Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 55 (1964)

Heft: 13

Rubrik: Diskussionsbeiträge

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: 13.12.2025

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

erwarten, dass subjektiv wohl kaum noch Unterschiede im Betriebszustand festgestellt werden könnten, dies um so mehr, als Versuche ergeben haben, dass der wirksame Reflexionsgrad, welcher für den Motorfahrzeugführer allein massgebend ist, in der Regel mit zunehmender Abnützung des Bitumenbelages steigt.

3.4 Blendung

Wohl einer der grössten Feinde des sicheren Fahrens auf Autobahnen ist die Blendung. Sie vermindert die Sehfähigkeit des Auges durch zu hohe Leuchtdichten oder zu starke Kontraste im Gesichtsfeld. Sie erzeugt Unbehagen und Unsicherheit, gibt Anlass zu fehlerhaftem Verhalten und kann dadurch zur Ursache von Unfällen werden.

Zur Vermeidung von Blendung ist dafür zu sorgen, dass geeignete Beleuchtungskörper verwendet und diese möglichst weit aus dem Gesichtsfeld gerückt werden.

4. Beleuchtungssysteme

(Ziff. 23)

Das konventionelle Beleuchtungssystem mit den Leuchten quer zur Strassenachse z. B, auf Kandelabern mit Auslegern ist praktisch erprobt und bietet heute keine Probleme mehr. Einzig die Wahl der Lichtpunkthöhe ist noch offen und wird weitgehend vom Energiepreis bestimmt werden. In Tabelle I der Leitsätze sind die Lichtpunktabstände und die erforderlichen Lichtströme für 10 und 12 m Lichtpunkthöhe aufgeführt.

Ein neues Beleuchtungssystem mit den Leuchten längs zur Strassenachse, z. B. an Tragseilen, ist auf der Autobahn Köln—Leverkusen in Betrieb genommen worden. Nach eingehender Prüfung durch unsere Fachgruppe wurde beschlossen, dieses System in die Leitsätze aufzunehmen. Die Vorarbeiten hiezu werden zur Zeit getroffen und stehen vor dem Abschluss.

Im Bereiche von Anschlussbauwerken, Brücken, Viadukten und in Bahnnähe können besondere Anforderungen zu Beleuchtungslösungen führen, wie:

a) Leuchten auf sehr hohen Masten;

b) Leuchten unter Augenhöhe in durchgehender, linienförmiger Anordnung.

5. Anordnung und Ausführung von Beleuchtungsanlagen, Speisung sowie Betrieb und Unterhalt

(Ziff. 24—26)

Über diese Probleme siehe den Vortrag von *H. Wüger*, Bull. SEV 55(1964)4, S. 166...175.

6. Verkehrssignale

(Ziff. 27)

Auf Autobahnen und Expreßstrassen sind wichtige Signale mit Eigenbeleuchtung zu versehen. Sie dürfen keine störende Blendung verursachen. Signalbild und -farben müssen deutlich erkennbar sein. Die Leuchtdichte der Signale soll in der Mitte der Signaltafel mindestens 15 cd/m² betragen. Das Verhältnis der höchsten zur niedrigsten Leuchtdichte der beleuchteten Signalfläche darf nicht höher sein als 30 : 1.

Fehldispositionen, wie ungenügendes Beleuchtungsniveau, ungenügende Gleichmässigkeit der Leuchtdichte (Helligkeit), Blendung usw., wie solche im übrigen Hauptstrassennetz trotz vorhandener Leitsätze (1. Teil) leider immer noch vorkommen, müssen auf Autobahnen und Expreßstrassen unter allen Umständen vermieden werden.

Begrüssen würden wir es, wenn auf schweizerischem Boden zwei bis drei grössere Versuchsstrecken beleuchtet werden könnten. Die Anwendung der zwei besprochenen Beleuchtungssysteme, d. h. Leuchten quer und längs zur Strassenachse, hätte unter anderem den grossen Vorteil, dass auch die beiden Lichtfarben weiss und gelb zur Darstellung gebracht werden könnten.

Adresse des Autors:

R. Walthert, Direktor der Schweiz. Beratungsstelle für Unfallverhütung (BfU), Laupenstrasse 9, Bern.

Diskussionsbeiträge

R. Walthert, Direktor der Schweiz. Beratungsstelle für Unfallverhütung, Bern: Ingenieur *Müller,* Chef des Technischen Dienstes der Eidg. Polizeiabteilung, hat die Frage an uns gerichtet, ob es nicht auch zweckmässig wäre, dass die Beleuchtung innerorts, also ausserhalb des Problems der Autobahnen gefördert werden müsste. Und da möchte ich wie folgt antworten:

Ich bin Ingenieur *Müller* ausserordentlich dankbar, dass er diese Frage hier aufgegriffen hat, denn es besteht kein Zweifel darüber, dass, ganz allgemein gesehen, die Innerortsbeleuchtung in unserem Lande — wie übrigens auch in allen anderen Ländern — im grossen und ganzen betrachtet schlecht ist. Wir haben Gemeinden mit Hauptdurchgangsstrassen, die heute noch — 1963 — keine Trottoirs aufweisen und alle 200 m eine 40-W-Lampe montiert haben. Und genau die gleichen Gemeinden beklagen sich, wenn pro Jahr x Unfälle sich in ihrer Gemeinde ereignen, sei es, dass Fussgänger und insbesondere Kinder, oder sei es, dass Radfahrer überfahren und getötet werden. Man hat mir gesagt (ich habe den Verhandlungen leider nicht folgen können), dass man heute morgen den Eindruck erhalten hätte, oder haben könnte, dass der erste Teil der Leitsätze mit dem minimalen Wert von 5 lx im Betriebszustand zu wenig sei. Ich möchte erstens darauf hinweisen, dass im ersten Teil der Leitsätze die 5 lx im Betriebszustand verlangt werden in Stufe 1 für Strassen mit schwachem bis mittlerem Verkehr, dass aber bereits im ersten Teil für Strassen mit mittlerem bis starkem Verkehr 10 lx und für Strassen mit starkem Verkehr und für repräsentative Strassen 20 lx verlangt werden. Man darf nicht nur an die 5 lx, an die unterste Stufe denken, sondern es sind dort ausdrücklich 5, 10 und 20 eingesetzt. Ich möchte bei dieser Gelegenheit darauf hinweisen, dass leider nach wie vor in der Schweiz neue Beleuchtungsanlagen erstellt werden, welche die untersten Grenzwerte, welche wir 1960 in den Leitsätzen gefordert haben, auch auf Hauptdurchgangsstrassen nicht erreichen, weder in Bezug auf die Beleuchtungsstärke — sagen wir Beleuchtungsniveau — noch in Bezug auf die örtliche Gleichmässigkeit. Ich kann hier bekannt geben, dass die Schweiz. Konferenz für Sicherheit im Strassenverkehr Beschlüsse gefasst hat, das Jahr 1964 vor allem dem «Lichte» zu widmen.

Es soll sowohl die Anwendung der Fahrzeugbeleuchtung als auch die Förderung der öffentlichen Beleuchtung in die gesamtschweizerische Aufklärungsaktion miteinbezogen werden. Es soll unter anderem ein entsprechendes Schreiben an die zuständigen Gemeinden und Kantone ergehen, mit der Bitte, die öffentliche Beleuchtung zu überprüfen, wenn irgendwie möglich zu verbes-

sern und zu ergänzen. Auch sollen rechtzeitig Kredite für einen Ausbau der öffentlichen Beleuchtung angefordert werden.

Noch ein Wort zu den negativen Zahlen aus den USA, die uns *J. Richter* [1]) bekanntgegeben hat: Es liegt natürlich auch positives Zahlenmaterial vor. Ich habe beispielsweise hier eine Notiz der Eidg. Polizeiabteilung, die wie folgt lautet: «Bei gleicher Fahrleistung — gefahrene Kilometer — ereignen sich in den Vereinigten Staaten bei Nacht 3mal mehr tödliche Verkehrsunfälle, als während des Tages!»

Auf Grund einer anderen Unterlage waren auf 37 verschiedenen Sektoren von Autobahnen und Expreßstrassen in den Vereinigten Staaten in einer bestimmten Zeiteinheit 556 Tote zu beklagen. Nach Erstellung der öffentlichen Beleuchtung ging die Zahl der Toten auf 202 zurück, was einer Abnahme von 64 % entspricht.

Und ein Letztes: Wenn *J. Richter* heute festgestellt hat, dass im allgemeinen nicht bewiesen wäre, dass mittels einer guten öffentlichen Beleuchtung die nächtlichen Strassenverkehrsunfälle um 30 % herabgesetzt werden können, so möchte ich nur betonen, dass diese Erwartung nicht ausschliesslich auf schweizerischen Unterlagen basiert. Vielmehr kamen anerkannte ausländische Institute, wie das Road Research Laboratory in England, ähnliche Institute in Frankreich, Deutschland, den USA usw. auf ähnliche Ergebnisse.

Ch. Savoie, a. Direktor der Bernischen Kraftwerke AG, Muri: Direktor *Häberlin* [2]) hat einige Fragen über Tarife an mich gerichtet, und in meiner Eigenschaft als Präsident des Vorstandes des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke und gleichzeitig auch Präsident der Tarifkommission des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke (VSE) habe ich Direktor *Häberlin* einen kurzen Brief geschickt, von dem er heute Ihnen Kenntnis gegeben hat, wodurch ich sehr geehrt worden bin. Der Brief ist heute noch gültig, und ich komme nicht auf die Argumente zurück. Immerhin möchte ich einige ergänzende Bemerkungen anbringen, die in meinem Brief nicht Platz gefunden haben. Der VSE arbeitet mit seinen Kommissionen Richtlinien und Weisungen an seine Mitglieder aus. Die Mitglieder können diese Weisungen beachten, sie machen es zum Teil, und zum Teil machen sie es nicht. Es sind nicht alle schweizerischen Energieverteiler Mitglied des VSE. Das muss man sich gut vor Augen halten, wenn man weiss, dass man Richtlinien herausgegeben hat, die u. a. auch Tarife enthalten. Direktor *Häberlin* hat gesagt, dass die Elektrizitätsversorgung weitgehend Sache der öffentlichen Hand sei. Das trifft nur zum Teil zu. In der Produktion ist es sicher weitgehend der Fall, für die Verteilung vielleicht auch noch, aber dann kommen noch viele andere Unternehmungen. Das können Kantone sein, das können Gemeinden sein, das können Genossenschaften sein, und wir wissen nicht genau, wer alles bei einer allfälligen Belieferung einer Autobahn zum Zug kommt und wie er sich dazu einstellt. Die Tarifkommission des VSE hat sich schon vor Jahresfrist mit Fragen zur Belieferung der Autobahnen mit elektrischer Energie befasst. Sie hat auch eine Arbeitsgruppe aufgestellt, die von kompetenten Fachleuten zusammengesetzt, wiederholt getagt hat und Richtlinien zu Handen der Tarifkommission herausgegeben hat. Der Vorstand des VSE muss diese Richtlinien ebenfalls zur Kenntnis nehmen. Wenn sie ihm behagen, kann er sie ratifizieren und zur Publikation bei seinen Mitgliedern bringen. Wir haben uns bemüht, in der Tarifkommission möglichst über die ganze Schweiz einheitliche Richtlinien aufzustellen. Das war nicht leicht, denn die Verhältnisse in der Schweiz sind ausserordentlich verschieden. Aber eins kann man festhalten, und das hat ja auch Direktor *Wüger* in seinem Referat [3]) mit Zahlen belegt, dass Energie bei den Elektrizitätswerken genügend vorhanden ist. Es ist also falsch, wenn man behauptet, für die Versorgung der Autobahnen hätten die Elektrizitätswerke keine Energie. Sie haben ja aus den Zahlen von Direktor *Wüger* gesehen, dass es sich auf das Gesamte bezogen um ausserordentlich kleine Beträge handelt.

Nun was die Tarife anbelangt, so ist eine sehr grosse Vielfalt bei den schweizerischen Unternehmungen, die Energie abgeben und hauptsächlich im Detail abgeben, festzustellen. Und hier können weder Verband noch Produzenten, noch die öffentliche Hand eine wesentliche Vereinheitlichung zustandebringen, denn nach der schweizerischen Gesetzgebung sind die betreffenden Unternehmungen rechtlich absolut frei, den Tarif zu gestalten, wie sie es für gut erachten. Sie erwarten im allgemeinen mit Ungeduld Richtlinien, denn diese Richtlinien geben ihnen gewisse Anhaltspunkte, speziell dort, wo solche Anhaltspunkte fehlen.

Ich wollte das hier deutlich sagen, dass eine Autobahn natürlich alle möglichen Energieabgeber berühren kann. Das kann von einem ganz kleinen Anschluss mit ein oder zwei Lampen oder einem kleinen Motor bis zu einer grossen Installation führen.

Wir können also von der Tarifkommission aus nur einen bescheidenen Einfluss ausüben. Immerhin werden die Richtlinien dazu führen, dass vielleicht gewisse Nachbarwerke sich verständigen und für ein gewisses grösseres Autobahnstück einheitliche Weisungen aufstellen, sich vielleicht auch mit Gemeinden und Genossenschaften, welche die Energieverteilung übernommen haben, ins Einvernehmen setzen, um eine einheitliche Wirkung zu erzielen. Diese Gruppenbildung ist im Gang und damit wäre wohl auch der Wunsch um eine möglichst längere Strecken umfassende einheitliche Regelung gegeben.

H. T. Züllig, Ingenieur, Basel: Wenn ich mir erlaube, hier das Wort zu ergreifen, so deshalb, weil ich mich seit mehr als 10 Jahren speziell mit den Problemen der Beleuchtung von Autobahnen befasst habe, in der Meinung, dass auch wir Lichttechniker eine Verantwortung tragen zur Verhinderung von Verkehrsunfällen.

Der verstorbene Gründer des Schweiz. Autostrassen-Vereins, Dr. *Gustav Wenk,* hat mir damals den Impuls gegeben in der richtigen Erkenntnis, dass Schnellverkehrsstrassen bei grösstmöglicher Verkehrssicherheit erst dann voll ausgenützt werden können, wenn diese Strassen durchgehend beleuchtet werden. In meinen verschiedenen Publikationen habe ich diese Forderung immer wieder erhoben und bin heute mehr denn je der Meinung, dass Autobahnen und alle wichtigen Verkehrsadern durchgehend beleuchtet werden müssen. In unserem Land ist jetzt der Zeitpunkt für einen derartigen Beschluss kritisch geworden, nachdem mit dem Bau von Autobahnen an verschiedenen Orten begonnen wurde. Wir sind es den Bauherren, also dem Bund und den Kantonen schuldig, die notwendigen Unterlagen so rasch als möglich zu unterbreiten. Eine zögernde Haltung könnte für die Zukunft verheerende Folgen haben.

Wir wissen heute aus zahlreichen Statistiken, dass eine gute Beleuchtung die Unfallziffer bei Nacht um rund 30 % senken kann. Diese Feststellung lässt alle Einwände bezüglich der Kosten als unwichtig erscheinen.

Welches ist nun das geeignetste Beleuchtungssystem auf Grund der heutigen Möglichkeiten? Sicher wurde Hervorragendes geleistet für die bessere Beleuchtung innerorts und auf den Ausfallstrassen. Es bestehen aber berechtigte Zweifel daran, dass diese Systeme der Kandelaberbeleuchtungen für Autobahnen übernommen werden können. Die Unzufriedenheit, die sich zu einer eigentlichen Kalamität gesteigert hat, ist bis heute in den zahlreichen Kongressen und Arbeitssitzungen der Fachorganisationen zum Ausdruck gekommen und hat bisher jede Entscheidung gelähmt.

Besonders die stark beeinträchtigte Wirkung einer derartigen Beleuchtungsanordnung bei regennasser Strasse und Nebel wird beinahe als Tabu behandelt. In unseren Breitengraden muss aber die Projektierung einer einwandfreien Beleuchtung gerade auf die ungünstigsten Witterungsbedingungen Rücksicht nehmen, denn diese stellen den höheren Prozentsatz aller Tage und Nächte dar.

Alle Überlegungen sprechen deshalb nach wie vor für meine These der unter dem Augenniveau angeordneten Linienbeleuchtung, die sich in der Praxis, insbesondere im Ausland bereits bewährt hat.

Wenn es um die Rettung von Menschenleben geht, dürfen Industrieinteressen nicht massgebend sein. Auch die Linienbeleuchtung kann mit verschiedenartigen Lichtquellen ausgestattet werden. Je nach den Umständen ist es durchaus denkbar, Leuchtröhren verschiedener Konstruktion zu verwenden, in nebelgefährdeten Gebieten können auch Natriumlampen eingebaut werden.

[1]) Siehe auch Bull. SEV 55(1964)6, S. 253...256.
[2]) Siehe auch Bull. SEV 55(1964)3, S. 96...99.
[3]) Siehe auch Bull. SEV 55(1964)4, S. 166...175.

Es wird Ihnen bekannt sein, dass bei Köln–Leverkusen ein Grossversuch unternommen wird, welcher bisher eine Überlegenheit der linearen Anordnung ergeben hat, wenn auch die Versuchsanlage in einer Höhe von 10 m ab Fahrbahn montiert ist. Diese Lösung scheint mir aus folgenden Gründen noch ungenügend:

1. Man kann sich aus ästhetischen Gründen kaum vorstellen, dass grosse Strecken auf diese Art installiert werden, wie überhaupt gegen die Anwendung von Tausenden von Kandelabern und Masten Bedenken bestehen. Man denke dabei nur an landschaftlich schöne Gebiete in unserem Land.
2. Der Unterhalt erfährt eine erhebliche Verteuerung, da dazu sehr teure Spezialfahrzeuge erforderlich sind.
3. Die Blendungserscheinungen im Sichtbereich können kaum verhindert werden.

Bei der niedrig angeordneten Linienbeleuchtung kann auf einer Autobahn mit einem Lichtstrom von 800 lm und einer mittleren Beleuchtungsstärke von 20 lx ein Ergebnis erzielt werden, welches bis jetzt noch nicht von einer anderen Beleuchtungsart übertroffen werden kann. Das trifft ganz besonders auch auf die Unterhaltskosten zu.

Für die Linienbeleuchtung existiert leider noch keinerlei Messmethode, die einen Vergleich zu anderen Beleuchtungsarten ermöglicht. Generell wird den Messwerten unvollkommener Instrumente zu viel Wert beigelegt. Der Messwert Lux der Beleuchtungsstärke oder Stilb der Leuchtdichte sagt noch gar nichts aus über die Qualität einer Beleuchtung an sich.

Es wäre an der Zeit, eine Bewertungsformel über die Qualität einer Beleuchtungsanlage zu finden, die nicht nur die rein technischen Messwerte wie z. B. Beleuchtungsstärke oder Leuchtdichte enthält, sondern auch Faktoren physiologischer und sogar psychologischer Art. Die Untersuchungen von Dr. *Hartmann* in München dürften dabei wertvolle Hinweise vermitteln.

In diesem Zusammenhang eine grundsätzliche Feststellung: Der Sinn einer Autobahnbeleuchtung kann nicht die Anleuchtung der Strassenoberfläche sein, sondern ausschliesslich die klare Beleuchtung der Hindernisse auf der Fahrbahn auf weite Sicht, die konstante Markierung des Strassenverlaufs und die Aufhellung der Umgebung.

Es lief kürzlich eine Kontroverse «Bitumen oder Beton» in der Clubzeitschrift «Auto» des ACS, wobei insbesondere bei der Argumentation auf den unterschiedlichen Reflexionskoeffizienten hingewiesen wurde. Das ist meiner Meinung nach nicht von Bedeutung. Wir Lichttechniker haben uns mit den baulichen Verhältnissen, also der Strassenführung und deren Ausführung, abzufinden und jeweils die beste Beleuchtungsmethode zu entwickeln, wenn wir nicht in eine sterile Abhängigkeit geraten wollen. Die Wahl des Fahrbahnbelages hängt von weit bedeutenderen Faktoren ab, die lichttechnischen Qualitäten werden hiebei stets eine sekundäre Rolle spielen, es sei denn, ein selbstleuchtender Belag würde erfunden. Es ist deshalb klüger, Beleuchtungssysteme anzuwenden, welche nicht auf die Unterstützung durch die Strassenoberfläche angewiesen sind, abgesehen davon, dass das sog. Silhouettensehen eine widernatürliche Konzeption ist.

Leider wurde in unserem Land offensichtlich nicht genug unternommen, um diese Fragen speditiv abzuklären. Mir scheint, dass raschestens eine von Firmeninteressen unbelastete Fachgruppe gebildet werden sollte, die sich auf Empfehlungen einigt. Sicher stehen dazu genug Mittel zur Verfügung, wenn man die interessierten Kreise, z. B. Strassenbaufirmen, Versicherungsgesellschaften usw. beizieht. Auch sollte meiner Meinung nach die statistische Auswertung der Verkehrsunfälle in der Schweiz durch das Büro für Unfallverhütung wesentlich detaillierter sein und ein Auszug über die Ursachen der Nachtunfälle erstellt werden. Mit allgemeinen Klassifizierungen, wie z. B. zu schnelles Fahren, unvorsichtiges Überholen usw. ist es nicht getan.

Wir müssen aber nicht nur die gegenwärtigen Geschwindigkeiten und Verkehrsdichten in Rechnung stellen, sondern vorausblickend auch die Zukunftserwartungen. In Amerika werden bereits Autobahnen sechsspurig auf 4 Ebenen gebaut und man erwartet Geschwindigkeiten bis 800 km/h — eine fast unvorstellbare Entwicklung. Es ist die Faszination der Geschwindigkeit, die unsere Generation vorwärtstreibt. Dagegen können wir uns nicht wehren, und sich dagegen anzustemmen, scheint sinnlos.

Wenn wir dieser Entwicklung Rechnung tragen wollen, so müssen die Autobahnen durchgehend beleuchtet werden, was zumindest in Etappen zu erreichen wäre. Der erste Schritt läge im Beschluss, alle Anschlüsse und Knotenpunkte mit den Auffahrtsrampen indirekt und blendfrei zu beleuchten. Da die Verbindungsdistanzen in unserem dicht besiedelten Land relativ kurz sind, könnten in zweiter Etappe die Lücken geschlossen werden, sofern die notwendigen Voraussetzungen von Anfang an getroffen werden. Die Kosten einer durchgehenden niedrig angeordneten Linienbeleuchtung betragen nicht mehr als 2...5 % der Strassenbaukosten und stehen in keinem Verhältnis zu den Vorteilen. Die neuesten Projektberechnungen haben bewiesen, dass eine derartige Beleuchtungsanlage nicht mehr kostet, als z. B. die Anwendung konventioneller Mastenbeleuchtungen. Allerdings ist dazu zu sagen, dass leider verschiedentlich Linienbeleuchtungen unter Verkennung der Erfordernisse falsch projektiert und ausgeführt wurden und damit dem System geschadet haben.

Diese Ausführungen sind logischerweise aus Zeitgründen sehr summarisch. Zum Abschluss möchte ich meine Vorschläge wie folgt zusammenfassen:

1. Es soll raschestens durch die SBK eine Arbeitsgruppe gebildet werden, bestehend aus neutralen, von Firmeninteressen unbeeinflussten Fachleuten, mit dem Auftrag, innert kürzester Frist Vorschläge einzureichen, damit eine durchgehende Beleuchtungsinstallation auf den Nationalstrassen und Autobahnen vorgesehen wird.
2. Es soll geprüft werden, ob durch das BfU eine gesonderte, weitgehend detaillierte Auswertung der Nachtunfälle vorgenommen werden kann.
3. Es wäre zu prüfen, ob die Einrichtung einer der SBK unterstellten Prüfwerkstatt für die unabhängige Entwicklung und die Auswertung neuer Ideen der Beleuchtung von Autobahnen zweckmässig wäre.

Prof. **R. Spieser,** Präsident der SBK, Zürich: Die Fachgruppe «Öffentliche Beleuchtung» und der Vorstand der SBK werden zu den Postulaten von *H. T. Züllig* Stellung nehmen.

Der Vorwurf der Firmenabhängigkeit der Fachgruppe kann schon hier zurückgewiesen werden. Ihre Firmenvertreter verfügen über ein fachliches und persönliches Niveau, das Gewähr dafür bietet, dass Einzelinteressen zurückgestellt werden. Zwei Drittel der Mitarbeiter sind zudem unabhängig, unter ihnen Strassenfachmänner, Vertreter von Strassenverkehrsverbänden, Vertreter von Elektrizitätswerken, Vertreter des Eidg. Amtes für Mass und Gewicht und der Sekretär der Schweizerischen Beleuchtungs-Kommission, so dass allfällig doch vorhandene Firmeninteressen in sehr kleiner Minderheit stehen würden. Ich muss daher unserer Fachgruppe das Zeugnis einer vollen Neutralität ausstellen.

Die Anregungen sachlicher Art werden indessen entgegengenommen und geprüft.

A. Wald, Ingenieur, Siemens-Schuckert-Werke, Erlangen: Es ist schon mehrfach die Frage aufgeworfen worden nach der richtigen Lichtart. Ich möchte das hier auch nicht weiter ausspinnen, sondern nur einige Gesichtspunkte der physiologisch-optischen Gegebenheiten anführen.

Beleuchtungsanlagen werden nicht nur in physiologischer sondern auch in psychologischer Hinsicht untersucht, und es ist sicherlich der Verdienst von *de Boer,* dass er Untersuchungen über diese Faktoren angestellt hat, die ich hier kurz zusammengefasst darlegen möchte.

Er hat festgestellt, dass das Natriumlicht subjektiv heller bewertet wird als Quecksilberdampflicht, und trotzdem ist die psychologische Blendung bei Natriumdampflampen geringer als bei Quecksilberdampflampen. Weiter bemerkt *de Boer,* dass bei Natriumlampen die Leuchtdichte-Ungleichmässigkeit, die noch als tragbar empfunden wird, grösser sein kann als bei HQ-Lampen. Man wird dieses Forschungsergebnis sicherlich noch sorgfältig an Anlagen prüfen müssen, doch meine ich, sind auch die physiologischen Faktoren von grosser Wichtigkeit. Was läge also näher, als sich mit diesen verschiedenen Sehfunktionen, wie z. B. den Ergebnissen der Untersuchungen über die Unterschiedsempfindlichkeit, die Sehschärfe, Blendung und Readaptionszeit bei verschiedenen Lichtarten näher zu befassen. Die Kürze der Zeit lässt auch hier nur eine Zusammenfassung zu, und ich be-

ziehe mich hier vorwiegend auf Arbeiten von *Jainski,* die erst kürzlich abgeschlossen und veröffentlicht wurden. Er hat festgestellt, dass die Unterschiedsempfindlichkeit bei Fluoreszenz-, HQ- und Na-Lampen gleich ist. Damit werden auch ältere Untersuchungen von *Luckiesch, Taylor, Klein* und *Weigel* bestätigt. Bei der Sehschärfe-Untersuchung ergab sich allerdings eine Reihenfolge Natrium-, Quecksilberdampf- und Fluoreszenzlampen. Auch bezüglich der Blendung wurden diese Lichtquellen untersucht mit dem Ergebnis, dass die Blendung keine Funktion der Lichtfarbe ist, sofern die Beleuchtungsstärke am Auge in jedem Fall gleich ist. Ein überraschendes Ergebnis brachte die Readaptionszeit bei den genannten Lichtquellen. Dabei stellte sich heraus, dass alle Gasentladungslampen in fast gleichem Masse den Glühlampen überlegen sind, d. h. die volle Sehleistung nach vorangegangener Blendung ist bei der Glühlampe erst später wieder hergestellt. Zusammen lässt sich also feststellen, dass Gasentladungslampen, abgesehen von einer geringen Überlegenheit der Natriumdampflampen, bezüglich der Sehschärfe, sich physiologisch-optisch gleichwertig verhalten. Das erschien mir doch der Feststellung wert, denn nun kann man sich bei der Wahl der Lichtquelle unbelasteter nach den verbleibenden Kriterien richten. Daher ist es auch kein Zufall, dass man die in Betracht kommenden Lampen bei den hier zur Debatte stehenden Beleuchtungsanlagen nebeneinander vorfindet.

C. H. Herbst, Ingenieur, Alumag AG, Zürich: Ich möchte ganz kurz zu einigen Voten Stellung nehmen. Zunächst zu einigen Punkten von Direktor *Häberlin* [4]): Er hat gefordert, dass die künstliche Beleuchtung nach Möglichkeit Tageslichtcharakter haben soll. Dieser Forderung ist sicher zuzustimmen, nur müssen wir dabei natürlich berücksichtigen, dass dann auch die Nebenbedingungen erfüllt sein müssen. Eine der wichtigsten Nebenbedingungen ist dabei ein entsprechendes Beleuchtungsniveau, eben wie wir es bei Tage haben, d. h. also im Minimum mehrere tausend Lux. Wir sind uns einig darüber, dass dieses Minimum von mehreren tausend Lux in der Strassenbeleuchtung auch in der heutigen schnellebigen Zeit noch einige Jahre auf sich warten lassen dürfte. Deswegen müssen wir die Art der Beleuchtung den Bedingungen anpassen, die wir erfüllen können, d. h. bei einem Lichtniveau in der Grössenordnung von 10 bis 20 lx. Und hier ist dazu zu sagen, dass das Farbensehen noch nicht die ausschlaggebende Rolle spielt wie bei der normalen Tagesbeleuchtung. In diesem Bereich ist es vor allem wichtig, dass wir Kontraste erkennen können, denn ein Hindernis sehen wir nur dann, wenn es sich von seiner Umgebung abhebt, wenn es also im Kontrast zu seinem Hintergrund steht. Also müssen wir nach Lichtquellen und nach Beleuchtungsarten trachten, die uns einen möglichst grossen Kontrast bei möglichst kleinem Aufwand geben. Und wie *A. Wald* schon eben gesagt hat, ist es ja so, dass die Kontrastempfindlichkeit und die Sehschärfe vor allem bei der Natriumdampflampe sehr hoch ist. Ich will nicht sagen, dass es nur die Natriumdampflampe sein muss, aber jedenfalls bei monochromatischem Licht. Wir haben zur Zeit nur eine Lichtquelle, die uns dieses monochromatische Licht liefert. Wir haben in der Natriumdampflampe die Möglichkeit, die Forderung nach einem guten Kontrast mit sehr wirtschaftlichen Mitteln zu erfüllen. Nun kommt die Frage, wie steht es mit den Signalen? Da hat Direktor *Häberlin* schon erwähnt, dass die Autobahnsignale beleuchtet sind. Das ist sehr richtig. Es gibt aber auch Fälle, wo die Signale vielleicht unbeleuchtet sind und es tritt dann immer wieder die Auffassung auf, dass diese Signale bei Natriumdampflampen, also bei einfarbigem Licht, nicht mehr zu erkennen sind. Das ist aber ein weit verbreiteter Irrtum. Wenn man sich irgendeine Zeitung ansieht, eine Fotografie von einer Strasse, und man sieht dort ein Verkehrssignal, so stellt sich die Frage, ob jemand jemals im Zweifel darüber gewesen ist, was für ein Signal das darstellt, sofern es im Druck überhaupt erkennbar ist. Man wird sicherlich jedesmal gewusst haben, was für ein Signal es ist. Das kommt eben daher, dass die Verkehrssignale nicht von der Farbe her entwickelt werden, sondern vor allem von der Form und der Symbolik her. Und diese beiden Punkte werden auch beim Natriumlicht natürlich erhalten bleiben. Also, es ist nicht so schlimm, wenn ein Signal bei Natriumlicht nicht in der natürlichen Farbe erscheint. Man weiss trotzdem, was es bedeutet.

Es ist dann im Referat von *A. Boereboom* [5]) häufig darüber die Rede gewesen, dass die Signale mit einer Reflexschicht belegt sein sollten. Das ist für diejenigen Strassen, die mit Fahrzeugbeleuchtung befahren werden, richtig, aber bei den Strassen mit eigener Beleuchtung muss man vorsichtig sein, denn diese Reflexschicht hat die Eigenschaft, das Licht in der gleichen Richtung zurückzuwerfen, in der es einfällt. Bei der Beleuchtung mit dem Scheinwerfer fällt es in der Richtung auf den Automobilisten. Er sieht das Signal hell. Bei der Beleuchtung des Signals von oben herab, von der Strassenbeleuchtung her, wird das Licht dagegen zur Strassenleuchte hin reflektiert. Der Automobilist, der mit Standlicht fährt, sieht das Signal dann also nicht wesentlich heller als ohne Reflexschicht. Man darf sich davon also nicht allzu viel versprechen.

Nun noch ein kleines Votum zur Frage der Leuchtdichtegleichmässigkeit. Die Leuchtdichtegleichmässigkeit soll wohl sehr hoch, aber nicht ganz gleichmässig sein. Warum? Ich habe schon gesagt, man kann ein Hindernis nur dann erkennen, wenn es sich vom Hintergrund abhebt, wenn es also einen Kontrast dagegen bildet. Nun gibt es aber auch sehr häufig den Fall, dass das Hindernis genau die gleiche Helligkeit hat wie der Hintergrund, und wenn jetzt der Hintergrund gleichmässig hell ist, werden wir dieses Hindernis nicht mehr erkennen können. Ist der Hintergrund aber leicht ungleichmässig erhellt, so wird ein Teil des Hindernisses in den allermeisten Fällen dann in Erscheinung treten. Also, man muss sich bei der Festlegung des Leuchtdichteniveaus doch darüber im klaren sein, dass man nicht zu weit gehen darf, wenigstens bei den Beleuchtungsstärken, wie wir sie bei der Strassenbeleuchtung haben.

Nun noch ein letztes Wort zu der Frage Asphalt oder Beton, die *J. Richter* [6]) angeschnitten hat. Er hat da gesagt, dass es einige Leute gäbe, die ohne weiteres beweisen könnten, dass sowohl Asphalt als auch Beton gleich gut sind. Er hat zum Teil recht, und zwar ist es so, dass Sie bei einem glatten Asphaltbelag ohne weiteres ein höheres Leuchtniveau in der Strassenachse erreichen können als bei einem Betonbelag, weil die Spiegelungsfähigkeit des Asphaltbelages höher ist als die von Beton. Aber die Leuchtdichtegleichmässigkeit in Querrichtung, also zu den Fahrbahnseiten hin, ist bei Beton um einiges grösser als bei Asphalt und insbesondere bei nassen Strassen. In diesem Falle beträgt z. B. das Quergefälle der Leuchtdichte bei Anordnung der Leuchten auf dem Mittelstreifen und einer Fahrbahnbreite von 8 m bei Beton ca. 1 : 2,5, bei Asphalt dagegen ca. 1 : 40! Die schwierigsten Verkehrsverhältnisse haben wir ja bei nasser Strasse, deswegen müssen wir in erster Linie auf die Eigenschaften bei nasser Strasse abstellen, um hier möglichst gute Sichtverhältnisse zu bekommen, was aber ganz zweifelsohne bei Beton eher der Fall ist als bei Asphalt — und das sind keine Behauptungen, wie *J. Richter* gesagt hat — sondern das sind durch Messungen bewiesene Tatsachen. Diese grössere Gleichmässigkeit bekommen wir auf alle Fälle bei Beton.

W. Heitz, Ingenieur, Elektrizitätswerke der Stadt Zürich, Zürich: Ich möchte zuerst einiges sagen über die Leuchtdichte. Es ist mit Hinweis auf den ersten Teil der «Schweizerischen Leitsätze für öffentliche Beleuchtung auf Strassen und Plätzen» Ziff. 2.3 erwähnt worden, dass wir weiterhin genötigt seien, uns des Begriffes der Beleuchtungsstärke zu bedienen. Ich glaube ebenfalls, dass Berechnungen von Neuanlagen noch auf längere Zeit hinaus auf der bisherigen Basis vorzunehmen sein werden. Trotzdem werden wir uns mit den Werten der Leuchtdichte vertraut machen müssen. Bis vor etwa zwei Jahren waren Leuchtdichtemesser sehr teuer und in der Handhabung kompliziert. Letzten Sommer konnte uns aber die Philips AG in Zumikon ein praktisches, nicht allzu teures Instrument vorführen.

Die Umführungsstrasse von Zumikon wurde gewählt, weil dort vom Tiefbauamt und Strasseninspektorat des Kantons Zürich Versuche mit verschiedenen Strassenbelägen vorgenommen werden. Rein von Auge beurteilt, hatte man den Eindruck, dass die in Betracht fallenden Strassenstücke doppelt, bzw. dreifach so

[4]) Siehe auch Bull. SEV 55(1964)3, S. 96...99.

[5]) Siehe auch Bull. SEV 55(1964)12, S. 586...594.

[6]) Siehe auch Bull. SEV 55(1964)6, S. 253...256.

32'685 - 686

hell seien wie der Abschnitt mit dem dunkelsten Belag. Die Leuchtdichtemessungen haben dies bestätigt mit Werten von 0,35 — 0,7 — 1,1 cd/m², bzw. 1,1 — 2,2 — 3,1 asb.

Im kürzlich erschienenen Entwurf der «Internationalen Empfehlungen für die Beleuchtung öffentlicher Verkehrswege» wird darauf hingewiesen, dass bei einer Beleuchtungsstärke von 10 lx für helle und 20 lx für dunkle Beläge — wie Bitumen — eine Leuchtdichte von 1 cd/m² erreicht wird. Dies entspricht auch dem von uns empfohlenen, mittleren Wert von 15 lx im Betriebszustand.

Hier möchte ich auf eine Äusserung von *J. Richter* [7]) eintreten, wonach die Beläge keine Rolle spielen. Unsere Messungen, die internationalen Empfehlungen, aber auch alles, was wir in der Literatur lesen können, weisen darauf hin, wie wichtig die Beläge für das Helligkeitsempfinden sind. Bei einem hellen Belag genügt die Hälfte bis ein Drittel des Lichtstromes gegenüber einem dunklen Belag, oder bei einem bestimmten Lichtstrom erhalten wir beim hellen Belag eine zwei- bis dreimal grössere Helligkeit. Für Wirtschaftlichkeitsberechnungen ist es also sehr wichtig, wie hell die Strassendecken tatsächlich sind.

Wie erwähnt, müssen wir vorläufig noch mit Beleuchtungsstärken rechnen, ich möchte aber folgendes vorschlagen: Auf einigen Strassen mit verschiedenen Belägen, deren Beleuchtung wir als mindestens genügend beurteilt haben, sind eingehende Messungen sowohl der Beleuchtungsstärken, als der Leuchtdichten, bei verschiedenen Wetterverhältnissen — Beläge trocken, feucht, nass — vorzunehmen und die Resultate einander gegenüberzustellen. Diese Vergleiche würden uns mit Leuchtdichtewerten eingehender bekanntmachen und erlauben die Beläge besser zu beurteilen, sind doch darüber noch sehr wenige Unterlagen vorhanden. Auf Grund solcher Angaben könnte auch ermittelt werden, in welchem Umfange Mehrkosten für die Erstellung heller, geeigneter Beläge wirtschaftlich gerechtfertigt sind.

Gestatten Sie mir noch kurz auf die Erstellung für Beleuchtungen von Autobahnen einzutreten. Früher haben wir mit ungefähr 4 % der Gesamtkosten für solche Strassen gerechnet. Diese Kosten stellen sich neuerdings bedeutend höher als ursprünglich angenommen wurde, so dass z. Z. für die Beleuchtung im Mittel mit etwa 2,2 % gerechnet werden kann. *J. C. Baillif* [8]) nannte in seinem Referat für Frankreich Kosten von Fr. 200 000.— pro Kilometer Autobahn, und zwar mit allen Haupt- und Verteilleitungen, Transformatoren und Anschluss an das Hochspannungsnetz. Für die in Deutschland bei Köln—Leverkusen erstellten Beleuchtungsanlagen von 7,3 km Länge werden Durchschnittskosten von DM 300 000.— pro Kilometer genannt; dabei sind aber nach den erhaltenen Auskünften alle Signaleinrichtungen, Transparente, Wegweiser usw. inbegriffen. Ohne die Nebenanlagen betragen die Kosten DM 126 000.— bei Anordnung der Leuchten in einer Längskette und von DM 110 000.— pro km für die Leuchten an den Kandelabern im Mittelstreifen. In diesen Preisen dürften aber die Hauptleitungen von 1000 V Spannung nicht inbegriffen sein. Auf Grund von eigenen Berechnungen und aus heute wiederholt gehörten Kostenangaben geht hervor, dass ein Betrag von Fr. 200 000.— pro Kilometer Autobahnbeleuchtung gut fundiert ist.

W. Howald, Ingenieur, Thalwil: Dir. *H. Wüger* [9]) hat bereits in seinem Vortrag auf die Wichtigkeit zweckmässiger Hilfsmittel für den Unterhalt hingewiesen und den «Skyworker» erwähnt. Es dürfte wohl klar sein, dass bei den heutigen Verkehrsverhältnissen die schwerfälligen Fahrleitern, obwohl auch diese nun z. T. mechanisiert sind, keine Rolle spielen. Das mühselige Hinaufklettern gibt zu verlängerter Arbeitszeit und auch zu Unfällen Anlass, besonders wenn noch Nutzlasten gehoben werden sollen.

Ich möchte daher kurz die «Ohio-Brass-Holan»-Geräte bekannt machen, die sich für den Beleuchtungsunterhalt eignen.

Die Montagekörbe sind allseitig geschlossen und bestehen aus Fibelglas mit 70 kV Isolationsfestigkeit. Zudem erhält der obere Tragarm die gleiche Isolation.

[7]) Siehe auch Bull. SEV 55(1964)6, S. 253...256.
[8]) Siehe Bull. SEV 55(1964)8, S. 364...367.
[9]) Siehe auch Bull. SEV 55(1964)4, S. 166...175.

Fig. 1
Drehbarer Teleskoparm

Als einfachster Typ, welcher bis zu 12,5 m reicht, ist ein um 360 Grad drehbarer Teleskoparm, welcher sich von 6,5 auf 9,75 m verlängern lässt und eine Reichweite von 12,5 m besitzt (Fig. 1). Etwas mehr beweglich ist ein 42-Fuss-«Ellbogen» gleicher Reichweite, der natürlich entsprechend mehr kostet.

Beiden Geräten ist gemeinsam, dass sie keine speziellen Abstützungen benötigen, es müssen lediglich die Hinterachsen des Lastwagens durch Stabilisatoren ausgeglichen werden.

Daneben bestehen grössere Modelle mit 2 Arbeitskörben, welche bis zu 23 m Arbeitshöhe erreichen. Diese erhalten einen zusätzlichen Hebebaum, welcher Lasten bis 1000 kg hebt. Er kann aber auch durch eine Handwinde von 250 kg Tragkraft ersetzt werden.

Diese grösseren Geräte können auch mit einer Winde von 3500 kg am unteren Arm ausgerüstet werden, wie auch mit einem Erdbohrer für Stangenlöcher von 1250 mkg Drehmoment. Der bedienende Monteur sitzt dabei auf einem Drehsitz am Pivot, von wo er gute Übersicht hat.

Die Wirkungsbereiche der meistgebräuchlichen Geräte sind in Fig. 2 dargestellt, in welcher zugleich verschiedene Leuchten eingetragen sind. Es zeigt sich, dass ein 45-Fuss-Typ genügt, um

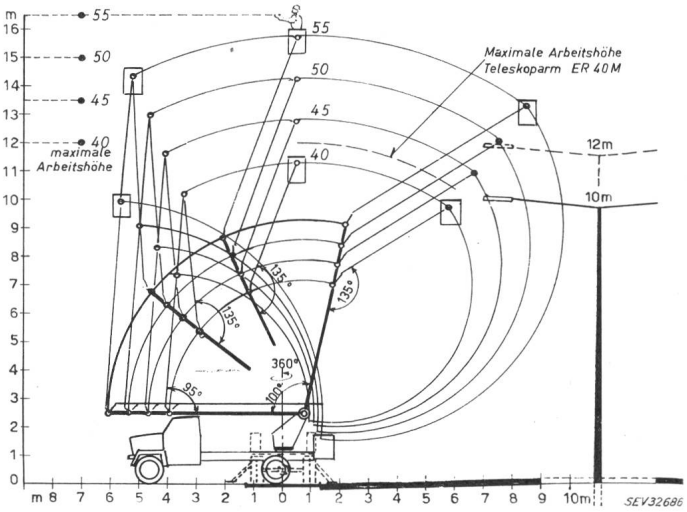


Fig. 2
Reichweite der «Holan»-Geräte

auch auf Autobahnen die in 12 m Höhe angebrachten Armaturen ohne Behinderung des Verkehrs zu erreichen.

Damit stellt sich die Frage, welche Grösse angezeigt ist. In den USA hat sich die Regel herausgebildet, dass min. 85 % der Leuchten erreicht werden sollten, wenn dabei ein bewegliches und allseitig wirtschaftliches Fahrzeug errreicht werden kann. Für extreme und wenig vorkommende Fälle (Platzleuchten etc.) kann dabei immer noch die Leiter (ev. Feuerleiter) benützt werden.

W. Sauber, Ingenieur, Sauber & Gisin AG, Zürich: Gerne folge ich der Aufforderung, über den heutigen Stand der Kabelverlegungstechnik auf den Autobahnen eine kurze Orientierung zu geben. Die Erfahrungen, welche mit der Verlegung der Telephonkabel für die Notrufsäulen auf der Autobahnstrecke Genf—Lausanne gemacht wurden, verlangten eine gründliche Abklärung der Frage: Wie werden Kabel auf Autobahnen am zweckmässigsten verlegt?

Nachdem sich die heutige Tagung nur mit Beleuchtungsfragen befasst, möchte ich kurz aufzählen, für welche Zwecke Kabelleitungen benötigt werden. Neben der Beleuchtung hat heute das Telephonkabel den Primat. Die Frage der Notwendigkeit einer Beleuchtung ist ja, wie aus der Diskussion hervorgegangen ist, teilweise noch umstritten. Dies ist beim Notruftelephon nicht der Fall, und es werden auf allen Nationalstrassen in der Schweiz für diesen Zweck durchgehende Telephonkabel verlegt. Neben diesen Telephonkabeln sind — ebenfalls nicht umstritten — Kabelleitungen notwendig für die Beleuchtung der Strassensignale. Dieses Signalbeleuchtungskabel wird praktisch fast durchgehend verlegt, es kommt darauf an, wie dicht sich die Anschlussbauwerke auf einem Streckenabschnitt folgen. Je Anschlussbauwerk sind nach jeder Seite 1,5 km Kabel notwendig, somit total ca. 3 km Kabel. Wenn sich die Anschlussbauwerke in einem durchschnittlichen Abstand von 3,85 km folgen, wie beispielsweise auf der Strecke Zürich-Richterswil, so verbleiben zwischen 2 Anschlussbauwerken jeweils noch Strecken von ca. 850 m, auf welchen kein Kabel erforderlich wäre. Auf der Strecke Lausanne—Genf beträgt der mittlere Abstand der Anschlussbauwerke 4,4 km. Es wäre nun nicht sehr sinnvoll, wenn man aus Gründen der Sparsamkeit darauf verzichten würde, in diesen kurzen Teilstrecken das Niederspannungskabel durchzuführen. Neben der Beleuchtung der dauernd aufgestellten Strassensignale ist noch ein anderes Erfordernis sehr dringend, obwohl es hier bis heute noch nicht erwähnt wurde. Es handelt sich um die Beleuchtung von temporär aufgestellten Strassensignalen. Auch in der Schweiz wird es nicht zu umgehen sein, dass gewisse Strassenabschnitte für Reparaturen, Änderungen oder bei Unfällen kurzzeitig oder über eine längere Zeitspanne abgesperrt werden müssen, dass Umleitungen nötig sind oder dass Teilstrecken für den Gegenverkehr einzurichten sind. Dazu müssen auf der Autobahn entsprechende Signale und Vorsignale, sowie Absperrungen aufgestellt werden. Es ist aus den Erfahrungen im Ausland absolut unbestritten, dass alle diese temporären Signale unbedingt und gut beleuchtet werden müssen.

Wenn wir uns in der Schweiz dazu aufraffen, die ortsfesten Signale, also alle Vorschriftssignale und Hinweis-Signale, zu beleuchten, ist es sicher keine Frage, dass auch die temporären Signale erst recht beleuchtet werden müssen. Bisher fehlten auch im Ausland auf den Autobahnen Anschlussmöglichkeiten, um diese Signale mit vernünftigen Mitteln beleuchten zu können. Auf der Strecke Köln—Leverkusen, wo die durchgehende Autobahnbeleuchtung eingeführt wurde, hat man bei allen Durchfahrten über den Mittelstreifen auch Steckdosen angebracht, welche gleichzeitig mit dem Signalbeleuchtungskabel gespeist werden. Wenn solche Anschlussmöglichkeiten fehlen, müsste man für eine Absperrung irgendwo aus der Nähe über provisorisch verlegte Leitungen die elektrische Energie für die Beleuchtung der temporären Signale beschaffen. Es drängt sich also schon deshalb auf, auch bei Strecken mit einem grösseren Abstand der Anschlussbauwerke das Niederspannungskabel durchgehend zu verlegen. Damit kann zur Speisung der temporären Signale bei allen Durchfahrten eine Steckdose installiert werden.

Für die beiden bisher erwähnten Kabel — das Telephonkabel und das Niederspannungskabel für die Signalbeleuchtung — muss irgend ein Trasse erstellt werden. Grundsätzlich gibt es für diese Kabel 3 Verlegungssysteme. Die erste Möglichkeit ist die direkte Verlegung des Kabels in das Erdreich, und zwar beim Telephonkabel ohne zusätzlichen Schutz, beim Starkstromkabel mit einfachem Deckstein. Dieses System wurde auf der Strecke Lausanne—Genf angewendet, die Erfahrungen hiemit waren mehr als schlecht. Theoretisch sind solche Kabelverlegungen durchaus denkbar, aber in der Praxis sind sie heute als unmöglich zu betrachten. Dies rührt daher, dass die Kabel im Zuge der Bauarbeiten in einer bestimmten Phase eingelegt werden müssen, und sich daraus ganz erhebliche Schwierigkeiten ergeben. Ferner sind die eingelegten Kabel sehr störungsanfällig, d. h. mit nachträglichen Beschädigungen durch Bauarbeiten ist zu rechnen, wie das Beispiel Lausanne—Genf mehrfach beweist. Zudem bietet dieses System keinerlei Erweiterungsmöglichkeiten.

Die zweite Möglichkeit ist die Verlegung in Zementrohre, wie dies *H. Wüger* in seinem Vortrag [10]) vorgeschlagen hat. Eine solche Lösung ist naheliegend, aber wenn Rohre verlegt werden, müssen die Bedürfnisse für eine evtl. mögliche zukünftige Beleuchtung berücksichtigt werden. Wenn nun vielleicht in mehreren Jahren eine Beleuchtung kommen könnte — vielleicht nicht auf der ganzen Autobahn aber doch auf gewissen Teilstrecken — dann wäre es sehr ungeschickt, nachträglich noch einmal auf dem Mittelstreifen mit einer Maschine graben zu müssen. Eine solche Arbeit kann fast nicht mehr durchgeführt werden, abgesehen davon, dass ja im Mittelstreifen dann bereits Kabel vorhanden sind, ferner auch Kanalisationsrohre und anderes mehr. Also müssen bereits beim Bau der Strasse die Rohre für die Beleuchtungskabel mit eingelegt werden. Dies aber stellt eine Investition dar, welcher der Bund niemals zustimmen könnte, nachdem nun die Nationalstrassen doppelt so viel kosten als ursprünglich geplant, obwohl der Bund äusserst sparsam gehaushaltet hat.

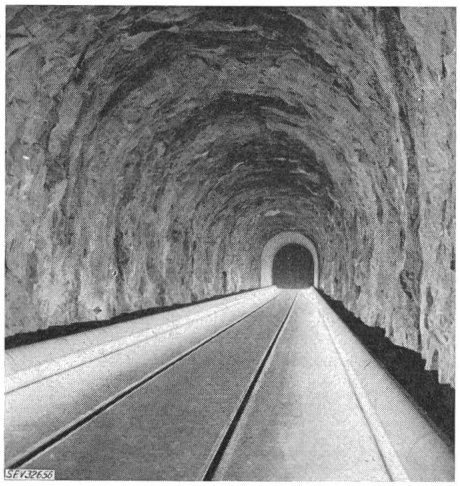
Die dritte Möglichkeit für die Kabelverlegung besteht in der Erstellung eines sog. Oberflächenkabelkanales. Das System, einen Kanal unmittelbar an die Oberfläche zu legen, ist nicht neu. Die SBB macht dies schon seit vielen Jahren mit Erfolg. Es ging lediglich darum, für die Autobahnen einen speziellen Kanal zu schaffen, welcher sich für den Einbau und den rauhen Strassenbetrieb eignet. Er darf die Unterhaltsarbeiten auf der Strasse nicht behindern und muss auch ohne weiteres überfahren werden können, denn es muss damit gerechnet werden, dass ein Fahrzeug die Fahrbahn verlässt. In einem solchen Falle darf für das Kabel keine Beschädigungsgefahr bestehen, noch darf der Automobilist durch eine Kabelkanalzerstörung gefährdet werden. Die Frage der Formgebung eines solchen Kabelkanals ist gelöst. Es wird bereits eine Versuchsstrecke an der Autobahn bei Genf mit solchen Kanälen, welche vom Bund im Prinzip akzeptiert wurden, ausgerüstet. Der Autobahn-Oberflächenkanal ist reichlich dimensioniert, er kann alle vorkommenden Kabel aufnehmen.

Eine sehr wichtige Frage im Zusammenhang mit dem Verlegungssystem ist die Kostenfrage. Der Oberflächenkanal eingebaut kommt auf ca. Fr. 30.— pro Laufmeter, also rund Fr. 30 000.— pro km, zu stehen. Zwei Zementrohre mit nur 10 cm Durchmesser kommen ebenfalls auf etwa Fr. 30.— pro m, bieten aber noch keine Reserve für eine spätere Beleuchtung. Dieser Preis bezieht sich auf die unumgängliche absolut wasserdichte Verlegung der Rohre. Wird dies unterlassen, so kann man die Rohre bereits nach einigen Jahren nicht mehr gebrauchen, weil sie vollkommen verschlammt sind. Die in Genf—Lausanne als Querschläge, unter der Autobahn verlegten Rohre von 30 m Länge waren teilweise so verschlammt, dass sich nicht einmal der Zugdraht mehr bewegen liess. Ferner sind in diesem Preis die Mehrkosten für das Einziehen anstatt Einlegen des Kabels, die zusätzlichen Spleisstellen und eine Zugarmierung enthalten.

J. C. Baillif [11]) hat für das Graben, die Kabelverlegung und den Kabelschutz einen Kostenaufwand von Fr. 20.— pro m, also Fr. 20 000.— pro km, angegeben, bezogen auf ein oder vielleicht zwei Starkstromkabel im gleichen Graben. Diese Kosten sind für Schweizer Verhältnisse zu niedrig angegeben. Wir haben bei der direkten Verlegung von 2 Kabeln in einem Graben, und zwar ein Telefonkabel ungeschützt und ein Niederspannungs-

[10]) Siehe auch Bull. SEV 55(1964)4, S. 166...175.
[11]) Siehe auch Bull. SEV 55(1964)8, S. 364...367.

32'656-657



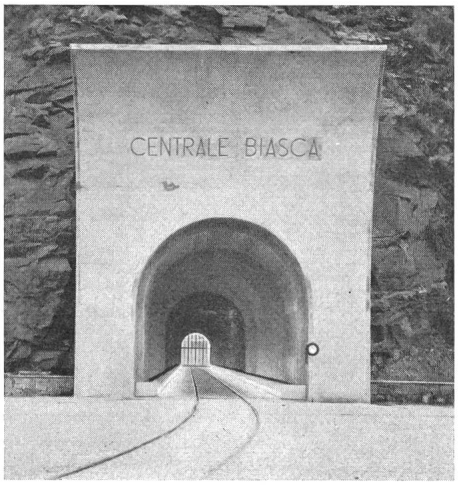


Fig. 1

Zugangsstollen zur Kavernenzentrale Biasca

links: Ansicht von der Kaverne gegen aussen bei Nacht

rechts: Ansicht von aussen gegen die Kaverne bei Tag

Man beachte die klare Begrenzung des Fahrweges ohne besondere Aufhellung des Tunnel-Gewölbes zur Adaptation bei der Einfahrt

kabel mit einem Kabelschutz, einen Laufmeterpreis von Fr. 23.— festgestellt.

Mit der Anwendung des Oberflächenkanals ist aber noch etwas besonderes erreicht worden. Bei den meisten Strassen mit Schwarzbelag befindet sich bei der Fahrbahnbegrenzung gegen den Mittelstreifen zu ein Abschlußstein. Dieser Abschlußstein wird nun durch den Oberflächenkanal ersetzt, so dass hier eine Einsparung von rund Fr. 15.— pro m erzielt wird. Mit anderen Worten betragen die Kosten für den Oberflächenkanal noch rund Fr. 15.— pro m bei Schwarzbelag, und etwa Fr. 25.— pro m bei Betonbelag. Dieser Aufwand ist jedoch bereits für das Telefonkabel und das Signalbeleuchtungskabel erforderlich. Für eine zukünftige Beleuchtung ist dann aber das Kabeltrasse bereits vorhanden, und zwar praktisch kostenlos bis auf das Abheben und Wiederauflegen der Deckel. Man muss also in diesem Falle zum Durchschnittspreis von Fr. 180 000.— nicht Fr. 20 000.— dazu rechnen, sondern man darf etwa Fr. 20 000.— davon abziehen.

W. Fund, Münchenstein: Wohl den meisten von uns allen ist es schon lange bewusst, mit welcher Notwendigkeit sich eine Beleuchtung unserer Nationalstrasse, im Anfangsstadium wenigstens der Anschlussbauwerke, aufzwängt. Wer noch Zweifel hegte, hat sich sicher heute von deren Notwendigkeit restlos überzeugen lassen. Wo es um Menschenleben geht, dürfen keine Kosten gescheut werden.

Den nicht ganz Unbeteiligten an der Entwicklung lässt es aber immer wieder erstaunen, wie auf diesem Gebiet verhältnismässig wenig Sichtbares getan wird. Nach meiner Ansicht müssen für eine speditive Entwicklung Firmeninteressen komplett in den Hintergrund gestellt werden. Unabhängige Fachleute, welche sich eingehend mit diesen Problemen befassen, sollten vermehrt beigezogen werden.

Ich möchte noch speziell darauf hinweisen, dass ein Schweizer Fachmann vor 2 Jahren für seine Untersuchungen über Autobahnbeleuchtungen einen internationalen 1. Preis erringen konnte in einem Wettbewerb, bei dem 37 Wissenschafter und Ingenieure aus aller Welt teilgenommen haben.

Wie auf anderen Gebieten, drängt sich auch hier oder gerade hier die Zusammenarbeit mit neutralen Fachkräften und Ingenieurbüros auf, die für Beleuchtungsprobleme spezialisiert sind.

W. Gruber, Ingenieur, Direktor der Rovo & Claude AG, Zürich: Die SBK befasst sich seit dem Jahre 1955 mit dem Studium einer linienförmigen Beleuchtung, bei welcher die Lichtquelle unter Augenhöhe installiert ist, nachdem damals und später derartige Anlagen in der Schweiz erstellt worden sind. Die ersten Anlagen sind für die Wehr- und Schleusenbrücken des Kraftwerkes Birsfelden montiert worden. Die beidseitig durchgehende Beleuchtung ist dort in einem besonders für diesen Zweck konstruierten Handprofil eingebaut. Später ausgeführte Anlagen, z. B. solche für Tunnels, haben wertvolle Anhaltspunkte für die Anwendung dieses Beleuchtungssystems auch für Autobahnen ergeben. Der Sprechende hat sich als Mitglied der Fachgruppe 5, Öffentliche Beleuchtung, immer wieder dafür eingesetzt, dass das Beleuchtungssystem in die Leitsätze aufgenommen wird. Dazu waren aber die zur Verfügung stehenden Unterlagen über die notwendige Beleuchtungsstärke, über den Einfluss des ausgesprochen seitlich einfallenden Lichtes, sowie über psychologische Einflüsse auf den Automobilisten allzu dürftig. Ein konkreter Vorschlag für die Ausführung einer genügend langen Versuchsstrecke, welcher im Jahre 1958 unterbreitet worden ist, wurde damals mehrheitlich abgelehnt. Immerhin sind in den neuen Leitsätzen der Fachgruppe 5 der SBK bereits Hinweise auf das System der «linienförmigen Beleuchtung, montiert unter Augenhöhe» enthalten. Damit die in Aussicht gestellten konkreten Angaben in nützlicher Frist gemacht werden können, wird es dringend notwendig sein, eine Versuchsstrecke nach bereits vorliegenden Plänen zu erstellen. Es wurden neuartige Armaturen konstruiert, welche im Gegensatz zu den vorhandenen die wesentlichen Einwände seitens der Fachgruppe sowohl als auch seitens der Automobilisten eliminieren.

Fig. 2

Versuchsbeleuchtung am Walensee-Tunnel bei Mühlehorn

Vertikale Beleuchtungsstärke: Gehwege 180 lx, Tunnelmitte 27 lx
Horizontale Beleuchtungsstärke: Gehwege 170 lx, Tunnelmitte 7 lx

Aus Fig. 1 und 2 geht hervor, dass in den letzten Jahren einige Anstrengungen gemacht worden sind, dem in Frage stehenden Beleuchtungssystem dort Nachachtung zu verschaffen, wo eine wesentliche Verbesserung in lichttechnischer und ästhetischer Hinsicht gegenüber den konventionellen Beleuchtungssystemen zu erzielen ist.

W. Flückiger, Architekt, Zürich: Ich möchte hier die Meinung des Schweizerischen Ingenieure- und Architektenvereins (SIA) vertreten. Der SIA als grösste und vielleicht kompetenteste Vereinigung aller Techniker und Ingenieure der Schweiz unterstützt den Bau der Autobahnen in der Schweiz aufs lebhafteste und fordert auch, dass die Autobahnen so grosszügig und sicher ausgebaut werden, dass sie eine maximale Leistung aufweisen wer-

den. Dazu gehört, und das hat der SIA immer wieder betont, auch eine durchgehende und gute Beleuchtung.

Lassen Sie mich auf *J. Richter* [12]) zurückkommen, um ihm beizupflichten, dass Verkehrswege nicht nach vorgefassten Meinungen gebaut werden sollen, sondern nur mit der unabdingbaren Hoffnung, das Beste daraus zu machen. Ich möchte den wohl besten Verkehrsweg der Schweiz, die Gotthardbahn, als Beispiel anfügen und *J. Richter* bitten, mit dem Erbauer, bzw. mit seinem Standbild auf dem Bahnhofplatz in Zürich, Zwiegespräch zu halten. Vielleicht werden Sie aus dem Rauschen des Brunnens heraushören, wie *Escher* um die Perfektion dieses Weges kämpfen musste, und vielleicht nehmen Sie sich die Gesinnung *Eschers* zum Vorbild.

[12]) Siehe auch Bull. SEV 55(1964)6, S. 253...256.

Berichtigung

Im Artikel «Einführung in die Leitsätze für die Bestimmung des dielektrischen Verlustfaktors von Isolierölen» von H. Metzler ist irrtümlich in der Fussnote [2]) H. Mästinger als Protokollführer der UK-VF angegeben. Der Protokollführer der UK-VF ist K. von Angern.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Bestimmung des zeitlichen Verlaufs der Speicherwärme und der Verlustwärme beim Aufheizen von Industrieöfen

621.365 : 536.7

[Nach *L. Beuken, J. de Boer* und *L. Smeets:* Die Bestimmung des zeitlichen Verlaufs der Speicherwärme und der Verlustwärme beim Aufheizen von Industrieöfen. Elektrowärme 22(1964)1, S. 4...11]

Messtechnisch ist es ausserordentlich schwierig, die von einem Ofen im Betrieb nach aussen abgegebene Wärmemenge nur mittels Temperaturmessung an der Ofenaussenwand zu bestimmen. Es wurde daher eine einfache Beziehung zwischen der Ofeninnentemperatur und den Aussenwandverlusten beim Abkühlen aus dem Beharrungszustand ermittelt. Diese Beziehung ist für einen bestimmten Ofen charakteristisch und verläuft nach zwei Funktionen, welche für zwei verschiedene Zeitabschnitte gelten.

Unmittelbar nach dem Abschalten der Wärmezufuhr verläuft die Ofeninnentemperatur nach einer einfachen e-Funktion. Die Aussenwandtemperatur dagegen bleibt während dieser, relativ kurzen Verzögerungszeit konstant. Nach Ablauf des ersten Zeitabschnittes ergeben sich für die Innen- sowohl als auch für die Aussentemperatur zwei einfache e-Funktionen mit gleichen Exponenten. Trägt man die Temperaturen als Ordinate auf einfach logarithmischem Papier auf und auf der linearen Abzisse die Zeit, so zeigen sich die e-Funktionen als Gerade. Es ist somit möglich die Speicherwärme eines Ofens bei einer bestimmten Betriebstemperatur allein aus Temperaturmessungen genügend genau zu bestimmen.

Es folgt daraus, dass aus dem Verlauf der Innenwandtemperatur auch der Verlauf der Aussenwandtemperatur in Abhängigkeit von der Zeit bestimmt werden kann, wenn die Aussenwandtemperatur zu Beginn des Abkühlungsprozesses bekannt ist. Das gleiche gilt auch für die Bestimmung des Verlaufes der nach aussen abgeführten Wärme, wenn der Wärmeübergangskoeffizient der Aussenwand als konstant angenommen wird.

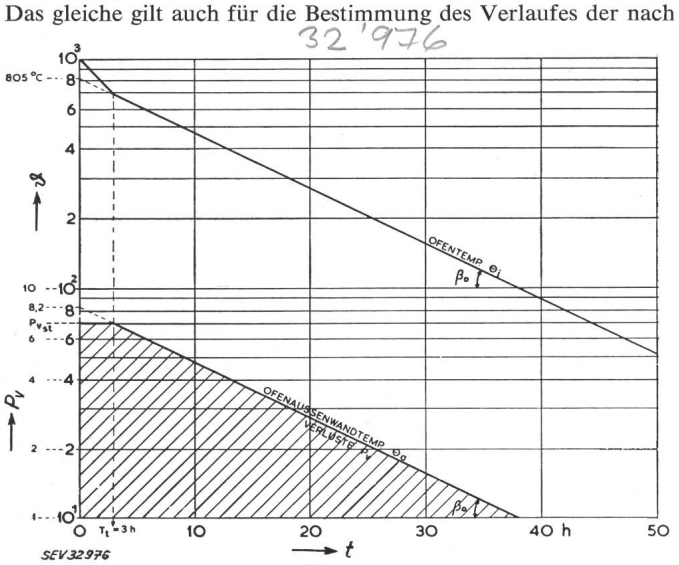


Fig. 1

Ermittlung der Speicherwärme aus der gemessenen Innentemperatur des Ofens während der Abkühlung

obere Gerade Ofentemperatur innen; *untere Gerade* Ofentemperatur aussen und Verlustwärme

ϑ Temperatur; P_v Verlustwärme; P_{vst} Verluste im stationären Betrieb; t Zeit

Der praktische Versuch geht folgendermasssen vor sich und ist in Fig. 1 graphisch dargestellt:

Der zu untersuchende Ofen wird leer und geschlossen aufgeheizt, bis der stationäre Zustand bei der betreffenden Temperatur erreicht ist. In diesem Zustand werden die Gesamtverluste, welche gleich der zugeführten Wärmemenge sind, elektrisch gemessen. Dann wird die Heizung abgeschaltet und die Innentemperatur in Abhängigkeit von der Zeit gemessen. Die Ofentemperatur wird durch zwei charakteristische einfache e-Funktionen dargestellt. Der Verlauf der Ofenverluste nach aussen ergibt sich aus der Tatsache, dass der Verlauf der Aussentemperatur gleich der abgegebenen Wärmemenge ist. Die Aussentemperatur verläuft aber in dieser Darstellung parallel zur Innentemperatur. Der Anfangspunkt der stationären Ofenverluste kann genau gemessen werden und nach der Verzögerungszeit, die durch Messung der Innentemperatur bekannt ist, fällt die Verlustwärme parallel zur Innentemperatur ab. Eine einfache Integration der Fläche unterhalb der Kurve ergibt nun die Speicherwärme des Ofens.

Auf ähnliche Weise konnte nach gewissen Modellversuchen auch die Speicherwärme von Öfen bestimmt werden, welche sich im nichtstationären Zustand befinden. *A. Baumgartner*

Studie über einen Umformer mit Flüssigkeitsrotor

621.314.5

[Nach *M. G. Quichaud:* Etude d'un mutateur à rotor fluide. Bull. de la Soc. Franç. Electr. 48(1963)48, S. 725...732]

Mittelst eines Drehfeldes wird ein Hohlzylinder flüssigen Metalls in gleichmässige Rotation versetzt (Fig. 1). Überlagert man diesem Drehfeld ein paralleles Gleichfeld, so erscheint an den Stirnseiten s und s' eine Gleichspannung

$$U = v\ L\ B_c$$

wovon

L Höhe des Hohlzylinders;
U Induzierte Gleichspannung;
v mittlere Rotorgeschwindigkeit;
B_c Induktion des Gleichfeldes.

Legt man dagegen an den Stirnseiten eine Gleichspannung an, so dreht sich dieser Rotor unter dem Einfluss des Gleichfeldes und die Anordnung wird, sofern die Rotorgeschwindigkeit diejenige des Drehfeldes übersteigt, zum übersynchronen Generator.

Fig. 2 zeigt die Versuchsanordnung, welche der Studie zu Grunde lag. Die 3 Hauptteile sind:

a) Der Flüssigkeitskreis, bestehend aus einem einfachen Ring, welcher über eine grössere Anzahl Litzen (*9*) mit einem Niederspannungsgleichstromnetz verbunden ist.

b) Der Asynchronteil, bestehend aus einer Drehstromwicklung (*1*) und einem geblechten Stator (*2*) und (*3*), welcher den Flüssigkeitsrotor (*4*) einschliesst.

c) Der Gleichstromteil, bestehend aus dem Weicheisenkern (*6*), mit der Erregerspule (*5*), zur Bildung des Gleichfeldes im Rotorausschnitt.

Die Bewegungsgleichung des Flüssigkeitsrotors ergibt sich aus der Summation der folgenden drei Teilmomente, welche im stationären Zustand gleich Null sind: