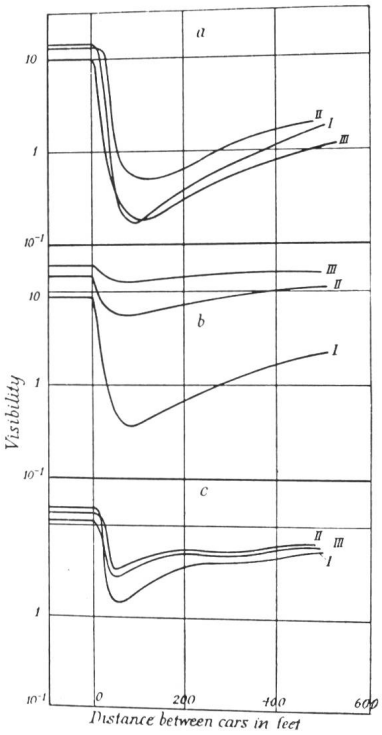

Fig. 3
Abnahme der Sehleistung *V* in Funktion der Entfernung eines Beobachters von einem mit verschieden eingestellten Scheinwerfern ausgerüsteten Automobil (Rechtsfahren)
nach *Stiles* und *Dunbar*
I der Beobachter schaut geradeaus; *II* der Beobachter betrachtet einen Punkt, der sich 1,5 m rechts der Fahrbahn befindet; *III* der Beobachter betrachtet einen Punkt, der sich 2,7 m rechts der Fahrbahn befindet; *a* achsial stehender Scheinwerfer; *b* der gleiche Scheinwerfer 1,3° nach unten und zugleich etwas gegen den Strassenrand gerichtet; *c* Scheinwerfer mit günstiger asymmetrischer Lichtstromverteilung
Distanzangaben in Fuss

dung auf einer Strasse, wenn ein Auto mit verschiedenen gestellten Scheinwerfern vorbeipassiert. Man sieht, dass die maximale Blendwirkung für 20...30 m Abstand der Scheinwerfer, d. h. bei $\Theta = 2...4^0$ liegt. Sie brauchen nun noch folgendes zu wissen, um sich ein rechtes Bild zu machen: die Objekte auf der Strasse (besonders Menschen) haben, wie Fig. 4 zeigt 5...20 % albedo; die trockenen Strassen ca. 2...3 %, die nassen 0; die Leuchtdichte der durch abgeblendete Scheinwerfer beleuchteten trockenen Strassen beträgt zwischen 0,03...0,1 asb. Die Beleuchtungsstärke E der gebräuchlichen (abgeblendeten) Scheinwerfer auf dem Auge liegt zwischen 0,5 und 0,9 lx; $c = 9{,}2$.

Was die psychologische Blendung anlangt, so gibt es eine ganze Reihe von Formeln, die einen psychologischen Blendungsfaktor errechnen lassen, z. B. nach *Hopkinson:*

$$G = \frac{B_s^{1,6}\,\omega^{0,8}}{P^{0,6}\,F}$$

darin ist B_s die Leuchtdichte jeder einzelnen Lichtquelle, ω der Raumwinkel der Lichtquelle vom Auge aus, F die

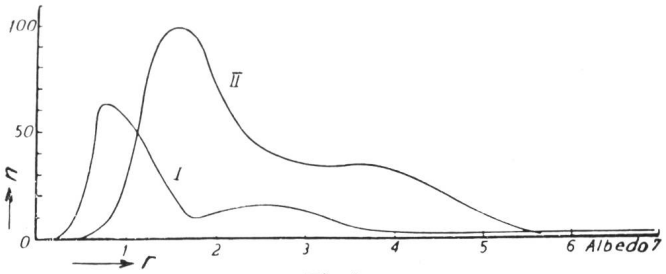

Fig. 4
Eine Statistik über den Reflexionskoeffizienten von Kleidungen
Da das Reflexionsvermögen von trockenen Asphaltstrassen zwischen 5...15 % liegt, von nassen Asphaltstrassen bei 0, so sieht man, wie wenig sich im allgemeinen Menschen auf der Strasse vom Grund abheben. Bei Blendung können sie leicht verschwinden
Abszisse: Reflexion in Albedo; *Ordinate:* Zahl der Kleider; *I* Mäntel; *II* Anzüge

Leuchtdichte des Hintergrundes, P ein «Positionsfaktor». Überschreitet G einen bestimmten Betrag, dann ist Unbehagen zu erwarten. Wichtig für uns ist, dass bei der psychologischen Blendung sowohl die Ausdehnung der Lichtquelle als auch die Lichtfarbe eine Rolle spielt: gelbes Licht wird subjektiv weniger unangenehm empfunden als weisses oder gar blaues Licht.

Gehen wir nun zu den physiologischen Grundlagen der entwickelten Formeln für physiologische Blendung über. Seit

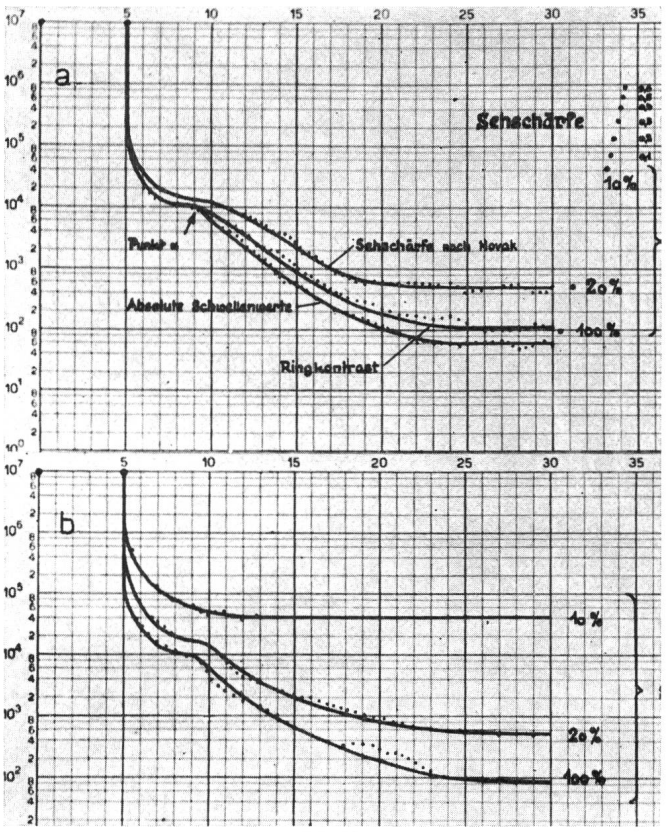

Fig. 5
Normale Dunkeladaptationskurve
nach *Fankhauser*
Abszisse: Zeit; *Ordinate:* Logarithmus der Schwellenleuchtdichte
Man beachte den Punkt α, wo die rasche Zapfenadaptation beendet ist, die langsame Stäbchenadaptation noch weitergeht
a man sieht übereinander den Verlauf der Adaptation, den man bei verschiedenen Kriterien erhält: absolute Schwelle, Formwahrnehmung («Ringkontrast» bei 100 % und 20 % Kontrast). Ausserdem ist oben rechts eingetragen, welche Leuchtdichten nach vollendeter Dunkeladaptation nötig sind, um einen Ring mit 10 % Kontrast gegen den Hintergrund zu erkennen, sowie verschiedene Sehschärfen zu erreichen
b Verlauf der Dunkeladaptation. Kriterium: Ring, der sich mit 100 %, 20 % und 10 % Kontrast vom Hintergrund abhebt

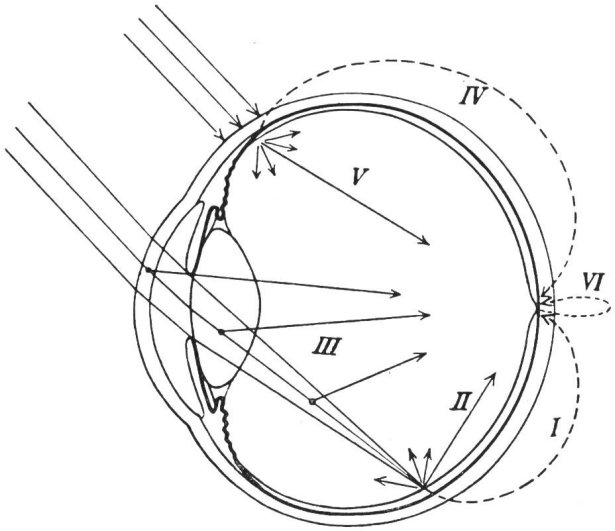

Fig. 6
Wirkung des blendenden Lichtes auf das menschliche Auge
nach *Schouten* und *Ornstein*
I, IV und *VI* hemmende Wirkung der beleuchteten Netzhautstelle auf die übrige Netzhaut; *II* Zerstreuung des Lichtes beim Auftreffen auf die Netzhaut; *III* Zerstreuung des Lichtes beim Auftreffen auf die Hornhaut und die Linse, sowie im Glaskörper; *V* Zerstreuung des Lichtes beim Auffallen auf die Lederhaut

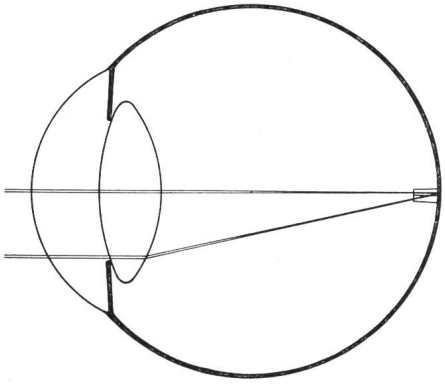

Fig. 7
Schema des Stiles-Crawford-Effekts
Der durch einen kleinen Zylinder dargestellte Zapfen wird vom achsialen Strahl in dieser Längsrichtung, von einem peripheren Strahl hingegen schräg getroffen

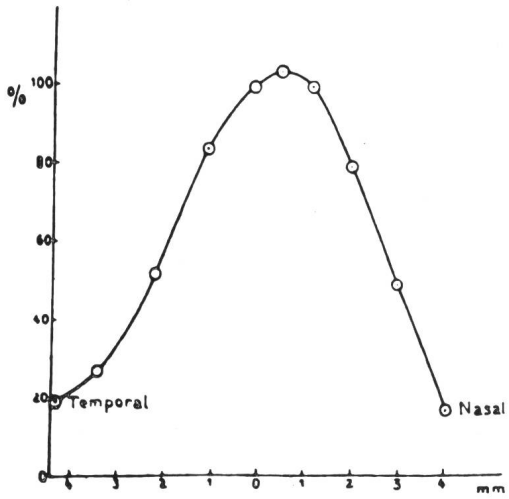

Fig. 8
Stiles-Crawford-Effekt
Die Abnahme des Reizeffektes mit der Distanz des einfallenden Strahles von der Achse
Abszisse: Abstand von der Achse; *Ordinate:* Helligkeitseindruck gleich intensiver Lichter in % des Maximums

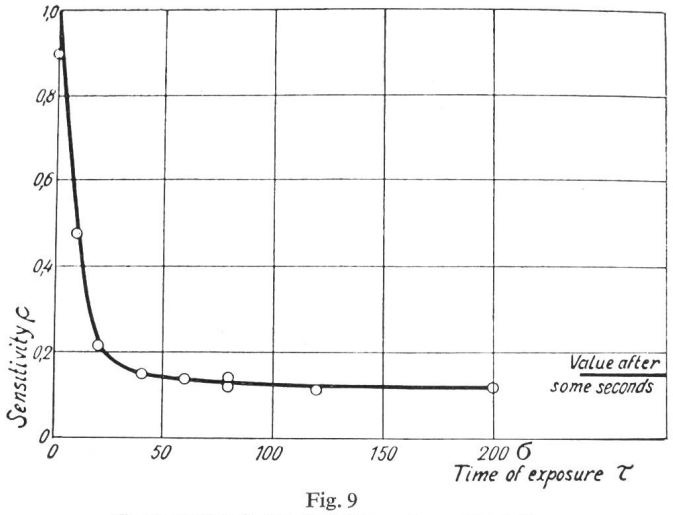

Fig. 9
Geschwindigkeit der Ausbildung der α-Adaptation
nach *Schoulen* und *Ornstein*
Abszisse: Zeit in ms; *Ordinate:* Verhältnis der Lichtintensität, die ohne Blendung (E_1) eine binoculare Gleichung zwischen einem vom nicht geblendeten und einem vom geblendeten Auge gesehenen Halbfeld ergibt, zu der Intensität, die mit Blendung (E_2) dieser Gleichung gibt:

$$\varrho = \frac{E_1}{E_2}$$

langem weiss man, dass Übergang von hell zu dunkel von einer relativ langsamen, d. h. nach Verdunkelung nicht unmittelbar voll entwickelten Empfindlichkeitszunahme des Sehorgans gefolgt ist. Diese verläuft, wie Fig. 5 zeigt, in mindestens zwei Etappen: der relativ raschen Adaptation der Zapfen und der langsamen der Stäbchen. Für die Adaptationsblendung interessiert uns hier nur die Zapfenadaptation. Sie verläuft wie auch die Stäbchenadaptation — wenn man als Kriterium die Erkennbarkeitsschwelle eines Objektes nimmt, geradelinig, wenn man als Abszisse den Logarithmus der Zeit und als Ordinate den Logarithmus der Schwelle aufträgt, also genau so, wie wir oben das Gesetz der Tunnelbeleuchtung formuliert haben.

Nun zur Simultanblendung. Während uns im Zusammenhang mit der Adaptationsblendung bei Tunneleinfahrt nur das Zapfenverhalten, das sog. photopische Sehen interessierte, werden wir uns jetzt — im Zusammenhang mit der Scheinwerferblendung auf nächtlichen Strassen — mit Eigen-

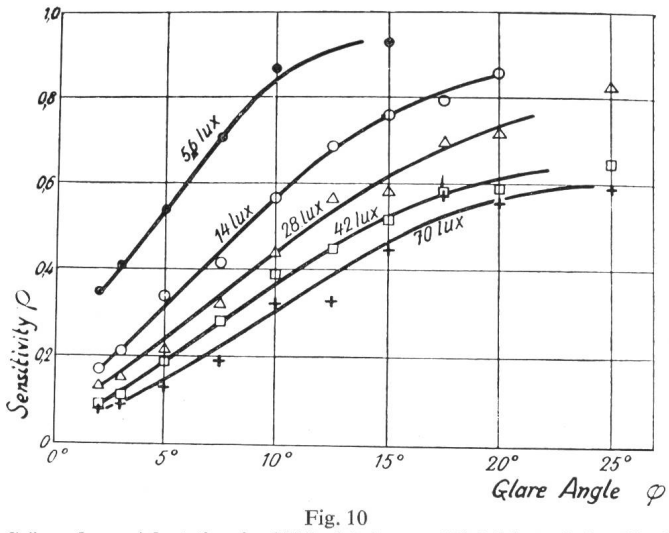

Fig. 10
Grösse der α-Adaptation in Abhängigkeit vom Winkelabstand des Blendlichtes vom Fixierpunkt (für verschieden blendende Lichtquellen)
nach *Schouten* und *Ornstein*
Abszisse: Winkelabstand Θ des Blendlichtes; *Ordinate:* wie Fig. 9

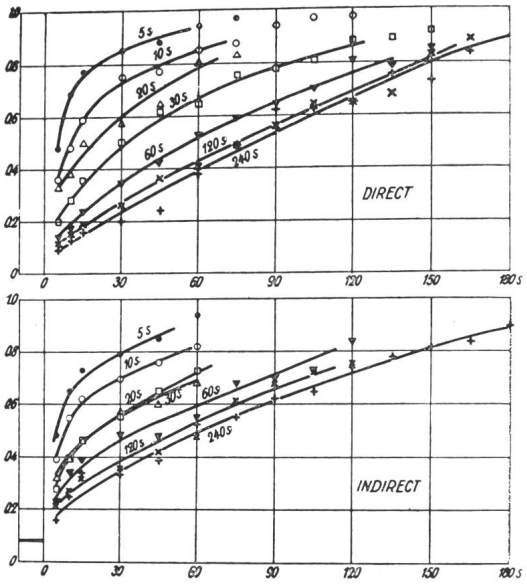

Fig. 11
Abhängigkeit der β-Adaptation von der Einwirkungsdauer des blendenden Lichtes
nach *Schouten* und *Ornstein*
Abszisse: Zeit nach Aufhören der Blendung; *Ordinate:* wie Fig. 9
a Blendlicht um den Fixierpunkt; *b* Blendlicht abseits vom Fixierpunkt

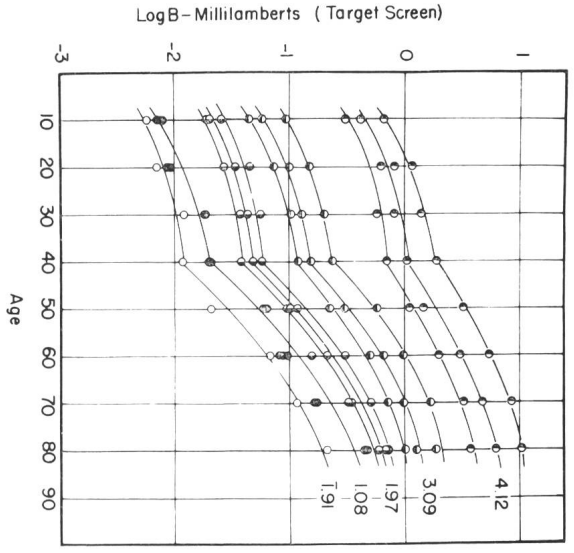

Fig. 13
Logarithmus der Schwellenleuchtdichte bei verschiedenen Logarithmen der Blendungsdichte (Zahlen rechts) in verschiedenen Altersstufen (Knick bei 40 Jahren)
nach *Wolf*
Jede Dreiergruppe bedeutet von oben nach unten Abstand des Blendlichtes vom Prüfobjekt: 4°, 7°, 10°

schaften des Stäbchensehens, des sog. skotopischen Sehens zu beschäftigen haben.

1. Im Auge gibt es recht viel Streulicht, wenn viel Licht das Auge trifft. Wo es herkommt, zeigt Fig. 6. Der grösste Teil dieses Streulichtes hat bei Tageslicht auf die Bildgüte geringen Einfluss, nicht nur wegen der engen Pupille, sondern wegen eines Effektes, der das Zapfensehen besonders auszeichnet, bei den Stäbchen nur wenig ausgeprägt ist — der Stiles-Crawford-Effekt. Strahlen, die schräg zu der Längsachse der Zapfen einfallen, haben einen sehr viel geringeren Reizeffekt als diejenigen, die in der Längsachse einfallen. Die Zapfenachsen stehen senkrecht zur Augenwand (Fig. 7). Da das meiste Streulicht schräg zu den Zapfenachsen einfällt, ist sein Effekt beim photopischen Sehen geringer (Fig. 8); hingegen ist er bedeutend beim skotopischen Sehen, dem Sehen mit den Stäbchen, bei denen der Stiles-Crawford-Effekt unwesentlich ist.

2. Wird auf einen Punkt der Netzhaut ein helles Licht geworfen, so wird augenblicklich das übrige Gesichtsfeld dunkler: das ist die sog. α-Adaptation. Fig. 9 zeigt, wie rasch dieser Vorgang vor sich geht und Fig. 10 die Abhängigkeit der zentralen Gesichtsfeldverdunkelung vom Abstand des Blendlichtes vom Fixierpunkt in Winkelgraden und von seiner Stärke. Die Ordinate bedeutet, auf wieviel % der ursprünglichen die Helligkeit des Gesichtsfeldes abgenommen hat. Eine solche Verdunkelung ist nicht nur vorübergehend. Sie hält während der Einwirkung des Blendlichtes an. Sie stellt einen nervösen Hemmungsvorgang dar. Der Vorgang ist direkt proportional der Beleuchtungsstärke des blendenden

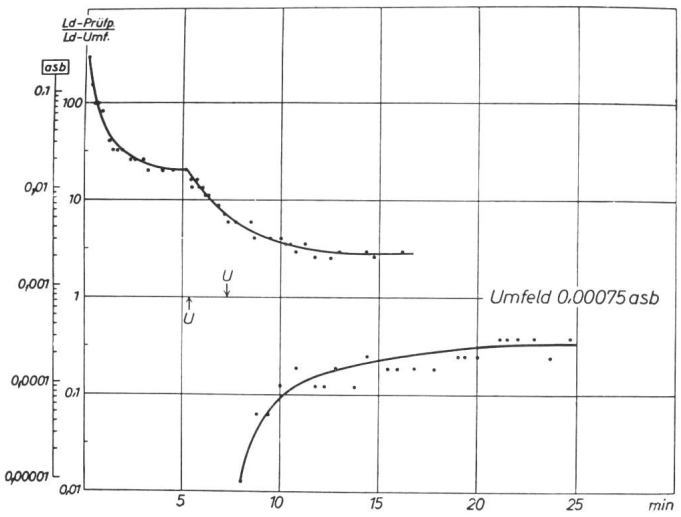

Fig. 12
Zeitlicher Ablauf der Adaptation auf eine Umfeldleuchtdichte von 0,00075 asb nach 10 min währender Ausblendung mit einer Umfeldleuchtdichte von 2600 asb
nach *Aulhorn*
Obere Kurve: Messung mit Prüfzeichen heller als Umfeld;
untere Kurve: Messung mit Prüfzeichen dunkler als Umfeld
Abszisse: Zeit; *Ordinate:* Prüfpunktleuchtdichte in asb

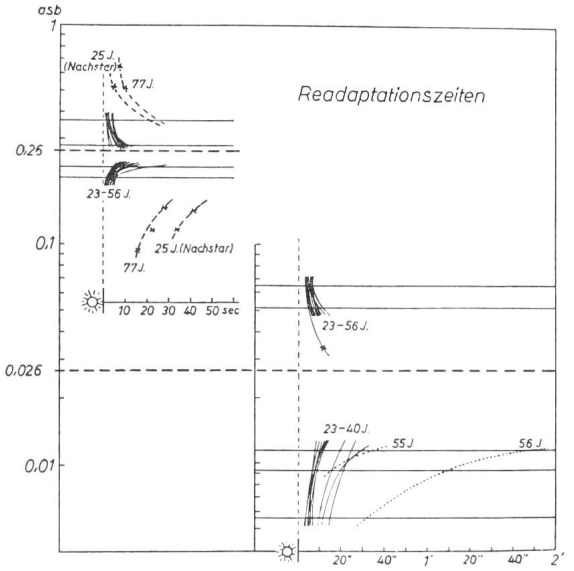

Fig. 14
Readaptationszeiten nach 20 s währender Ausblendung mit einer kleinen Blendlichtquelle von 4 Millionen asb
nach *Aulhorn*
Die Kurven der linken Hälfte sind bei einem Umfeld von 0,26 asb gewonnen, die der rechten Hälfte bei einem Umfeld von 0,026 asb
Abszisse: Zeit; *Ordinate:* Prüfpunktleuchtdichte in asb

Lichtes und umgekehrt proportional dem Winkel Θ, zwischen Blendlicht und Fixierpunkt. Die Herabsetzung der gesamten Helligkeit geht — besonders bei den stärkeren Graden — mit einer Verminderung der Schwellenempfindlichkeit einher.

3. Hört die Blendung auf, nachdem sie einige Zeit gedauert hat, so stellt sich der vorhergehende Adaptationszustand nicht momentan sondern nur allmählich — offenbar durch Zunahme von photochemisch aktiver Substanz — wieder her: *β-Adaptation* oder *Readaptation*. Man sieht also nicht nur während der Blendung schlechter, sondern auch nachher, und zwar während Bruchteilen von Minuten bis Minuten schlechter als vorher (Fig. 11). Dabei ist die Readaptation für dunkle Objekte auf hellem Grund langsamer als für helle Objekte auf dunklem Grund (Fig. 12).

Die Blendungsempfindlichkeit ist keineswegs bei allen Menschen gleich. Sie nimmt im Alter zu und zwar einerseits infolge der Zunahme des Lichtstreuungsvermögens der Linse und des Glaskörpers, möglicherweise auch noch aus anderen Gründen (Änderung der Pigmentierung der Augenwände?). Leute mit pathologischen Trübungen in Hornhaut, Linse und Glaskörper werden, selbst bei normaler Sehschärfe, eine erhöhte Blendungsempfindlichkeit zeigen. Auch die Adaptationsgeschwindigkeit nimmt im Alter ab (Fig. 13) und ebenso nimmt die Readaptationszeit im Alter zu (Fig. 14). Bei Netzhaut- und Aderhauterkrankungen findet man schwere Störungen der Adaptation.

Aus dem Gesagten ergeben sich zweierlei:

1. Simultanblendung sollte vermieden werden. Beim Strassenverkehr gibt es dafür praktisch nur *eine* Möglichkeit: die allgemeine Beleuchtung der Überlandstrassen und Fahren mit nicht blendenden Lichtern; anders kann dort, wo reger Verkehr herrscht, keine ideale Lösung gefunden werden.

2. Solange diese Lösung nicht existiert, sollten alle Autofahrer von Zeit zu Zeit auf ihre Blendungsempfindlichkeit und auf ihr Adaptationsvermögen untersucht werden, nicht nur auf Sehschärfe und Gesichtsfeld. Leuten mit abnormal hoher Blendungsempfindlichkeit sollte Nachtfahren im regen Verkehr verboten werden, solange die durchgehende Überlandstrassenbeleuchtung nicht eingeführt ist. Leute mit schwereren Adaptationsstörungen müssen von ihrem Zustand wissen und dürfen bei Nacht nicht fahren.

Literatur

[1] *Schweizerische Beleuchtungskommission:* Allgemeine Leitsätze für Beleuchtung. Publ. 4014 des SEV. 4. Auflage, Zürich 1965.

[2] *L. L. Holladay:* Glare and Visibility. J. Optical Soc. America 12(1926)4, S. 271...319.

[3] *E. Hartmann:* Die Rolle der Blendung in der Verkehrsmedizin. Die Blendung aus der Sicht des Physikers. In: Bericht über die 65. Zusammenkunft der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft in Heidelberg 1963. Bergmann, München 1964, S. 446...453.

[4] *R. G. Hopkins:* Discomfort Glare in Lighted Streets. Trans. Illum. Engng. Soc. (London) 5(1940)1, S. 1...24 + 5(1940)2, S. 24...30.

[5] *W. S. Stiles* and *C. Dunbar:* The Evaluation of Glare from Motor-Car Headlights. London 1935.

[6] *W. S. Stiles* and *B. H. Crawford:* The Luminous Effenciencies of Rays entering the Eye Pupil at different Points. Proc. Royal Soc. B 112(1933)5, S. 428...450.

[7] *W. Aeffner:* Gleichgewicht, Norm und Bewertung der Dunkel-Adaption. Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere 245(1961)–, S. 121...144.

[8] *J. F. Schouten* and *L. S. Ornstein:* Measurements on Direct and Indirect Adaptation by Means of a Binouclar Method. E. optical Soc. America 29(1939)4, S. 168...182.

[9] *E. Aulhorn:* Die Rolle der Blendung in der Verkehrsmedizin. Die Blendung aus der Sicht des Ophthalmologen. In: Bericht über die 65. Zusammenkunft der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft in Heidelberg 1963. Bergmann, München 1964, S. 454...462.

[10] *E. Wolf:* Glare and Age: Archives of Ophthalmology (Chicago) 64(1960)–, S. 502...514.

Adresse des Autors:
Prof. Dr. med. *H. Goldmann*, Direktor der Universitäts-Augenklinik, 3000 Bern.

Zum Baubeginn des Atomkraftwerkes Beznau-Döttingen

621.039.577

Anlässlich des Baubeginns des Atomkraftwerkes Beznau-Döttingen der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG (NOK) am 6. September 1965 hielt Direktor F. Aemmer einen Vortrag, welchen wir — obwohl einiges davon bereits in der Tages- und Fachpresse übernommen wurde — volltextlich wiedergeben. Die klare Auffassung der Verantwortlichen und die Begründung der Notwendigkeit, ein Atomkraftwerk in der Schweiz zu bauen, tritt daraus in anschaulicher Weise hervor.
Die Redaktion

Wir haben Sie eingeladen, heute der Aufnahme der Bauarbeiten des *Atomkraftwerkes Beznau-Döttingen* beizuwohnen. Es handelt sich dabei um ein Ereignis, das nicht nur für unsere Unternehmung, die Nordostschweizerischen Kraftwerke AG, sondern auch gesamtschweizerisch betrachtet, einen Markstein in der Entwicklung der schweizerischen Energiewirtschaft darstellt, wird doch damit für die Schweiz der Übergang von der experimentellen Phase der friedlichen Ausnützung der Atomenergie in die technisch-wirtschaftliche Phase, deren Ausnützung zur Erzeugung elektrischer Energie, markiert. Es ist deshalb naheliegend, meine heutigen Ausführungen unter die folgenden Titel zu stellen:

1. Warum wird für die schweizerische Energieversorgung, und für die Bedürfnisse der NOK im besonderen, ein Atomkraftwerk benötigt?
2. Wie wird dieses Atomkraftwerk in technischer Hinsicht gestaltet sein?
3. Wie hoch sind die Baukosten und die Energiegestehungskosten, und wer wird an den Lieferungen beteiligt sein?

Die Antwort auf die erste Frage lautet fast selbstverständlich: «Weil der zu deckende Energiebedarf von Jahr zu Jahr weiter ansteigt.» Trotz dieser Selbstverständlichkeit der Beantwortung ist es aber von Interesse, auf die mengenmässigen Verhältnisse des Bedarfszuwachses etwas näher einzugehen.

In der Schweiz ist die Verwendung der Elektrizität, dieser leicht einsetzbaren, sauberen und im Preise günstigen Energieform, bereits weit verbreitet. Trotzdem nimmt gerade heute der Bedarf sehr stark zu. Im Haushalt werden nebst dem elektrischen Herd immer mehr Küchenmaschinen, Kühlschränke, Waschmaschinen usw. installiert. Gewerbe und Industrie müssen sich wegen mangelnder Arbeitskräfte wesentlich mehr mechanisieren und automatisieren. Überall werden neue elektrische Apparate und Maschinen angeschlossen. Es sei nur an die Ausdehnung der Raumklimatisierung erinnert.

Der Bedarfszuwachs beträgt in der Schweiz jährlich etwa 6 %. Dies bedeutet eine Verdopplung des Energiebedarfs in zwölf Jahren, das heisst, dass in den kommenden 12 Jahren gleich viel Produktionsmöglichkeit, und auch Verteilmöglichkeit, für elektrische Energie erstellt werden muss wie in den vergangenen 50 Jahren, d. h. seit dem Zeitpunkt, in welchem der Ausbau unserer elektrischen Energieerzeugungs- und Verteilungsanlagen überhaupt eingesetzt hat. Aus dieser Feststellung geht die Grösse der Aufgabe hervor, vor die unsere Elektrizitätswerke in der nächsten Zukunft gestellt sein werden.

Die Verbrauchszunahme sei an Hand von Fig. 1 näher betrachtet. Diese stellt den Elektrizitätsverbrauch pro Kopf der schweizerischen Bevölkerung dar, ausgehend vom Jahr 1930 bis in die neueste Zeit. Es geht daraus hervor, dass der Elektrizitätsverbrauch unserer Bevölkerung, der im Jahre 1961 3480 kWh pro Kopf betrug, wesentlich höher liegt als der spezifische