

# Die Beleuchtung von Nationalstrassen aus der Sicht der SLG

Autor(en): **Walthert, R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **67 (1976)**

Heft 7

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-915145>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Die Beleuchtung von Nationalstrassen aus der Sicht der SLG

Von R. Walthert

*Mehrjährige Untersuchungen über die Leistungsfähigkeit des Auges erlauben Rückschlüsse auf die Unfallgefährdung des Automobilisten. Die Schweizerische Lichttechnische Gesellschaft hat diese Untersuchungsergebnisse in entsprechende Empfehlungen verarbeitet. Der Autor fasst die gewonnenen Erkenntnisse zusammen und erläutert die unfallstatistischen Zusammenhänge.*

Das Auge hat eine ausgeprägte «Leistungskurve» in Abhängigkeit von der Helligkeit der Gegenstände im Gesichtsfeld. In Fig. 1 ist die Leistungsfähigkeit, wie sie mit Hilfe einer für Automobilisten typischen Sehaufgabe gemessen wurde, aufgetragen über der Helligkeit der Fahrbahn. Die Ergebnisse aus psychometrischen Untersuchungen sind relativiert und die Leistungsfähigkeit des Auges bei guten Tageslichtverhältnissen zu hundert gesetzt worden. Bis zu Helligkeiten der Fahrbahn von etwa 5–10  $\text{cd}/\text{m}^2$  geht die Leistungsfähigkeit nicht allzu gravierend zurück.

In guten Strassenbeleuchtungen ist auch bei Nacht eine Leistungsfähigkeit des Auges von etwa 60 % gewährleistet. Ein Unterschreiten dieser Helligkeitswerte bringt nun einen schnellen Rückgang der Leistungsfähigkeit auf weniger als 20 % im Falle der fahrzeugeigenen Beleuchtung.

Die Forderungen der Schweizerischen Lichttechnischen Gesellschaft (SLG), die sich mit den internationalen Normen für Beleuchtung von Strassen decken, nach einer ausreichenden Helligkeit der Fahrbahn von 2  $\text{cd}/\text{m}^2$  oder etwa 25 lx mittlere Beleuchtungsstärke basieren auf diesen Erkenntnissen. Das Unterschreiten dieser Werte auf verkehrsreichen Strassen macht den Aufwand für Beleuchtungsanlagen wenig wirkungsvoll und sollte von Behörden und Elektrizitätswerken nach Möglichkeit verhindert werden.

Im weitem soll ein im Kontext Nationalstrassenbeleuchtung wichtiger leistungsmindernder Faktor zur Sprache gebracht werden, der als laterale Inhibition bezeichnet wird und für die Beleuchtung von Tunnel von grosser Bedeutung ist. Das Überstrahlen des inneren Feldes (Tunnelmund) durch das allzu helle Umfeld im retinalen Bild ist nicht nur durch Streulicht der Augenmedien zu erklären, sondern durch neuronale Zusammenhänge: Das Auge ist für die nutzbare Sehaufgabe, etwas im Innfeld zu erkennen, durch die Umgebung fehlangepasst.

Die SLG hat auch in diesem Zusammenhang Empfehlungen für die Beleuchtung im Tunnel herausgebracht, die den internationalen Werten entsprechen: Der Helligkeitssprung Umfeld (Aussenadaptation) zu Tunneleinfahrzone sollte 10 : 1 nicht überschreiten. Für den kritischen oder kritisierenden Betrachter, der als Fussgänger vor der Eröffnung im Tunnelportal steht und die extrem hohen Beleuchtungsstärken – Grössenordnung 2000 lx – bewundert, erscheinen diese Forderungen hoch. Sie sind aber für den Automobilisten ausgelegt, der mit 100 km/h auf das Tunnelportal zufährt und in den Tunneleingang hineinsehen muss, auch bei Sonnenschein, und unter diesen Umständen sind diese Forderungen absolut gerechtfertigt.

Bevor die Probleme aus augenphysiologischer Sicht verlassen werden, muss noch einiges zur Blendung gesagt werden. Man spricht dann von Blendung, wenn die Leistungsfähigkeit des Auges durch Störlichter im Gesichtsfeld beein-

*Des enquêtes menées durant plusieurs années sur la capacité oculaire permettent certaines conclusions sur les dangers en rapport avec la vue courus par les automobilistes. L'Union suisse pour la lumière a rassemblé les résultats de ces enquêtes sous forme de recommandations. L'auteur fait une synthèse de ces résultats et commente les données statistiques d'accidents qui s'y rapportent.*

trächtigt wird. Ungünstig wirken sich insbesondere aus: hohe Helligkeit und Anzahl der Störlichter, kleiner Winkel zwischen Störlicht und Blickrichtung und geringe Adaptationshelligkeit des Gesichtsfeldes. Das seltene Zusammentreffen all dieser drei Einflussfaktoren findet sich im Aufgabenbereich unserer Augen insbesondere beim Autofahren bei Nacht und Gegenverkehr. Durch Wassertropfen und Staub oder durch falsche Einstellung oder Hecklastigkeit des Wagens sind Scheinwerfer meist Störlichter von enormer Helligkeit; sie sind der Augenachse ausserordentlich nahe und zu alledem ist das Gesichtsfeld zum allergrössten Teil dunkel. Solange das polarisierte Licht für Autoscheinwerfer nicht international durchzusetzen ist, und dies wird noch ein Jahrzehnt oder mehr dauern, wird sich an diesem Zustand nichts ändern.

Die Blendsituation wird generell durch gute ortsfeste Strassenbeleuchtungen gemildert, nämlich durch die Verbesserung des Adaptationsniveaus. Eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung der Blendsituation ist bei richtungsgetreuen

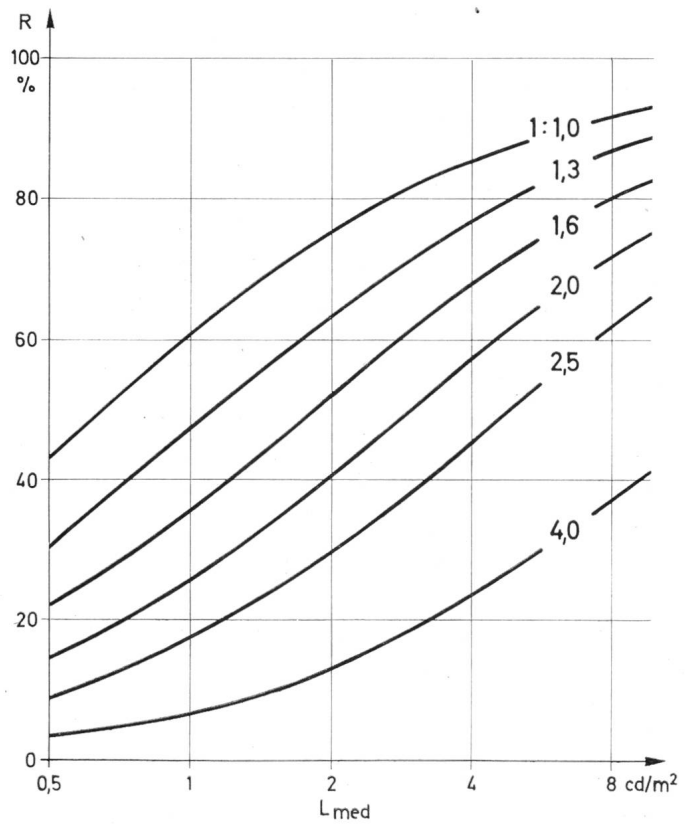


Fig. 1 Die Reaktionsleistung  $R$ , aufgetragen über der mittleren Leuchtdichte  $L_{med}$  der Fahrbahn. Parameter ist die Längsgleichmässigkeit der Fahrbahnleuchtdichte. Photometrischer Kontrast der Sehoobjekte 30 %, Grösse der Sehoobjekte 8'.

(Aus «Zur Bewertung der Leuchtdichteverteilung beleuchteter Strassen». Dissertation Karlsruhe, 1973)

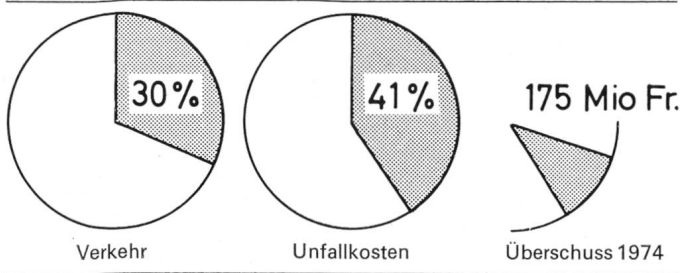


Fig. 2 Unfallfolgekosten während den Dunkelstunden

Autobahnen leicht gegeben und in Deutschland beispielsweise längst konsequent realisiert: der Blendzaun oder der bewachsene Mittelstreifen. Warum sich diese einfache und äusserst wirkungsvolle Massnahme in der Schweiz noch nicht durchgesetzt hat und von den Automobilverbänden nicht vehement gefordert wird, ist kaum verständlich. Gerade die Blendsituation – insbesondere bei nasser Fahrbahn – ist immer noch eines der gewichtigen Argumente für eine ortsfeste Strassenbeleuchtung.

Es stellt sich nun die Frage, ob diese physiologisch gewonnenen Erkenntnisse aus unfallstatistischer Sicht bestätigt werden. So kann man sich zunächst fragen, ob der bei Dunkelheit entstehende Wert an Unfallfolgekosten demjenigen des Verkehrsanteils bei Nacht entspricht. Fig. 2, für die Schweiz im Jahre 1974 gültig, zeigt einen Überschuss an Unfallfolgekosten während der Dunkelstunden von insgesamt 175 Millionen Franken. Dieser beachtliche Betrag ist ohne Zweifel nicht nur der Dunkelheit und damit der Sehschwäche der Verkehrsteilnehmer zuzuschreiben, sondern spiegelt auch erhöhten Alkoholkonsum und erhöhte Müdigkeitserscheinungen wider. Immerhin ist unbestritten, dass den schlechten Beleuchtungsverhältnissen der Dunkelstunden Unfallfolgekosten von vielen Millionen Franken zuzuschreiben sind.

Eine etwas präzisere Analyse des Unfallgeschehens in Abhängigkeit von der Tageszeit und den Jahreszeiten bringt Fig. 3. Oben die mittlere stündliche Unfalldichte für das Sommerhalbjahr. Die Hauptverkehrszeiten fallen in Stunden mit genügend Tageslicht, und die Unfalldichten decken sich ziemlich genau mit den stündlichen Verkehrsdichten. Ganz anders jedoch im untern Bild, wo die stündliche Unfalldichte für das Winterhalbjahr dargestellt ist. Die Hauptverkehrszeiten fallen hier in Zeiten der Dämmerungs- oder

Nachtstunden und verursachen überraschend deutliche Spitzen der Unfalldichte.

Diese Daten sind generelle Durchschnittswerte und vorwiegend durch das Unfallgeschehen in Agglomerationen und Strassen mit gemischtem Verkehr geprägt. An sich überraschend und nicht weniger deutlich fallen jedoch Erhebungen auf der Autobahn N 1 zwischen Bern und Baden aus. Fig. 4 zeigt die durchschnittliche notwendige Fahrleistung, die zu einem Unfall führt. Auch hier wird das drastisch erhöhte Unfallrisiko bei Nacht auf unbeleuchteten Autobahnen klar ersichtlich. In Ermangelung von Strecken ausreichender Länge sind ähnliche Zahlen für beleuchtete Autobahnen nicht vorhanden.

Die Augenphysiologie lässt erwarten, dass der Gesichtssinn im unbeleuchteten Verkehrsweg überfordert wird und Fehlleistungen der Verkehrsteilnehmer provoziert. Die Unfallanalysen bestätigen diese Vermutung eindrücklich und verlangen nach verbessernden Massnahmen. Die kritische Frage ist jedoch, wann und wo solche verbessernden Massnahmen gerechtfertigt sind.

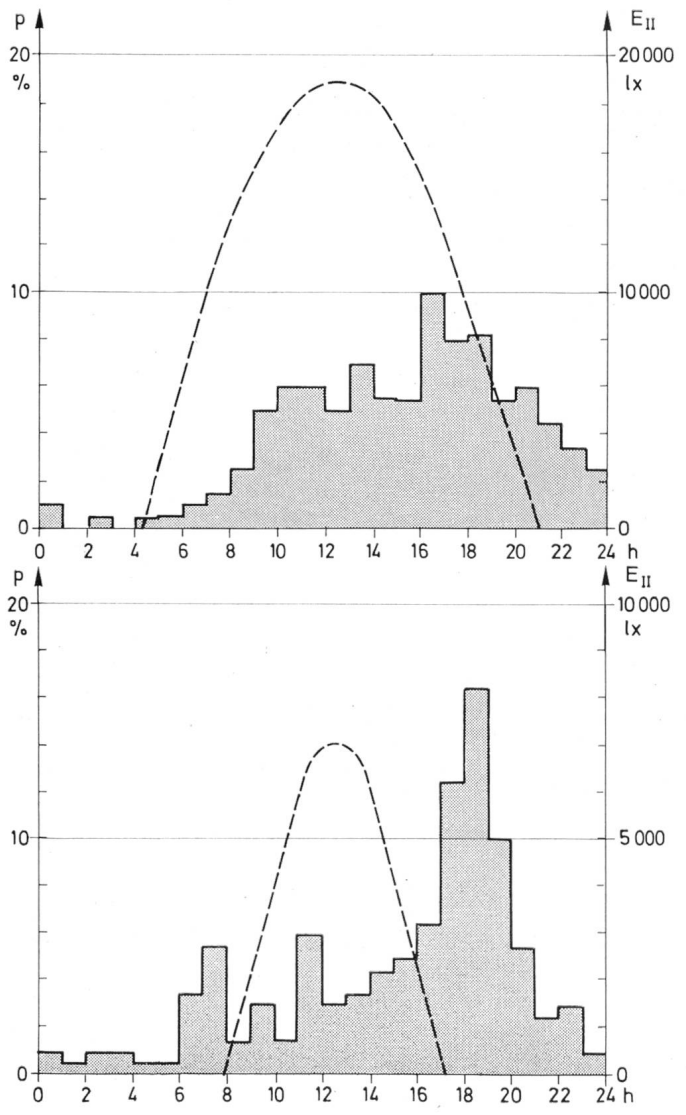


Fig. 3 Prozentanteile  $p$  der getöteten Fussgänger nach Tagesstunden für die Monate April bis September (oben) sowie für die Monate Oktober bis März (unten) des Jahres 1973 (nach einer Untersuchung der Schweiz. Beratungsstelle für Unfallverhütung). Gleichzeitig ist der Tagesverlauf der horizontalen Beleuchtungsstärke ( $E_{II}$ ) bei bedecktem Himmel für den Monat Juni bzw. für den Monat Dezember eingetragen.

Charakteristik von Beleuchtungsanlagen

Tabelle I

Geometrie			
Lampe	NaH-T 250W	2 Na 90W	HgL 400W
Lichtausbeute	91 lm/W	104 lm/W	53 lm/W
Farbwiedergabe - Index Ra	40	10	50
Anschlussleistung pro km	14	15	30
Jahreskosten (Betrieb & Kapital)	ca. Fr. 15 000.--		

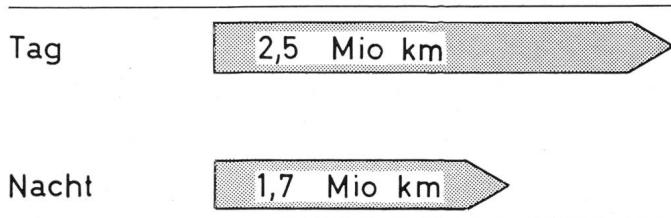


Fig. 4 Mittlere Kilometerleistung bis zum Unfall auf der N1

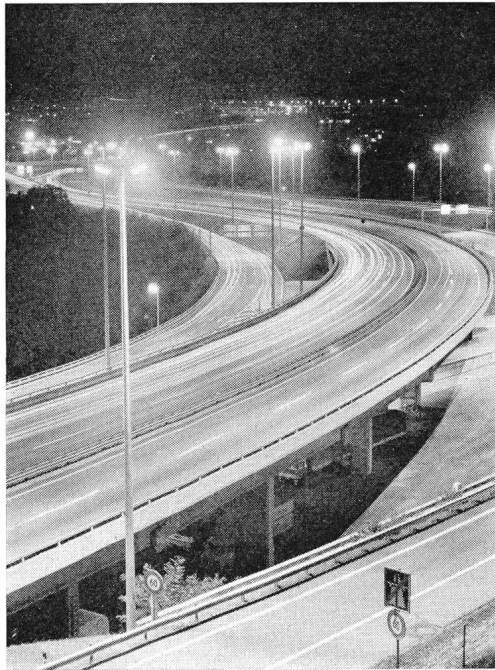


Fig. 5 Autobahnbeleuchtung der N1

Um diese Frage beantworten zu können, muss kurz der Aufwand für eine Beleuchtungsanlage erörtert werden. Einen Einblick in die Energie- und Kostenseite einer Beleuchtungsanlage, welche den heutigen Leitsätzen entspricht, zeigt Tabelle I. Ohne in weitere Details eingehen zu wollen, sind jährliche Kosten für 1 km Beleuchtung – Betriebs- und Kapitalkosten – mit etwa 15 000 Franken zu veranschlagen; dies entspricht ziemlich genau den mittleren Unfallfolgekosten eines einzigen Unfalls. Als Schlagwort formuliert: *1 km Strassenbeleuchtung kostet jährlich gleich viel wie ein Unfall.*

Mit diesen Werten kann nun konkret die Frage beantwortet werden, bei welchem durchschnittlichen täglichen Verkehr (DTV) für die verschiedenen Strassentypen eine Beleuchtung volkswirtschaftlich rentabel wird. Es ist dies eine brutale Rechnungsbasis, weil Tragik und Leid von Unfällen übergangen werden; aber wir sind nun mal Argumenten in Franken und Rappen eher zugänglich als solchen mit Tränen. Das Fazit solcher Kosten-Nutzen-Analysen ist folgendes: für Autobahnen sind tägliche, durchschnittliche Verkehrsdichten von 50 000 Fahrzeugen notwendig, um eine Beleuchtung zu rechtfertigen.

Bei dieser ausserordentlich hohen notwendigen Verkehrsbelastung kommt natürlich die an sich hohe Sicherheit der Autobahn zum Ausdruck. In die Grössenordnung von 50 000 Fahrzeugen täglich kommen in der Schweiz nur wenige Strecken wie Basel–Muttens oder Baden–Zürich. Die

meisten Abschnitte der N1 beispielsweise liegen bei etwa 30 000 Fahrzeugen und rechtfertigen damit kaum eine durchgehende Beleuchtung.

Ganz anders zeigt sich die Situation auf Strassen mit gemischtem Verkehr, das heisst Hauptstrassen, wo bereits bei einem DTV von etwa 10 000 Fahrzeugen die Rentabilitätsschwelle für eine Beleuchtung überschritten wird. Auf Hauptstrassen in grösseren Agglomerationen wird dieser Wert vielfach weit überschritten, und eine gute Strassenbeleuchtung dürfte hier unbestritten sein.

Von einem etwas anderen Standpunkt aus betrachtet werden sollten grössere Anschlusswerke und Autobahndreiecke. Diese neuralgischen Punkte, nicht nur in sicherheitstechnischer, sondern insbesondere in verkehrstechnischer Sicht, erfordern eine gute Beleuchtung deshalb, weil nur damit die volle Kapazität und damit der Nutzen dieser spektakulär teuren Bauwerke auch während der Dunkelstunden gewährleistet ist. Das beleuchtungstechnisch konsequent durchgestaltete Autobahnnetz um Bern mit dem Charakter einer Stadtautobahn ist sicherlich ein interessantes Beispiel einer Beleuchtung als verkehrstechnisch notwendige Massnahme.

Das Bundesgerichtsurteil, wonach der Automobilist auch auf der Autobahn seine Geschwindigkeit den Sichtverhältnissen anzupassen hat, und davon wird ihm keine Ausnahme zugestanden, wurde erst kürzlich wieder bestätigt. Aufgrund dieser eindeutigen Aussage und unter Berücksichtigung der hier in knapper Form erläuterten ophthalmologischen und unfallstatistischen Zusammenhänge sind folgende drei Grundsätze für den beleuchtungstechnischen Ausbau des Nationalstrassennetzes für die nächsten Jahre von besonderer Wichtigkeit:

1. Autobahnen sind da zu beleuchten, wo sehr hohe Verkehrsdichten bis 50 000 Fahrzeuge pro Tag zu erwarten sind. Ich möchte vereinfachend postulieren, dass Strecken, die auch vom Strassenbauer für extreme Verkehrsbelastungen ausgelegt werden, nämlich sechsspürige Autobahnen, beleuchtet werden müssen.

2. Abschnitte von hoher Verkehrsverflechtung – Autobahndreiecke und Strecken mit dichter Folge von Ausfahrten – sowie Stadtautobahnen sollten als Bereiche erhöhter Unfallgefahr ebenfalls beleuchtet werden.

3. Die Beleuchtung von vierspurigen Überlandautobahnen ist im Hinblick auf die zu erwartenden Verkehrsdichten nicht vordringlich. Hingegen sollte die Erstellung eines Blendenschutzes auf diesen Strecken mit grösster Dringlichkeit an die Hand genommen werden.

#### Adresse des Autors

Dr. R. Walthert, BAG Bronzefabrik AG, 5300 Turgi