Schweizerische Lichttechnische Gesellschaft (SLG) = Union Suisse pour la Lumière (USL)

Objekttyp: **Group**

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): **65 (1974)**

Heft 20

PDF erstellt am: **29.05.2024**

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Schweizerische Lichttechnische Gesellschaft (SLG)

Union Suisse pour la Lumière (USL)

SLG-Tagung «Sportanlagen-Beleuchtung» vom 31. Oktober 1974

in der Eidgenössischen Turn- und Sportschule Magglingen

Journée de l'USL «Eclairage pour la pratique des sports» du 31 octobre 1974

à l'Ecole fédérale de gymnastique et de sport, Macolin

Zum Anlass der öffentlichen Ankündigung des vom Vorstand der SLG genehmigten Entwurfes der «Leitsätze für die Beleuchtung von Turn-, Sport- und Mehrzweckhallen» veranstaltet die SLG am 31. Oktober in der Eidgenössischen Turn- und Sportschule, Magglingen, eine Tagung über die Beleuchtung von Sportanlagen.

Behandelt werden, nach einem Referat über die ETS und Überlegungen zum Sportgeschehen, die drei folgenden Themenkreise:

- Sporthallen,
- Sportanlagen im Freien,
- Fernsehen.

Nachdem in jüngerer Zeit Sportveranstaltungen immer mehr an Abenden durchgeführt werden, kommt der Sportanlagen-Beleuchtung wachsende Bedeutung zu. Wichtige Veranstaltungen werden zudem, und zwar in Farbe, im Fernsehen übertragen. Dadurch ergeben sich für grössere Sportanlagen besondere Anforderungen an die Beleuchtung, was in entsprechenden neueren Leitsätzen der SLG bereits zum Ausdruck kommt.

Das Schweizer Fernsehen hat in Hallen und Sportanlagen im Freien Aufzeichnungen produziert, um den Einfluss der Beleuchtung auf die Bildqualität an den Empfängern zu untersuchen. Diese Aufzeichnungen werden an der Tagung über mehrere im Vortragssaal aufgestellte Empfänger dargeboten.

Anschliessend an die Vortragsveranstaltung können die Tagungsteilnehmer unter fachkundiger Führung Anlagen und Einrichtungen der ETS besichtigen. *A. O. Wuillemin*

A l'occasion de l'annonce officielle du projet approuvé par le Comité de l'USL des «Recommandations pour l'éclairage des salles de gymnastique, de sports et polyvalentes» (le projet ne sera disponible qu'en langue allemande), l'USL organisera une Journée sur l'éclairage des installations sportives à l'Ecole fédérale de gymnastique et de sport, le 31 octobre 1974 à Macolin.

Après un exposé sur cette école et sur l'importance du sport, le programme comportera des exposés et la discussion sur les trois domaines suivants:

- les salles de sports
- les installations sportives
- la télévision

Etant donné que les manifestations sportives se déroulent de plus en plus le soir, on attribue à l'installation d'éclairage une importance croissante. A cela s'ajoute qu'un grand nombre de manifestations sportives sont retransmises en télévision couleur ce qui impose des exigences accrues à l'installation d'éclairage. Les nouvelles recommandations de l'USL tiendront compte de ces conditions particulières.

Pour montrer l'influence de l'éclairage sur la qualité de l'image du téléviseur, la Radio-Télévision Suisse diffusera sur plusieurs téléviseurs dans la salle de conférences des fixations de prises de vues réalisées dans des salles de sport et des installations sportives en plein air.

Après les conférences, les participants seront invités à visiter les installations sportives de l'Ecole fédérale de gymnastique et de sport. *A. O. Wuillemin*

Zur Frage optimaler Energienutzung in der Strassenbeleuchtung

Von R. Walthert

628.971.6 : 65.012.122

Anhand von statistischen Unterlagen über den Zusammenhang von Beleuchtung und Unfallrisiko im Verkehr werden Anforderungen an ortsfeste Strassenbeleuchtungsanlagen formuliert. Die technischen Möglichkeiten bezüglich Lampen, Leuchten und elektrischer Schaltung, die zu Lösungen mit optimaler Energienutzung führen, werden skizziert.

A l'aide de données statistiques sur la corrélation entre l'éclairage et le risque d'accident dans la circulation routière, des exigences relatives à des installations fixes d'éclairage routier sont formulées. Les possibilités techniques concernant les lampes, les luminaires et la commutation électrique menant à des solutions d'exploitation optimale de l'énergie sont décrites.

1. Einleitung

Die ortsfeste Strassenbeleuchtung ist eines von vielen Mitteln, das Verkehrsgeschehen auf unseren Strassen zu beeinflussen, wobei dem Anheben der Verkehrsleistung gegebener Verkehrsflächen und der Erhöhung der Sicherheit vorrangige Bedeutung zukommen dürfte. Der Nachweis des Erfolges, d. h. der positiven Beeinflussung dieser Faktoren durch eine öffentliche Beleuchtung, ist allerdings recht schwierig. Dies liegt einmal daran, dass Unfälle auf einem definierten Strassenstück während einer definierten Untersuchungsperiode seltene Ereignisse sind und dass zudem mehrere Einflussgrössen gleichzeitig auf die Leistungsfähigkeit und Sicherheit einer Strasse einwirken. Immerhin sind zum Problemkreis Unfallrisiko und Beleuchtung in letzter Zeit statistische Erhebungen bekannt geworden, welche für schweizerische Verhältnisse als repräsentativ gelten können. Demgegenüber stehen zur Verknüpfung von Beleuchtung und Verkehrsleistung leider heute noch relativ wenige Unterlagen zur Verfügung. Aufgrund des Zusammenhanges zwischen Unfallrisiko und unge-

nügender Leistungsfähigkeit eines Verkehrsweges dürften jedoch die Schlüsse, die aus der Verknüpfung Unfallgeschehen und Beleuchtung zu ziehen sind, in qualitativer Hinsicht auch auf die Verknüpfung Verkehrsleistung und Beleuchtung zu verallgemeinern sein.

Der Energiekonsum der öffentlichen Beleuchtung ist bekanntlich verhältnismässig gering, und sein Anteil am gesamten Energiekonsum ist kaum von Bedeutung. Trotzdem sollte grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass auch hier Energie knapp ist und dass die zur Verfügung stehende Energie optimal genutzt werden muss. Die folgenden Ausführungen sind ein Versuch, die Anforderungen an die Beleuchtung nach den Möglichkeiten zur Verbesserung der Sicherheit und Leistungsfähigkeit von Verkehrswegen zu orientieren. Daraus sollen vertretbare Mindestwerte der Beleuchtungsqualität abgeleitet werden, die zu zweckentsprechenden optimalen Lösungen in bezug auf lichttechnischen und energetischen Aufwand führen. Die Betrachtungen sind im wesentlichen auf verkehrsreiche Haupt- und Nebenstrassen mit gemischtem Verkehr zu beschränken. Obwohl diese Art von Strassen nur einen Teil des Energiekonsums der öffentlichen Beleuchtung ausmacht, kommt dieser Art von Beleuchtung in der zukünftigen Entwicklung zweifellos besondere Bedeutung zu.

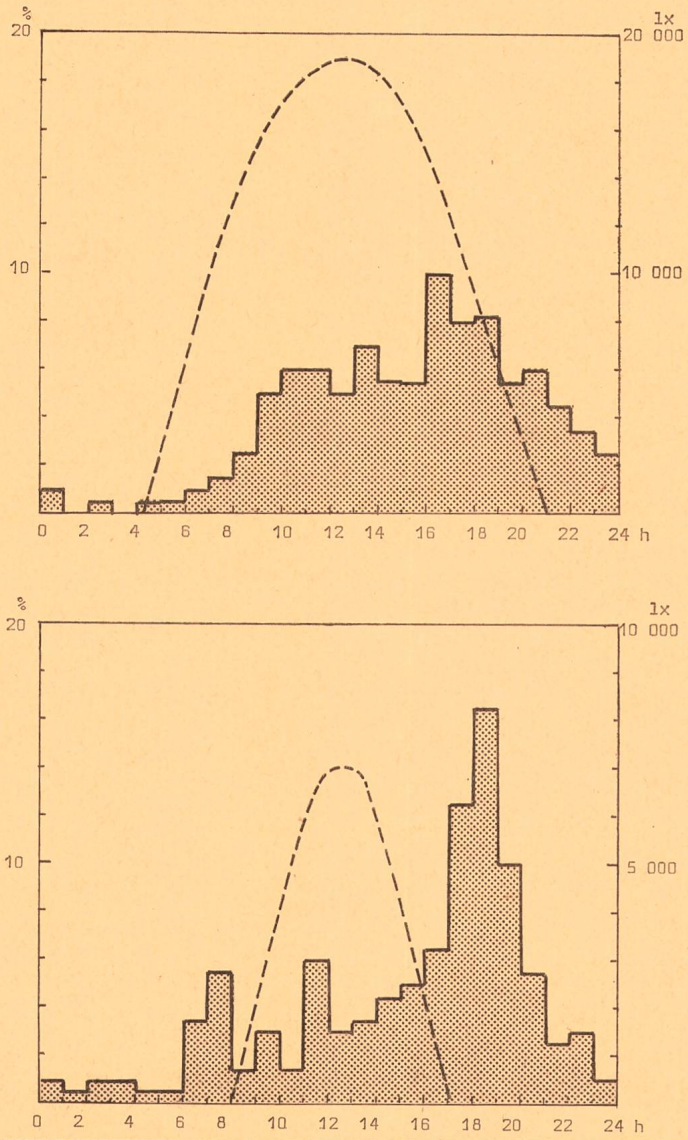


Fig. 1 **Prozentanteile p der getöteten Fussgänger nach Tagesstunden für die Monate April bis September in Fig. 1a sowie für die Monate Oktober bis März in Fig. 1b des Jahres 1973 (nach einer Untersuchung der Schweiz. Beratungsstelle für Unfallverhütung). Gleichzeitig ist der Tagesverlauf der horizontalen Beleuchtungsstärke (E_H) bei bedecktem Himmel für den Monat Juni (Fig. 1a) bzw. für den Monat Dezember eingetragen.**

2. Unfallgeschehen und Beleuchtung

2.1 Statistische Unterlagen

Die Statistik der Unfallursachen, obwohl oft ungenau registriert, lässt bereits gewisse Rückschlüsse auf das Unfallgeschehen zu. So fallen beispielsweise von insgesamt 1588 im Strassenverkehr getöteten Personen im Jahr 1973 allein unter die Kategorien «nichtanpassen an die Sichtverhältnisse», «Übermüdung», «Missachtung des Vortrittsrechtes an Fussgängerstreifen», «Fahren mit vorschriftswidrigem Licht» und «Unaufmerksamkeit», 379 Tote oder 26,7 % [1][1]). Allen diesen fünf Kategorien aus einer Liste von 36 ist gemeinsam, dass ein Fussgänger, ein Radfahrer oder ein anderes Fahrzeug nicht oder zu spät gesehen wurde und seine gefährdende Situation im Strassenraum nicht rechtzeitig in das Bewusstsein des Lenkers drang. Dieser hohe Prozentsatz von getöteten Personen, welcher – auch bei einem groben Erfassen der Unfallursachen – weitgehend auf das Sehen und Erkennen von Hindernissen und von informativen Objekten zurückzuführen ist, zeigt die Bedeutung der Sichtverhältnisse im Verkehr – bei Tag und bei Nacht.

Wenn zunächst der Begriff Beleuchtung weitergefasst und darunter nicht nur künstliche Beleuchtung, sondern auch Tageslicht verstanden wird, steht ein grösseres Datenmaterial zur Verfügung, das eine direkte Untersuchung des Beleuchtungseinflusses auf das Unfallgeschehen zulässt. Verfolgt man die Unfallhäufigkeit nach Tageszeiten, sind drei Zeitabschnitte mit deutlich erhöhtem Unfallrisiko festzustellen: morgens zwischen 6 und 8 Uhr, mittags zwischen 12 und 14 Uhr und abends zwischen 17 und 20 Uhr. Da diese auffälligen Unfalldichten am Sonntag nicht auftreten, darf angenommen werden, dass sie mit der aussergewöhnlichen Verkehrsdichte des Berufsverkehrs in Zusammenhang stehen. Von besonderem Interesse sind nun die Zeiten hoher Verkehrsdichte morgens und abends, da diese einem ausgeprägten Beleuchtungswechsel im Verlaufe der Jahreszeiten ausgesetzt sind. In den Sommermonaten fallen beide Spitzen des Verkehrsgeschehens in Zeiten mit ausreichendem Tageslicht, in den Wintermonaten dagegen in die Dämmerungs- und Dunkelstunden. Im Bereich dieser Dunkelstunden muss zudem von einer dunklen Fahrbahn ausgegangen werden, da nur ein sehr kleiner Teil der relevanten Verkehrswege mit einer guten Strassenbeleuchtung ausgerüstet ist.

Der Einfluss der Beleuchtungsverhältnisse auf das Unfallrisiko für den Fussgänger geht aus Fig. 1 hervor, auf dem die Prozentanteile der im Strassenverkehr getöteten Fussgänger nach Tagesstunden für das Winterhalbjahr und das Sommerhalbjahr getrennt dargestellt sind. Als Mass für den Helligkeitsverlauf des Tageslichtes sind die jeweiligen Horizontalbeleuchtungsstärken bei bedecktem Himmel in Lux für die Monate Juni und Dezember aufgetragen. Während die Prozentanteile der getöteten Fussgänger zu den Stosszeiten morgens und abends in den Sommermonaten bei normalen Werten liegen, findet sich im Winterhalbjahr eine ausgeprägte Erhöhung des Unfallrisikos. Ein Vergleich der beiden Bilder zeigt mit aller Deutlichkeit, dass die ungenügenden Beleuchtungsverhältnisse eine objektiv feststellbare Häufung tödlicher Unfälle mit Fussgängern erzeugen.

In diesen Stunden dichten Verkehrs und hoher Unfallhäufigkeit hat die öffentliche Beleuchtung eine wichtige Funktion bei offensichtlich hohem Wirkungsgrad zu übernehmen. Wenn es gelänge, mit der künstlichen Beleuchtung während dieser maximal 5 Stunden pro Tag dem Tageslicht möglichst gleichwertige Sehbedingungen zu schaffen, müsste das Unfallgeschehen bei normalen Witterungsverhältnissen im Winterhalbjahr demjenigen des Sommerhalbjahres in seiner relativen täglichen Verteilung angeglichen werden können.

2.2 Beleuchtungsniveau und Unfallgeschehen

Über diese Fragestellung gibt eine Untersuchung der Schweizerischen Beratungsstelle für Unfallverhütung (BfU) Aufschluss, wo auf fünf Strassenabschnitten der Zusammenhang zwischen Beleuchtungsniveau und Unfallgeschehen während mehrerer Jahre untersucht wurde [2]. Vier dieser untersuchten Strassenabschnitte hatten den Charakter städtischer Haupt- bzw. Ausfallstrassen, ein Abschnitt war Teil einer regionalen Hauptstrasse

[1]) Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

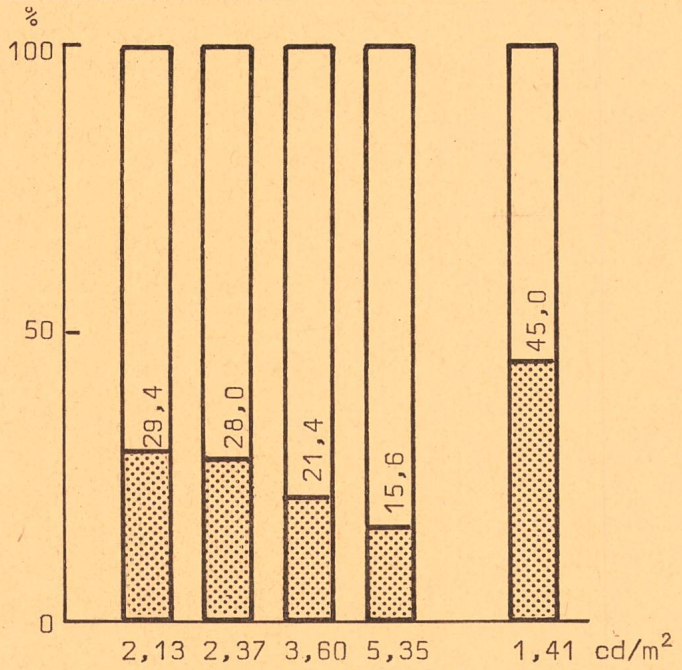


Fig. 2 **Prozentanteil der Nachtunfälle auf den untersuchten Strecken unterschiedlicher Beleuchtungsqualität**

Nacht

Tag

ausserorts. Die Strassenabschnitte innerorts wiesen ähnliche Verkehrsbelastungen auf und unterschieden sich einzig in der installierten öffentlichen Beleuchtung. Der Unfallauswertung wurden alle registrierten Unfälle auf dem betreffenden Strassenstück zugrunde gelegt, wobei zur Relativierung des nächtlichen Unfallrisikos vom Verkehrsvolumen die Nachtunfälle als Prozentanteile des Unfallgeschehens eines ganzen Tages aufgetragen wurden.

In Fig. 2 sind diese Prozentanteile der Nachtunfälle über der mittleren Leuchtdichte der Fahrbahn des jeweiligen Strassenabschnittes dargestellt. Für Strassen innerorts ist eine Tendenz zu niedrigeren nächtlichen Anteilen der Unfallzahlen mit zunehmendem Leuchtdichteniveau festzustellen. Der abschliessende Bericht über diese Untersuchung hält fest: «Je höher die Leuchtdichte und je grösser deren Gleichmässigkeit, desto kleiner wird das Unfallrisiko in der Nacht. Eine Erhöhung der Verkehrssicherheit in der Nacht kann nur dann erwartet werden, wenn das Beleuchtungsniveau massiv angehoben wird.»

Auf der untersuchten Ausserortsstrecke ist mit der betreffenden Beleuchtung keine Verbesserung des Unfallgeschehens zu verzeichnen. Die Anlage einer Strassenbeleuchtung kann hier nicht immer zu einer Erhöhung der Verkehrssicherheit führen. Dies insbesondere deshalb, weil die Zahl der Selbstunfälle – die dominierende Unfallursache nachts auf Ausserortsstrecken – durch die Anlage einer Strassenbeleuchtung nicht nachweisbar reduziert werden kann.

Wegen der verhältnismässig kleinen Unfallzahlen, die dieser Untersuchung zugrunde liegen, können die Aussagen nicht auf den üblichen Signifikanz-Niveaus der Statistik bestätigt werden. Die hier aufgezeigten Zusammenhänge zwischen Beleuchtungsniveau und Unfallrisiko haben eher qualitativen Charakter. Im folgenden Abschnitt soll mit der Augenphysiologie ein feineres Mittel verwendet werden, um Aufschluss über die notwendigen Beleuchtungsniveaus auf der Fahrbahn zu erhalten.

2.3 Zur Leistungsfähigkeit des Auges

Als Maßstab für die Leistungsfähigkeit unserer Augen soll die Reaktionsgeschwindigkeit zum Erkennen von Objektsituationen im Strassenraum verwendet werden, ein Leistungskriterium, das speziell zur Anwendung in Verkehrsfragen entwickelt wurde [3]. Trägt man die experimentell ermittelten Reaktionsgeschwindigkeiten als Prozentanteil der unter optimalen Bedingungen bei Tageslicht möglichen Reaktionsgeschwindigkeit über der Fahrbahnhelligkeit auf, ergibt sich eine Kurvenschar, wie sie in Fig. 3 dargestellt ist. Mit zunehmender mittlerer Leuchtdichte der Fahrbahn nimmt die Leistungsfähigkeit, eine Hindernissituation zu erkennen, vorerst rasch zu, um dann ab ca. 4 cd/m² abzuflachen. Bei guter Gleichmässigkeit der Leuchtdichte wird im Bereich von 2 bis 4 cd/m² eine Leistungsfähigkeit von 80 % der Tagesleistungsfähigkeit erreicht; eine weitere Steigerung der Leuchtdichten bringt offenbar nur noch geringe Leistungssteigerungen und dürfte deshalb nicht mehr wirtschaftlich sein.

Als Kurvenparameter in Fig. 3 ist die Längsgleichmässigkeit der Leuchtdichte eingetragen. Dass sich schlechte Gleichmässigkeitswerte sehr ungünstig auf die Augenleistung des Lenkers auswirken, ist leicht zu erkennen. Für die praktische Beleuchtungstechnik von Bedeutung ist weiter der Befund, dass eine Beleuchtungsanlage mit einer mittleren Leuchtdichte von 2 cd/m² und guter Gleichmässigkeit einer solchen von 4 cd/m² und schlechter Gleichmässigkeit ebenbürtig ist.

In die vorangehenden Betrachtungen nicht einbezogen ist der störende Effekt der Blendung durch Lichtquellen hoher Leuchtdichte. Insbesondere wirken sich hier die fahrzeugeigenen Scheinwerfer und Abblendlichter ungünstig auf die Leistungsfähigkeit des Auges aus. Durch die physiologisch bedingte Alterung des Auges kommt dieser Erscheinung ganz besonders bei älteren Fahrern grosse Bedeutung zu. Während die Blendwirkung der Fahrzeugscheinwerfer in der unbeleuchteten Strasse – und bei nasser Fahrbahn – voll zur Wirkung kommt, ist ihr Einfluss auf das Sehen ab einer durch ortsfeste Beleuchtung erzeugten mittleren Leuchtdichte der Fahrbahn von ca. 1 cd/m² nicht mehr kritisch. Diese bedeutende Verbesserung der Blendsituation muss sich vornehmlich im dichten gemischten Verkehr positiv auswirken.

Auf Grund des Materials der beiden letzten Abschnitte und deren guter Übereinstimmung kann über das Beleuchtungsniveau folgendes ausgesagt werden: Für eine wirksame Strassenbeleuchtung sind mittlere Leuchtdichten von 2 bis 4 cd/m² bei guter Gleichmässigkeit zu fordern. Durch Elimination der Blendung und immerhin noch mässiger Leistungsfähigkeit der Augen kann ein Leuchtdichteniveau von über 1 cd/m² im Falle eines gerin-

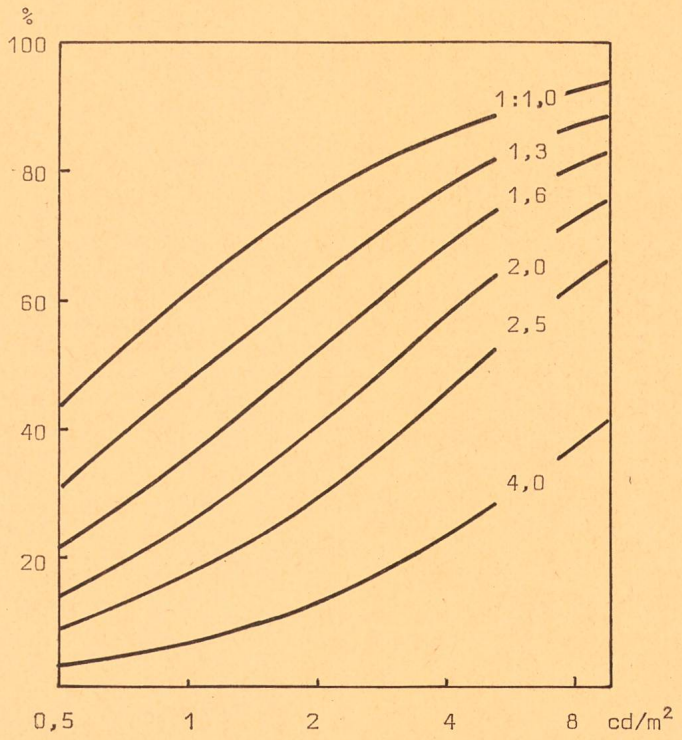


Fig. 3 **Die Reaktionsleistung R, aufgetragen über der mittleren Leuchtdichte L_{med} der Fahrbahn. Parameter ist die Längsgleichmässigkeit der Fahrbahnleuchtdichte. Photometrischer Kontrast der Sehobjekte 30 %, Grösse der Sehobjekte 8′.**

gen Verkehrsvolumens noch ausreichend sein. Leuchtdichteniveaus unter 1 cd/m² dürften auf das Unfallgeschehen keinen Einfluss mehr haben und sind verkehrstechnisch wirkungslos.

2.4 Anforderungen an die Strassenbeleuchtung

Für verkehrsreiche Strassen mit gemischtem Verkehr in Siedlungsgebieten ergibt sich zusammengefasst folgende Zielsetzung für die Strassenbeleuchtung: Hohe Qualität der Beleuchtung während der wenigen Stunden hoher Verkehrsdichte; Schaltmöglichkeit auf mässige Qualität in den verkehrsarmen Nachtstunden.

Dabei sind unter Zeiten hoher Verkehrsdichte in der Regel die Stosszeiten morgens zwischen 6 und 8 Uhr und abends zwischen 17 und 20 Uhr, in städtischen Zentren zwischen 17 und 24 Uhr zu verstehen. In Übereinstimmung mit den Leitsätzen für öffentliche Beleuchtung der Schweiz. Lichttechnischen Gesellschaft (SEV-Publ. 8907.1974, Entwurf) ist für eine Beleuchtungsanlage hoher lichttechnischer Qualität eine mittlere Fahrbahnleuchtdichte von 2 bis 4 cd/m² bei guter Gleichmässigkeit, für eine Anlage von mässiger lichttechnischer Qualität eine mittlere Leuchtdichte von ca. 1 cd/m² bei nach wie vor guter Gleichmässigkeit der Leuchtdichte zu fordern.

3. Technische Möglichkeiten

Auf Grund der hiervor formulierten Anforderungen an eine wirksame Strassenbeleuchtungsanlage stellt sich die Frage einerseits nach den wirtschaftlichen Möglichkeiten für die geforderten Leuchtdichtewerte und andererseits nach den verfügbaren technischen Lösungen zur Umschaltung des lichttechnischen Qualitätsniveaus. Im folgenden sollen deshalb einige Gesichtspunkte der Lampen, des Leuchtenbaus und der Schaltung der Lampen näher beleuchtet werden.

3.1 Lampen und Leuchten

Als ein Mass für die Effizienz einer Lampe, d. h. wieviel Licht pro Watt elektrischer Leistung erzeugt wird, steht die Lichtausbeute (Einheit: Lumen pro Watt). Da die erzeugte Helligkeit auf der Fahrbahn direkt vom zur Verfügung stehenden Lichtstrom der Lampen abhängig ist, hat die Lichtausbeute der Lampen einen wesentlichen Einfluss auf die Anschlussleistung einer Beleuchtungsanlage.

Gegenüber der Glühlampe haben die modernen Gasentladungslampen eine eindrückliche Steigerung der Lichtausbeute um das 5–10fache erzielt. Es gilt jedoch, die Möglichkeiten, die uns mit der Gasentladungslampe zur Verfügung stehen, je nach Verwendungszweck voll zu nutzen. Tabelle I bringt für einige gebräuchliche Lampen die Lichtströme und die Lichtausbeuten dieser Lampen, wobei der Berechnung der Lichtausbeute der wahre Anschlusswert der Lampe, d. h. inklusive Verluste der Vorschaltgeräte, zugrunde gelegt wurde. Nach wie vor liegen die Natrium-Niederdrucklampen grosser Leistung mit ca. 150 lm/W an der Spitze, wobei allerdings die hohen Lichtausbeuten mit zwei gewichtigen Nachteilen verbunden sind. Erstens ist im monochromatischen Licht der Na-Linie (bei 589 Nanometern) kein Farbensehen möglich. Neben dem Verlust der Farbkontraste, die für das Wahrnehmen von Hindernissen für den Fahrzeuglenker ohne Zweifel von Nachteil ist, erscheint dieses Licht

Elektrische und lichttechnische Daten von Gasentladungslampen.

Tabelle I

Lampe	Anschlussleistung W	Lichtstrom lm	Lichtausbeute lm/W	Farbwiedergabe-Index Ra
HgLS 250W	270	13 500	50	ca. 50
HgLS 400W	430	23 000	53	ca. 50
HgI 400W	390	25 000	64	ca. 90
NaH-T 250W	275	25 000	91	ca. 40
NaH-T 400W	435	48 000	110	ca. 40
Na 90W	120	12 500	104	10
Na 180W	215	33 000	153	10

Anschlussleistungen verschiedener Lampentypen zur Erzeugung einer guten Beleuchtungsqualität auf einem Strassenstück von 1 km Länge.

Tabelle II

Bestückung	Lichtpunkt- höhe m	Lichtpunkt- abstand m	mittlere Leuchtdichte cd/m²	L_{min}/L_{med}	Anschlussleistung pro km Länge kW	Leuchtdichteausbeute cd/m²/W/m²
1 × Na 180W	12	36	2.30	0.50	6.0	3.07
1 × NaH-T 250W	12	40	2.45	0.55	6.8	2.83
2 × HgLS 250W	10	35	2.65	0.53	15.4	1.37

Randbedingungen: Strassenbreite 8 m
Belag R 2,90 = 0.10 cd/lx · m²

insbesondere für Zonen mit regem Fussgängerverkehr wegen der schlechten Farbwiedergabe als ungeeignet. Zweitens hat die Natrium-Niederdrucklampe grosse Abmessungen (für grössere Leistungen über einen Meter Länge), wodurch die Lichtlenkung durch die Optik einer Leuchte nur bedingt möglich ist.

Die Natrium-Hochdrucklampe mit Lichtausbeuten von immer noch etwa 100 lm/W konnte sich in den letzten Jahren in der Strassenbeleuchtung immer mehr durchsetzen. Wegen der Absorption der Resonanzstrahlung des Natriums in der Hochdruckentladung wird das Spektrum des abgestrahlten Lichtes deutlich verbreitert. Dies ergibt einen Eindruck von warm-weissem Licht bei recht guten Farbwiedergabe-Eigenschaften. Durch die Kleinheit des Leuchtkörpers (Brenners) der Klarglaslampe ergeben sich ideale Möglichkeiten der Lichtlenkung.

Die Quecksilberleuchtstofflampen liegen mit Lichtausbeuten von ca. 50 lm/W bereits deutlich hinter den Natrium-Lampen zurück. Wohl erzeugen diese Lampen ein weisses, neutrales Licht bei recht guter Farbwiedergabe, aber dieser Vorzug ist mit einem beachtlichen Mehr an Anschlussleistung der Anlage zu erkaufen.

Bedingt durch die Geometrie um die Reflexionseigenschaften der auszuleuchtenden Strasse weisen Strassenleuchten hoch spezialisierte Lichtverteilungen auf. Dazu werden in modernen Leuchten Spiegelreflektoren verwendet, die eine genaue Lichtlenkung zulassen. Günstige Voraussetzungen zur Lichtlenkung ergeben kleine Lichtquellen mit hoher Leuchtdichte. Dies ergibt sich aus photometrischen Zusammenhängen, die besagen, dass der in einer gewünschten Richtung verfügbare Lichtstrom (die Lichtstärke) proportional zur Fläche der Lichtquelle, hier des Spiegels, und zur Leuchtdichte der Lichtquelle oder deren Spiegelbild ist. Da durch vernünftige Dimensionierung der Strassenleuchten die Fläche der ausgeleuchteten Spiegel begrenzt bleiben muss, kann nur die Leuchtdichte der Lichtquelle selbst zu Verbesserungen der Lichtverteilung ausgenützt werden. Dass damit die Natrium-Hochdrucklampe mit kleinem Brenner und hoher Leuchtdichte der langrohrigen Natrium-Niederdrucklampe und allen Lampen mit grossem geschlämmten elliptischen Kolben vom Standpunkt der Lichtlenkung überlegen sein muss, ist leicht einzusehen. Dieser Zusammenhang erklärt auch die aus der Praxis bekannte Erscheinung, dass eine Beleuchtungsanlage, die mit Natrium-Niederdrucklampen ausgerüstet ist, trotz der höheren Lichtausbeute der Lampen nicht günstigere Anschlusswerte erzielt als eine Anlage gleicher Qualität mit Natrium-Hochdrucklampen. Dass eine Anlage mit Quecksilberleuchtstofflampen, wo niedrige Lichtausbeute und grosser Lampenkolben relativ geringer Leuchtdichte zusammentreffen, besonders grosse Anschlussleistungen ergibt, ist zu erwarten. Diese Zusammenhänge sollen an einem alltäglichen Beispiel in Tabelle II illustriert werden; jedem Lampentyp wurden hier optimale Leuchten zugrunde gelegt.

Neben den rein lichttechnischen Merkmalen einer Anlage können aber auch bauliche Massnahmen optimale Lösungen erleichtern. Der Zusammenhang zwischen der Lichtpunktgeometrie und der lichttechnischen Qualität von Anlagen wurde bereits an anderer Stelle [4] ausführlich diskutiert. Es zeigt sich, dass nicht generell eine spezielle Lichtpunkthöhe oder ein spezieller Lichtpunktabstand zu bevorzugen ist, sondern dass für jeden Fahr-

bahnbelag und für jede Leuchte von neuem optimale Werte der Lichtpunktgeometrie gefunden werden müssen.

Ein weiterer bedeutender Einflussfaktor in der Bemessung einer Beleuchtungsanlage ist die Helligkeit des Fahrbahnbelages. Wird anstelle eines eher dunklen Asphaltbetons ein Belag mit künstlichen Aufhellern als Beischlägen verwendet, kann dadurch das Leuchtdichteniveau in ein und derselben Anlage beinahe auf das Doppelte erhöht werden. Gerade in Anlagen mit extremen Ansprüchen an die Beleuchtung, wie dies beispielsweise in der Einfahrzone von langen Strassentunneln der Fall ist, wird leider immer noch zu wenig von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht. Ein abschliessendes Urteil über die Wirtschaftlichkeit solcher Anpassungen der Belagseigenschaften an lichttechnische Erfordernisse kann allerdings heute noch nicht gefällt werden. Immerhin sind die Möglichkeiten und Probleme von Belagsaufhellern vor kurzem zwischen Baufachleuten und Behörden diskutiert worden [5].

Im folgenden soll jedoch eine weitere Massnahme eingehender diskutiert werden, die sich aus der Analyse der Unfallstatistik ergeben hat und die weitere Möglichkeiten zur Energieeinsparung aufzeigen dürfte. Gemeint ist die Anpassung des lichttechnischen Qualitätsniveaus einer Beleuchtungsanlage an das Verkehrsvolumen in einer Strasse.

3.2 Möglichkeiten der Umschaltung

Wie aus den formulierten Anforderungen an eine Beleuchtungsanlage zu entnehmen ist, kann während gewissen verkehrsarmen Nachtstunden eine Herabsetzung des Qualitätsniveaus zugelassen werden. Es ist allerdings zu betonen, dass sich eine Reduktion der Qualität nur auf das Herabsetzen des Leuchtdichteniveaus, nicht aber auf eine Verschlechterung der Leuchtdichtegleichmässigkeit erstrecken darf. Diese einschneidende Forderung ergibt sich aus der Tatsache, dass sich mit abnehmendem Leuchtdichteniveau Leuchtdichteungleichmässigkeiten auf die Leistungsfähigkeit des Auges verschärft bemerkbar machen und subjektiv auch als störender empfunden werden [2]. Infolgedessen kommen zwei technische Lösungen zur befriedigenden Qualitätsreduktion in Frage:

1. *Verwendung zweiflammiger Leuchten mit zwei gleichwertigen Optiken pro Lichtpunkt und*
2. *Leistungsumschaltung der Lichtquelle.*

Die zweiflammige Leuchte kommt mit der üblichen Beschaltung von Gasentladungslampen aus und wird durch Speisung der beiden Lampen mit zwei verschiedenen Stromkreisen gesteuert. Erhöhte Anlagekosten entstehen allerdings durch verhältnismässig grosse Leuchten, durch zweifache Auslegung des optischen Systems und durch doppelten Schaltungsaufwand der Lampen. Diesen Nachteilen stehen zwei Vorteile gegenüber: Im Falle der Vollschaltung entsteht bei einem Lampenausfall keine ausgeprägte Dunkelzone und die Anordnung lässt einen gewissen Spielraum in der Lampenwahl zu.

Lichtstromrückgang bei verschiedenen Betriebsarten von Quecksilberleuchtstofflampen. Tabelle III

Lampe	Brennleistung			Anzahl Einschaltungen	Lichtstrom
	500 W	250 W	400 W		
HgLS 400 W	–	–	100 h	1	100%
Mittel aus	–	–	5000 h	370	85%
120 Lampen und	2000 h	2700 h	–	340	74%
6 Fabrikaten	2000 h	470 h	–	680	71%
HgL 400 W	–	–	13000 h	1000	75%
Mittel aus					
20 Lampen von	6000 h	7800 h	–	1020	72%
1 Fabrikat	6000 h	1300 h	–	2000	66%

Tabelle IV

	Leistungsstufe 17 20 24 06 08	Energiebedarf
A	100 / 0	100%
B	100 / 0	48%
C	100 / 50 / 0	56%
D	100 / 20 / 0	58%
E	100 / 50 / 0	74%

Die Leistungsumschaltung der Lichtquelle ist lange Zeit auf Skepsis gestossen, obwohl hier die Vorteile der kleineren Leuchten mit einer einzigen Optik sowohl in Bezug auf Investitionskosten als auch in bezug auf lichttechnische Eigenschaften ins Auge springen. Als Nachteil verbleibt – wie bei nicht schaltbaren Anlagen – der Ausfall eines Lichtpunktes im Falle eines Lampendefektes.

Eine fast 10 Jahre dauernde Versuchsreihe mit leistungsgeschalteten Quecksilberleuchtstofflampen, die in Zusammenarbeit mit dem Elektrizitätswerk der Stadt Biel durchgeführt wurde, dürfte letzte Zweifel am Prinzip der Leistungsumschaltung ausräumen. Als Überblick über die Ergebnisse werden in Tabelle III die Lichtströme nach verschiedenen Betriebsarten zur Darstellung gebracht. In den Versuchsanlagen wurden Lampen von Typ HgL 400 Watt mit 500 W bzw. mit 250 W Lampenleistung betrieben. Die Leistungsumschaltung erfolgt durch Zu- oder Wegschalten von Paralleldrosseln, also ohne Betriebsunterbruch der Lampe während der Umschaltung. Neben einem nur unbedeutend grösseren Lichtstromrückgang in Funktion der Betriebszeit im Falle der Leistungsumschaltung ist der Befund aufschlussreich, dass Lichtstrom und Lebensdauer der Lampe durch zwei Schaltungen pro Nacht (siehe Beispiel B Tabelle IV) mehr in Mitleidenschaft gezogen werden als der Betrieb der Lampe mit Unterleistung während der frühen Morgenstunden. Diese Erfahrungen, wie sie am Beispiel der HgL 400 W gezeigt werden, haben sich mit 250-W-Lampen (Überlast 310 W, Unterlast 125 W) bestätigt.

Ähnliche Untersuchungen laufen zurzeit mit Natrium-Hochdrucklampen. Auch hier erscheint eine Leistungsumschaltung von 250 auf 150 W bzw. von 400 auf 250 W wünschenswert und durchaus praktizierbar. Die Versuche, welche seit ca. 2000 Stunden laufen, weisen auf ähnliche günstige Resultate hin wie sie bei Quecksilberleuchtstofflampen nachgewiesen werden konnten.

Als dritte Möglichkeit der Qualitätsreduktion ist die Stilllegung jedes zweiten Lichtpunktes aus einer Leuchtenreihe zu erwähnen. Dieser Weg sollte allerdings nur als Notlösung beschritten werden, da folgende Gründe gegen diese Lösung sprechen: Der Lichtpunktabstand moderner Anlagen liegt bei 30 bis 50 Metern. Durch Ausschalten von Lichtpunkten erhöht sich der Lichtpunktabstand auf 60 bis 100 Meter, wodurch Dunkelzonen von unzulässiger Ausdehnung entstehen. Zudem ist die Einsparung an Energie geringer als erwartet, weil unter den nachfolgend erwähnten Bedingungen auf das Ausschalten einzelner Lichtpunkte unbedingt verzichtet werden muss:

– *Im Bereich von Kurven, da sonst die optische Führung verlorengeht;*

– *Im Bereich von Kreuzungen, da sonst Einmündungen von Strassen unsichtbar werden können;*

– *Im Bereich von Fussgängerstreifen ohne zusätzliche Beleuchtung.*

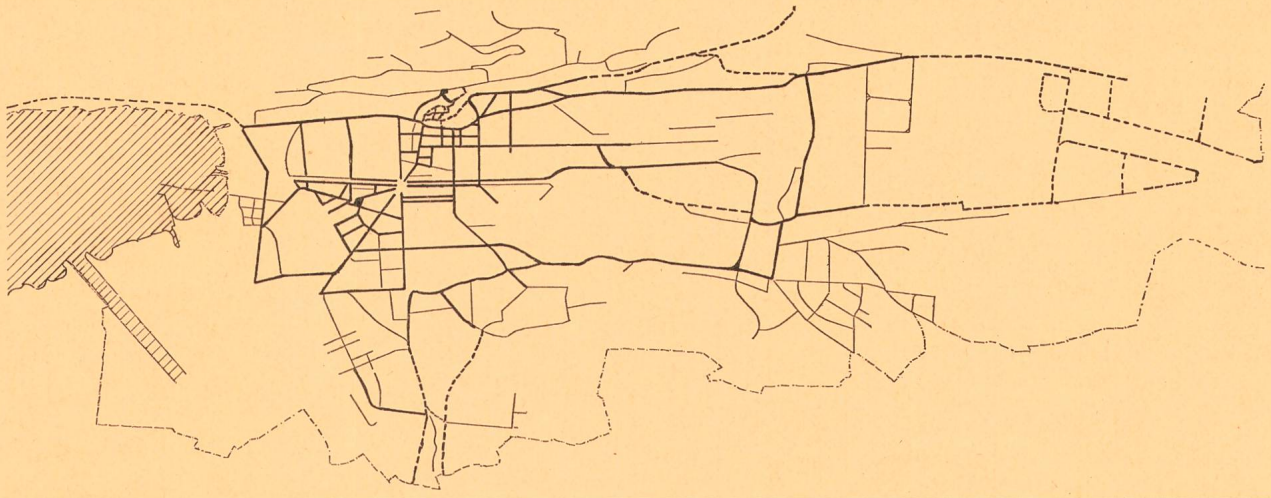


Fig. 4 Übersichtsplan der Stadt Biel mit den entsprechend beleuchteten Strassenzügen (Stand Juli 1974).

	Lampe		Leistungsstufen
——	HgL	400W	500/250W
——	HgL	250W	310/185W
		125W	160/ 80W
----	NaH T	400W	400/250W (teilweise)
		250W	250/150W

Welche Energieeinsparungsmöglichkeiten die verschiedenen Schaltanordnungen bei unterschiedlichen Zeitfunktionen erbringen, geht aus Tabelle IV hervor, wobei der Ein- und Ausschaltverlauf der Beleuchtung im Verlauf der Jahreszeiten berücksichtigt wurde. Als Vergleichsbasis dient die übliche durchnächtigte Vollschaltung einer Anlage mit guten lichttechnischen Qualitäten. Die in der Tabelle aufgeführte Leistungsreduktion auf 50 % entspricht annehmbaren lichttechnischen Qualitäten mit ca. 1 cd/m² und nach wie vor guter Gleichmässigkeit. Der Leistungsreduktion auf 20 % (meist mit Natrium-Niederdrucklampen geringer Leistung realisiert) sind lichttechnische Eigenschaften zuzuordnen, welche den Anforderungen an Niveau und Gleichmässigkeit vielfach nicht mehr genügen. Weiter wurde von der Voraussetzung ausgegangen, dass während der Dunkel-Stunden höchster Verkehrsdichte gute lichttechnische Qualität der Anlage gefordert werden.

Die grösste Reduktion des Energieverbrauchs erbringt Fall B (Tabelle IV) durch Stillegen der Anlage während der frühen Morgenstunden. Diese Lösung dürfte allerdings nur in Ausnahmefällen zur Anwendung kommen. Innerorts kommt sie deshalb kaum in Frage, weil dem – nicht verkehrstechnischen – Schutz der Fussgänger nicht nachgekommen werden kann.

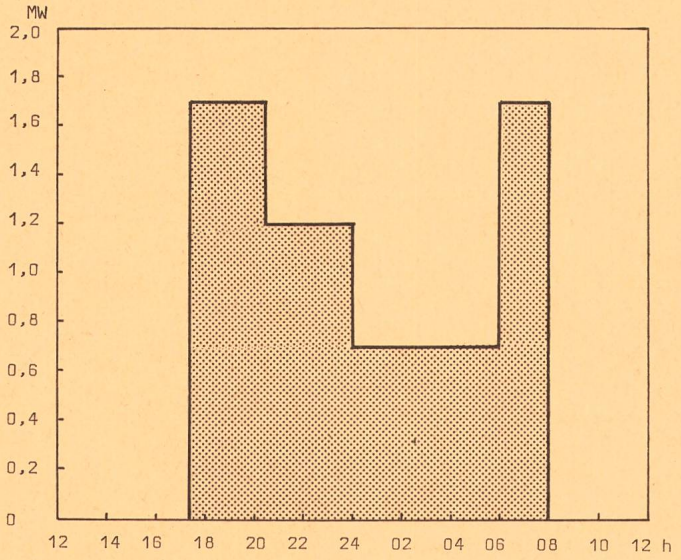


Fig. 5 Anschlussleistung der öffentlichen Beleuchtung der Stadt Biel in Funktion der Tageszeit für den Stichtag 1. Februar 1974.

Ein mässiges Qualitätsniveau bzw. eine Leistungsreduktion auf ca. 50 % während der Nachtstunden ausserhalb des Berufsverkehrs kann in vielen Fällen ausreichen. Die hohe Beleuchtungsqualität ist nur auf die Zeiten höchster Verkehrsdichte beschränkt. Eine Anlage nach Fall G ermöglicht die Reduktion des Energiekonsums auf 60 % der durchnächtigen Vollschaltung.

In Anlagen mit zweiflammigen Leuchten wird vielfach während der Nachtstunden eine Lampe kleiner Leistung betrieben, die jedoch unter der als «mässig» bezeichneten Qualität einer Beleuchtung bleibt. In diesem Falle ist eine Umschaltung auf das niedrige Qualitätsniveau vor Mitternacht vielfach nicht durchführbar. Die Zeit möglicher Einsparungen reduziert sich damit nur auf die frühen Morgenstunden, wodurch eine Energiereduktion auf ca. 65 % ermöglicht wird (Fall D).

In verkehrsreichen, wichtigen Hauptstrassen innerorts dürfte eine Leistungsschaltung nach Fall E das Geeignete sein. Die Vollschaltung bis Mitternacht wird dem regen Verkehr – besonders samstags und sonntags – gerecht, während sich der nächtliche Durchgangs- und Fernverkehr noch bei mässiger Beleuchtungsqualität abwickeln kann. Diese Schaltfunktion bringt immerhin noch Einsparungen von ca. 25 %.

Aus diesen verschiedenen Schaltfunktionen sollte von Fall zu Fall die günstigste ausgewählt werden, wobei Unfall- oder Verkehrsanalysen bei grösseren Sanierungsprojekten wertvolle Entscheidungshilfen anbieten können. Die Vielzahl möglicher Schaltfunktionen braucht nicht die gleiche Vielzahl verschiedener technischer Einrichtungen zu bedeuten; leistungsumschaltbare Lampen oder zweiflammige Leuchten mit gleichwertiger Bestückung sind für die Funktionen A, B, C und E gleichermassen geeignet.

4. Beispiel eines umschaltbaren Beleuchtungsnetzes

Als ein Beispiel unter mehreren soll hier die öffentliche Beleuchtung der Stadt Biel erwähnt werden, die seit Jahren konsequent auf eine optimale Anpassung der Beleuchtungsqualität an die Verkehrsverhältnisse ausgebaut wurde. In welchem Umfange Lampen mit Leistungsumschaltung verwendet werden, geht aus dem Übersichtsplan in Fig. 4 hervor. In innerstädtischen Bereichen werden vorwiegend Lampen vom Typ HgL 400 W eingesetzt, die mit Leistungen von 500 W und 250 W betrieben werden. Verkehrsreiche Hauptstrassen sind mit zweiseitig gegenüberliegender Lichtpunktanordnung ausgestattet. So werden in den Stunden hoher Verkehrsdichte gute Qualitätswerte der Beleuch-

tung erreicht, während in den frühen Nachtstunden auf 50 % der Anschlussleistung reduziert werden kann. Die zweiseitige Anordnung gestattet in den frühen Morgenstunden zudem eine weitere Reduktion durch Ausschalten der Leuchten einer Strassenseite auf 25 % der installierten Leistung. Quartierstrassen sind mit Lampen vom Typ HgL 250 W oder 125 W bestückt, welche wiederum auf den Schaltstufen 310 W und 185 W bzw. 160 W und 110 W betrieben werden. Wichtige Ausfallstrassen und neue Anlagen werden vermehrt mit Natrium-Hochdrucklampen ausgerüstet, welche eine Leistungsumschaltung von 400 auf 250 W bzw. von 250 auf 150 W zulassen.

Die Steuerung der Leitungsstufen erfolgt zentral und wird den Tageslichtverhältnissen, der Witterung und den Wochentagen (Werktage/Samstag und Sonntag) angepasst. Der Verlauf des Leistungsbedarfs durch die öffentliche Beleuchtung der Stadt Biel für einen Wintertag zeigt Fig. 5. Deutlich sind die Leistungsspitzen während der Stunden höchster Verkehrsbelastung zu erkennen, während vor Mitternacht auf 60 % und in den frühen Morgenstunden auf ca. 40 % der installierten Leistung reduziert wird. Es darf sicherlich festgestellt werden, dass – bei uneingeschränktem Motorfahrzeugverkehr – zusätzliche Einschränkungen des Energiebedarfs der öffentlichen Beleuchtung in diesem Falle aus sicherheitstechnischen Gründen fehl am Platz wären.

5. Schlussbemerkungen

Die Unfallanalyse im nächtlichen Strassenverkehr in Abhängigkeit vom Beleuchtungsniveau hat gezeigt, dass die heute im Zeichen der Energieersparnis festzustellende Tendenz zu mässiger Beleuchtungsqualität nicht nur zu qualitativ unbefriedigenden, sondern auch, in einem grösseren Rahmen gesehen, zu unwirtschaftlichen Lösungen führt. Solche Anlagen können in den Stunden, wo der öffentlichen Beleuchtung eine besonders wichtige Rolle zufällt und wo sie besonders wirksam sein kann, vor allem sicherheitstechnisch ihre Aufgabe nicht erfüllen.

Um andererseits dem Vorwurf der Energieverschwendung wirksam entgegentreten zu können, ist es die Aufgabe der Beleuchtungstechnik, in konsequenter Weise Licht in genügender Qualität zur erforderlichen Zeit und unter optimaler Nutzung der Mittel zur Verfügung zu stellen.

Literatur

[1] Schweiz. Beratungsstelle für Unfallverhütung (BfU). Jahresbericht 1973. Anhang/Statistik.

[2] *R. Walthert, F. Mäder, P. Hehlen:* Données statistiques sur la proportion des accidents de jour et de nuit, leur causes et conséquences. 14. Vortragstagung des Automobil Club der Schweiz, 1970.

[3] *R. Walthert:* Zur Bewertung der Leuchtdichteverteilung beleuchteter Strassen. Diss. Karlsruhe, 1973.

[4] *R. Walthert:* Über den Einfluss der Lichtpunktegeometrie auf verschiedene Gütekriterien in der Strassenbeleuchtung. Bulletin des SEV, Bd. 64 (1973), S. 1074.

[5] Erhöhung der Verkehrssicherheit durch die Verwendung von hellen Strassenbelägen, Tagung der Schweiz. Konferenz für Sicherheit im Strassenverkehr (SKS), September 1971.

Adresse des Autors:

Dr. *R. Walthert,* BAG Turgi, 5300 Turgi.

Veranstaltungen im Ausland

Die Association belge de l'éclairage veranstaltet in Brüssel, Palais des Congrès, zwei Informationstagungen:

8. Oktober 1974: L'équipement technique des grands bâtiments et l'utilisation économique de l'énergie.

25. Oktober 1974: Pour une meilleure utilisation de l'énergie électrique en éclairage public et en éclairage intérieur.

—

Das Institut für Gesamte Unfallforschung lädt ein zur 11. Arbeitstagung «Die Untersuchung und Begutachtung von Strassenverkehrsunfällen», die vom 15. bis 17. November 1974 im Kongresshaus von Baden-Baden stattfinden wird.

—

The Illuminating Engineering Society, London, England, veranstaltet am 10. Dezember 1974 ein Symposium (16.00 bis ca. 20.00 Uhr) über Tunnelbeleuchtung. Über schweizerische Verhältnisse werden die Herren E. Müller und W. Riemenschneider referieren.

—

Das Nationale Beleuchtungskomitee Bulgarien kündigt die «3. Nationale Konferenz mit internationaler Teilnahme über Beleuchtungstechnik» an, die vom 9. bis 14. Juni 1975 in Warna stattfinden soll. Das Komitee lädt ein, sich als Referent bis 30. September 1974 zu melden.

—

Nähere Informationen, Anmeldeunterlagen sind beim SLG-Sekretariat, Postfach, 8034 Zürich erhältlich.

Regenbogen – Arc-en-ciel

Das Schöne ist weniger, was man sieht, als das, was man träumt. Belgisches Sprichwort

Beleuchtungsleitsätze der SLG

(Zu beziehen gegen Nachnahme bei der Verwaltungsstelle des SEV, Postfach 8034 Zürich)

	Publ. Nr.	Ausgabe
Leitsätze für öffentliche Beleuchtung, 1. Teil: Strassen und Plätze	4003	1960*
Leitsätze für die Beleuchtung von Turn- und Spielhallen	4005	1960*
Leitsätze für die Beleuchtung von Tennisplätzen und -hallen	4006	1962*
Leitsätze für die Beleuchtung von Skisprungschanzen	4011	1964
Leitsätze für öffentliche Beleuchtung, 3. Teil: Autobahnen und Expreßstrassen	4013	1964
Allgemeine Leitsätze für Beleuchtung	4014	1965
Leitsätze für die Beleuchtung von Kegel- und Bowlingbahnen	4019	1966
Leitsätze für die Beleuchtung von Skipisten und Skiliften	4021	1966*
Leitsätze für die Beleuchtung von Hallenschwimmbädern mit einem Anhang für die Beleuchtung von Freibädern	4023	1967
Leitsätze für öffentliche Beleuchtung, 2. Teil: Strassentunnel und -unterführungen	4024	1968
Leitsätze für Eisfeldbeleuchtung. Ersetzen: 0218.1958 und 4012.1964	8901	1971**
Leitsätze für die Beleuchtung von Leichtathletik-, Spiel- und Turnanlagen. Ersetzen: 0219.1959	8902	1971**
Leitsätze für die Beleuchtung von Fussballplätzen und Stadien für Fussball und Leichtathletik. Ersetzen: 4004.1960	8903	1972**

* in Neubearbeitung
** Format A4

Publikationen der CIE

(Zu bestellen beim Sekretariat der SLG)

Nr.	Titel
2	Farben von Signallichtern
8	Strassenbeleuchtung und Unfälle
9	Geschichte der CIE
11	Compte-rendu de Vienne (1964) 4 Bände A, B, C, D
12	Internationale Empfehlungen für die öffentliche Beleuchtung
15	Farbmessung, Offizielle Empfehlungen der CIE
	Ergänzung Nr. 1:
	Spezieller Metamerie-Index für Wechsel der Lichtart
16	Daylight (in English)
17	Internationales Wörterbuch der Lichttechnik
18	Report on principles of light measurements (in English)
19	A unified framework of methods for evaluating visual performance aspects of lighting (in English)
20	Empfehlungen für die Gesamtbestrahlungsstärke und die spektrale Verteilung künstlicher Sonnenstrahlung für Prüfzwecke
21	Compte-rendu de Barcelone (1971) 2 Bände A, B
23	Internationale Empfehlungen für Autobahnbeleuchtung
24	Photometry of indoor type luminaires with tubular fluorescent lamps (in English)
25	Procedures for the measurement of luminous flux of discharge lamps and for their calibration as working standards (in English)
26	Internationale Empfehlungen für Tunnelbeleuchtung
27	Photometry of Luminaires for Street Lighting (in English)

Recommandations de l'USL

(En vente au Bureau d'administration de l'ASE, Case Postale 8034 Zurich, contre remboursement)

	Public nº	Edition
Recommandations pour l'éclairage public, 1ère partie: rues, routes et places	4003	1960*
Recommandations pour l'éclairage des halles de gymnastique et de jeu	4005	1960*
Recommandations générales pour l'éclairage court et halles de tennis	4006	1962*
Rencommandations pour l'éclairage des tremplins de saut à skis	4011	1964
Recommandations pour l'éclairage public, 3ème partie: autoroutes et routes-express	4013	1964
Recommandations générales pour l'éclairage	4014	1965
Recommandations pour l'éclairage des jeux de quilles et de «Bowling»	4019	1966
Recommandations pour l'éclairage des pistes de ski et des skilifts	4021	1966
Recommandations pour l'éclairage des piscines couvertes, avec annexe pour l'éclairage des piscines en plein air	4023	1967
Recommandations pour l'éclairage public, 2ème partie: tunnels routiers et passages inférieurs	4024	1968
Recommandations pour l'éclairage des patinoires	8901	1971**
Recommandations pour l'éclairage des placens d'athlétisme, de jeu et de gymnastique	8902	1971**
Recommandations pour l'éclairage des terrains de football et des stades de football et d'athlétisme léger	8903	1972**

* en refonte
** format A4

Publications de la CIE

(à demander auprès du Secrétariat de l'USL)

Nº	Titre
2	Couleur des signaux lumineux
8	Eclairage public et accidents
9	Historique de la CIE
11	Compte-rendu de Vienne (1964) 4 volumes A, B, C, D
12	Recommandations internationales pour l'éclairage des voies publiques
15	Colormétrie, Recommandations officielles de la CIE
	Supplément Nº 1:
	Indice spécial de métamérisme pour le changement d'illuminant
16	Daylight (in English)
17	Vocabulaire international de l'éclairage
18	Report on principles of light measurements (in English)
19	A unified framework of methods for evaluating visual performance aspects of lighting (in English)
20	Recommandations concernant l'éclairelent énergétique et la répartition spectrale du rayonnement solaire en vue de sa reproduction artificielle pour des essais
21	Compte-rendu de Barcelone (1971) 2 volumes A, B
23	Recommandations internationales pour l'éclairage autoroutier
24	Photometry of indoor type luminaires with tubular fluorescent lamps (in English)
25	Procedures fort the measurement of luminous flux of discharge lamps and for their calibration as working standards (in English)
26	Recommandations internationales pour l'éclairage des tunnels
27	Photometry of Luminaires for Street Lighting (in English)

Redaktor der Mitteilungen der SLG:
A. O. Wuillemin, Sekretär der Schweizerischen Lichttechnischen Gesellschaft (gegründet 1922), Postfach, 8034 Zürich, Telephon 01 / 65 86 37.

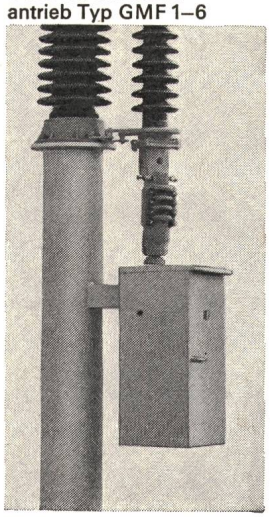
Rédacteur des Informations de l'USL:
A. O. Wuillemin, secrétaire de l'Union Suisse pour la Lumière (fondée en 1922), case postale, 8034 Zurich, Tél. 01 / 65 86 37.

H 23.636.7.72

Für **höchste** Anforderungen – **Pantographentrenner** Sprecher + Schuh

Pantographentrenner Typ TPF 214 D, 245 kV, 3150 A mit Druckölantrieb GPF 1–6

Unterteil mit Motorantrieb Typ GMF 1–6



Betriebserfahrungen seit 8 Jahren mit über 1000 Trennergruppen, unter vielfach extremen klimatischen Verhältnissen, bestätigen die hohe Zuverlässigkeit der Pantographentrenner Sprecher+Schuh.

Ein fein abgestuftes Typenprogramm für Nennspannungen von 145 bis 525 kV und Nennströmen von 2000 und 3150 A steht zur Verfügung.

Der Nennstossstrom beträgt bei den Normaltypen 125 kA.

Die litzenlosen Kontaktarmgelenke sind gekapselt. Der Pantographentrenner ist wartungsfrei.

Als Ergänzung zu den Typenprüfungen wurden kürzlich in der KEMA weitere ausgedehnte Kurzschlussversuche mit verschiedenen Sammelschienenanordnungen durchgeführt. Dabei konnte eine erhöhte Kurzschlussfestigkeit – bei einem Typ bis 156 kA Scheitelwert – nachgewiesen werden.

Neben dem bewährten fernsteuerbaren Druckölantrieb ist nun zusätzlich ein neuer, robuster Motorantrieb mit zahlreichem, anpassungsfähigem Zubehör lieferbar.

Damit Sie Projektierungs- und Anlagekosten senken können, ist für die Montage der Trenner ein Normständer geschaffen worden.

Besprechen Sie Ihre Probleme mit einem erfahrenen Partner – mit Sprecher+Schuh.

sprecher+ schuh

Sprecher+Schuh AG
5001 Aarau/Schweiz
Telefon 064 22 33 23

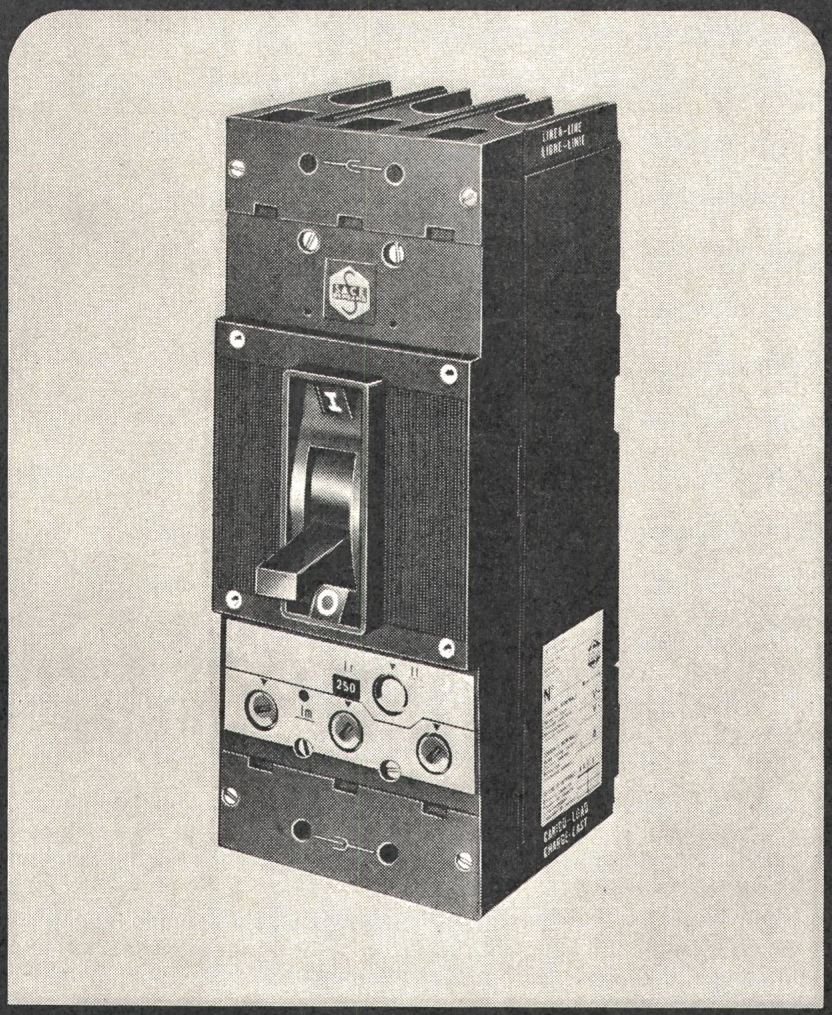
MODUL N250

ein moderner Leistungsschalter aus einer modernen Reihe

neu

MODUL - die moderne Leistungsschalter-Reihe für 63 - 1000 A

MODUL - bedeutet auch modulare Bauweise und Bausteinprinzip



Die Schalter der MODUL-Reihe können durch einfaches Hinzufügen einiger Zubehöre von fester Ausführung (Grundtyp) in eine steckbare oder ausziehbare Version mit Trennstellung umgewandelt werden.

Zubehöre-Kits ermöglichen dem Kunden die Schalter nach seinen besonderen Wünschen auszurüsten:

Motorantrieb, Kipp- oder Drehhebelantrieb, Schlüssel- oder Vorhängeschlossverriegelung, Hilfskontakte, Relaissignalkontakte, Arbeits- oder Unterspannungsauslöser u.s.w.

Die einstellbaren Überstrom- und Kurzschlussauslöser können auf einfachste Weise ausgewechselt werden.

N250 Elektrische Daten:

- Nennspannung: 660V, 50/60 Hz
- Nennstrom: 250A (bei 45 °C)
- Nennausschaltvermögen, symm.: 15kA bei 660V~
  18kA bei 500V~
  25kA bei 380V~

SACE BERGAMO

Generalvertretung und Lager

TRACO ZURICH

TRACO TRADING COMPANY LIMITED
JENATSCHSTR. 1 8002 ZURICH TEL. 01 36 07 11

SACE S.p.A. BERGAMO *baut NS-Leistungsschalter von 63-4500A mit Abschaltvermögen bis 100 kA$_{eff}$ für selektiven Schutz.* SACE *stellt auch Begrenzungsschalter, Mittelspannungsschalter, Marineschalter und Schaltanlagen her.*