Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 53 (1962)

Heft: 5

Artikel: Möglichkeiten der Beleuchtung von autobahnähnlichen Hochstrassen

Autor: Gertig, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-916914

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: 14.12.2025

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

Die notwendige Beschleunigungs-Amplitude pro Umlauf ist $V = 100$ kV. Wollte man diese Spannung an einem einzigen Beschleunigungsspalt aufbringen, ergäbe sich die notwendige Hochfrequenz-Leistung zu:

$$P_{HF} = \frac{V^2}{2R}$$

Mit Rücksicht auf den benötigten Frequenzbereich kann R nicht viel grösser als 8 kΩ betragen. Die notwendige Leistung wäre also $P_{HF} = 0{,}65$ MW. Wird die Beschleunigungsspannung auf n Spalte verteilt, ergibt sich die erforderliche Leistung pro Beschleunigungseinheit

$$P_n = \frac{V^2}{2n^2 R}$$

Die notwendige Gesamtleistung ist also umgekehrt proportional der gewählten Zahl der Beschleunigungsspalten. Bei den 16 Beschleunigungseinheiten im CPS müssen etwa 4 kW Hochfrequenzleistung pro Beschleuniger-Einheit aufgebracht werden.

Fig. 6 zeigt den schematischen Aufbau der Beschleunigungs-Einheit. Sie besteht aus zwei konzentrischen $\lambda/4$-Resonatoren *1*, die im Gegentakt angeregt werden und deren gegenüberstehende Innenleiter *3* den Beschleunigungsspalt *5* bilden. Um die Resonatoren auf die jeweilige Frequenz abstimmen zu können, sind sie teilweise mit Ferrit *2* gefüllt. Die elektrische Länge der Resonatoren wird entsprechend der Permeabilität des Ferrits vergrössert. Durch Sättigung des Ferrits mit Hilfe des Abstimm-Magneten *6* werden die Resonatoren auf die jeweilige Beschleunigungsfrequenz abgestimmt. Die Gegentakterregung geschieht durch die Kopplungsschleife *4*.

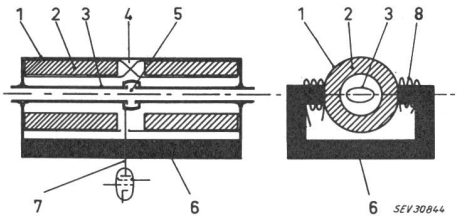

Fig. 6
Schematischer Aufbau der Beschleunigungs-Einheit
1 konzentrische $\lambda/4$-Resonatoren; *2* Ferritfüllung; *3* Innenleiter; *4* Kopplungsschleife; *5* Beschleunigungsspalt; *6* Abstimm-Magnet; *7* Einspeisung der Hochfrequenz; *8* Erregerwicklung für die Abstimmung

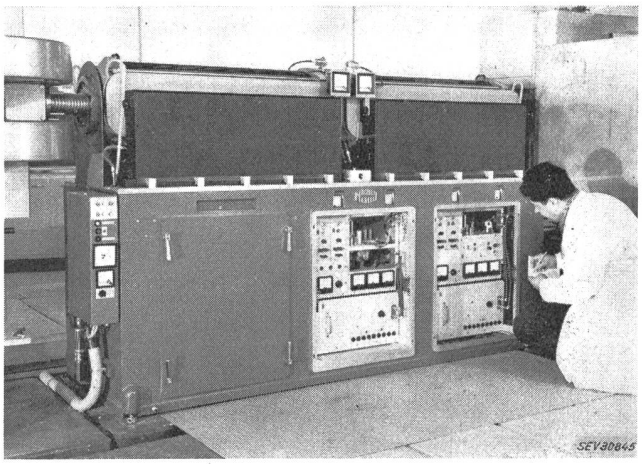

Fig. 7
Beschleunigungseinheit

Fig. 7 zeigt eine Ansicht der Beschleunigungseinheit; oben die Resonatoren mit den Abstimm-Magneten, unten Mitte der Hochfrequenz-Leistungsverstärker, unten rechts der Abstimmungsverstärker.

Mit dem CERN-PS-Beschleunigungssystem werden mehr als 60 % der injizierten Protonen eingefangen und ohne Verlust bis zu der gewünschten Energie beschleunigt. Bei der Höchstenergie von 28 GeV dauert der Beschleunigungsvorgang 1,2 s. Mit dem zur Zeit von dem Linearbeschleuniger injizierten Protonenstrom werden bei jedem Maschinen-Zyklus etwa $3 \cdot 10^{11}$ Protonen auf die gewünschte Energie gebracht. Die jeweilige Endenergie kann bei den aufeinanderfolgenden Zyklen auf besser als 10^{-3} reproduziert werden. Der Bahnradius von 100 m hat am Ende des Beschleunigungsvorgangs einen Fehler von nur wenigen Zehntel Millimetern.

Literatur

[1] *Reich, K. H.:* Technische Probleme beim Bau des 28-GeV-CERN-Protonensynchrotrons. Kerntechn. 3(1961)8, S. 345...355.
[2] *Regenstreif, E.:* Le synchrotron à protons du CERN. CERN 58-6a; 59-26. Genf: CERN 1958; 1959.
[3] *Brunner, A., J. A. Geibel, F. Grütter, K. H. Reich* und *W. Schnell:* Die grösste Beschleunigungsmaschine der Welt. NZZ, Beil. Technik, 3. Febr. 1960. (Auch S.-A., hg. vom CERN-Presse- und Informationsamt, Genf).
[4] *Courant, E. D., M. S. Livingston* und *H. S. Snyder:* The Strong-Focusing Synchrotron-A New High Energy accelerator. Phys. Rev. 88(1952)5, S. 1190...1196.

Adresse des Autors:
Dipl.-Ing. *H. Fischer*, Chef der HF-Sektion des Protonsynchrotron-Beschleunigers, CERN, Genève 23.

Möglichkeiten der Beleuchtung von autobahnähnlichen Hochstrassen

Von *H. Gertig*, München

628.971.6 : 625.711.3

Jahr für Jahr nimmt die Zahl der Motorfahrzeuge zu, die die Autobahnen, Bundesstrassen oder Strassen in geschlossenen Ortschaften befahren. Während der Hauptverkehrszeiten in den Morgenstunden und am Spätnachmittag scheinen die Kolonnen manchmal endlos. Es ist für die Zentralen der Verkehrslenkung nicht immer leicht, diese Fahrzeugschlangen in stetem Fluss zu halten. Eine kleine Stauung, ein Stoppen können zu unübersehbaren Folgen und unter Umständen zu einem Chaos führen.

Aus diesem Grunde werden heute mehr und mehr kreuzungsfreie Hauptstrassen bei der Verkehrsplanung in Betracht gezogen. Kein Halten durch Vorfahrtsbeachtung oder Signaleinrichtungen beeinflusst bei solchen Anlagen den Autoverkehr. In riesigen Schleifen und Bändern werden die Strassen zum Teil in mehreren Ebenen liegend über- und untereinander geführt. Es liegt nahe, dass derartige grosszügige Anlagen unbedingt übersichtlich bleiben müssen, wenn sie für den vorgesehenen Zweck vollauf zufriedenstellen sollen. Vor allem während der Dunkelstunden liegt hier eine grosse Gefahr für ortsunkundige Fahrzeugführer. Von der Möglichkeit, durch eine gute Beleuchtung etwaigen Unfällen vorzubeugen, wird heute weitgehend Ge-

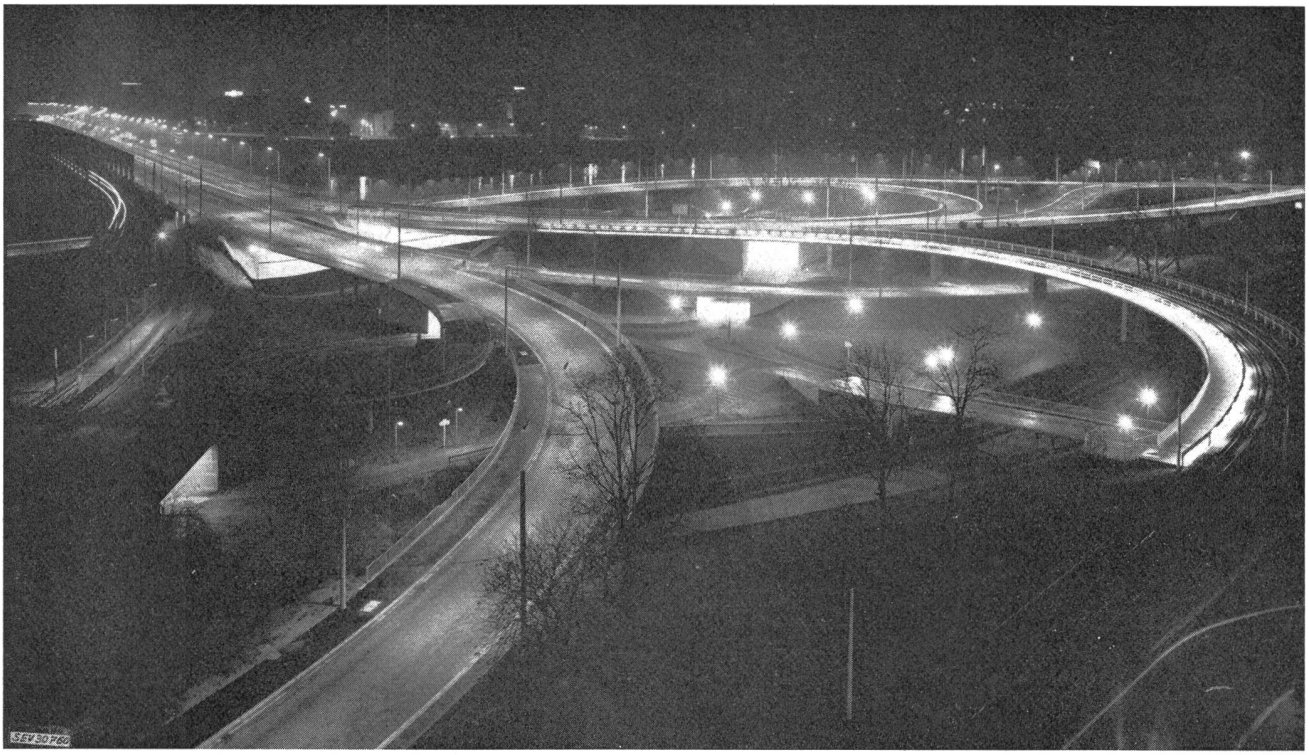

Fig. 1
Gesamtansicht der Hochstrassenanlage auf der Mannheimer Seite der Rheinbrücke nach Ludwigshafen

brauch gemacht. Bis jetzt zeichnen sich 3 Beleuchtungsarten ab, die für solche Anlagen in Betracht kommen:

a) Lampen in Leuchten an Seilüberspannungen oder in Ansatzleuchten an handelsüblichen Masten mit Auslegern (Kandelabern);

b) Linienförmige Lichtquellen in niedrigen Höhen, wie sie durch Geländer und Barrieren gegeben sind;

c) Lampen in Leuchten, die auf Masten sehr grosser Höhe montiert sind.

In Deutschland sind in den vergangenen Jahren eine Reihe kreuzungsfreier Strassenbauwerke entstanden, die mit einer der angedeuteten Beleuchtungsarten versehen worden sind.

Eine Beleuchtungsart nach a) ist bei der neuen Rheinbrücke verwirklicht, die Ludwigshafen mit Mannheim verbindet, und über die täglich 30 000...40 000 Fahrzeuge verkehren. Bei der Brücke werden auf beiden Uferseiten mehrere stark befahrene Strassen kreuzungsfrei zusammengeführt. Fig. 1 vermittelt einen Eindruck von der riesigen Anlage auf der Mannheimer Seite zur Nachtzeit mit den vielen Zu- und Abfahrten. Die Leuchten sind hier zweireihig, längs angeordnet an Überspannungen aufgehängt. Die Lichtpunkthöhe und der Leuchtenabstand betragen 7,5 m bzw. 15 m. Jede Leuchte ist mit 2 Leuchtstofflampen 65 W der Lichtfarbe 20 (reinweiss) bestückt. Die mittlere Beleuchtungsstärke ist im Neuzustand mit 20 lx ermittelt worden, wobei die Maximal- und Minimalwerte 24 lx bzw. 12 lx betragen haben. Fig. 2 zeigt einen Teil dieser Anlage mit der sehr gleichmässigen Beleuchtung auf der Strassenoberfläche.

Auf der Ludwigshafener Seite wurden Kandelaber gesetzt [1] [1]). An den peitschen-

[1]) Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

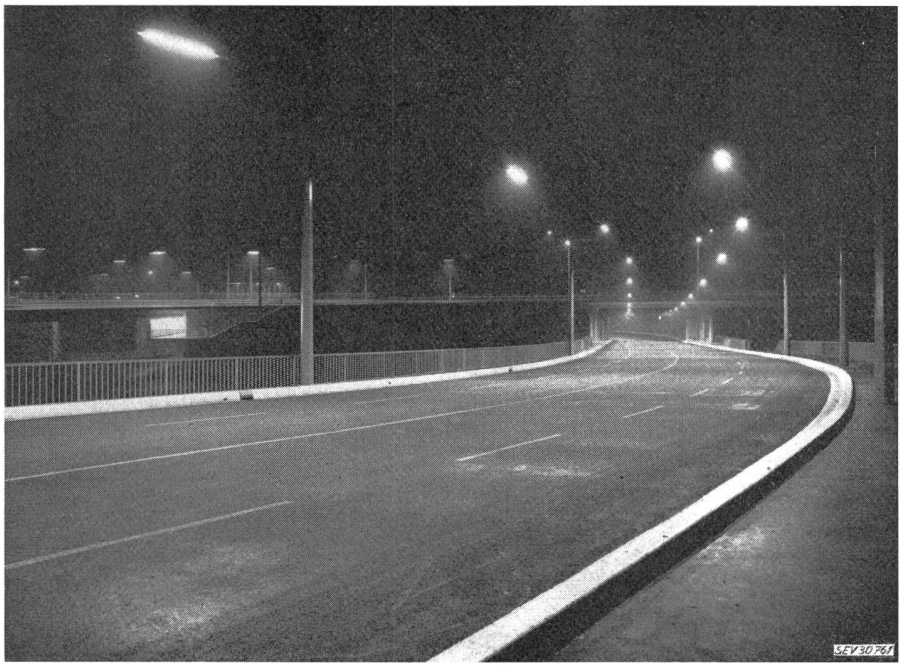

Fig. 2
Blick auf einen Teil der beleuchteten Strasse auf der Mannheimer Seite

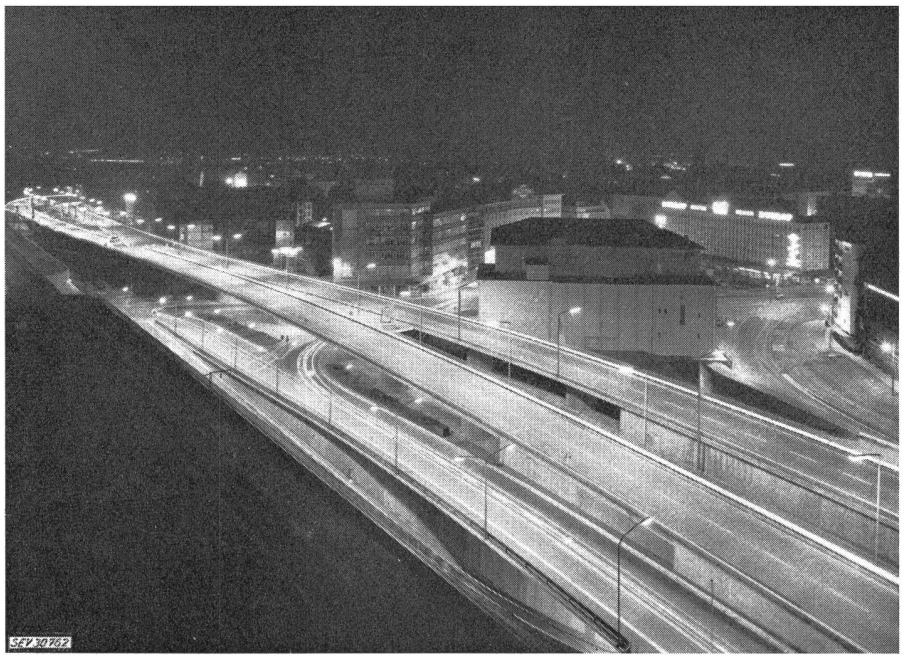

Fig. 3
Die Hochstrassenanlage auf der Ludwigshafener Seite

förmigen Auslegern sind je nach Strassenart Leuchten montiert, die entweder mit 2 Quecksilberleuchtstoff - Hochdrucklampen HQL 125 W oder mit 4 Leuchtstofflampen 65 W mit Reflexschicht bestückt sind. Auf Fig. 3 ist zu erkennen, dass die äusseren Fahrbahnen, die von der Hauptstrasse abwärts führen, mit Hochdrucklampen beleuchtet werden, während die Innenbahnen mit Leuchtstofflampen der Lichtfarbe 30 (warmweiss) aufgehellt werden. Durch die unterschiedlichen Farbtöne der Lichtquellen ist während der Nacht eine gute Führung für den Autofahrer vorhanden. Die mittlere Beleuchtungsstärke liegt für beide Ausführungen bei über 20 lx. Die Lichtpunktabstände betragen für die Hochdrucklampen-Anlage etwa 18 m bei einer Aufhängehöhe von 8 m. Bei der Leuchtstofflampenbeleuchtung konnte ein Mastabstand von 30 m bei einer Lichtpunkthöhe von 9,5 m gewählt werden.

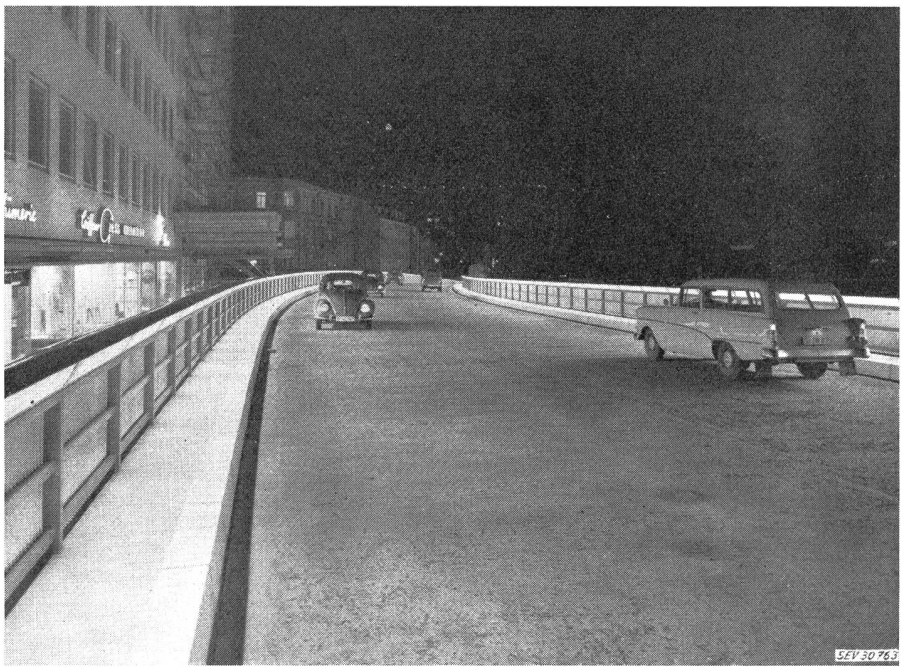

Fig. 4
Paulinenstrasse in Stuttgart bei Nacht

Eine Beleuchtungsart nach b), Hochstrassen und Überführungen zu beleuchten, hat sich in den letzten Jahren angebahnt. Hier wird die Lichtpunkthöhe möglichst tief gehalten und die Strasse mit lückenlosen Lichtbändern aufgehellt. Ausgeführte Beispiele, die hier erwähnt werden sollen, befinden sich in Stuttgart und Rom.

In Stuttgart erwies es sich als notwendig, die Paulinenstrasse, die an mehreren Stellen andere stark befahrene Strassen kreuzt, als Hochstrasse auszubauen. Da solche Hochstrassen in jedem Fall aus Sicherheitsgründen mit einem Schutzgeländer versehen werden, ist es naheliegend, den Handlauf so auszuführen, dass in ihm ein Lichtband installiert werden kann. Von beiden Seiten wird hier die etwa 9 m breite Fahrbahn beleuchtet (Fig. 14). Die Geländerhöhe — gleichzeitig Lichtpunkthöhe — beträgt etwa 1,2 m. Jede Leuchte ist mit einer Leuchtstofflampe 65 W mit Reflexschicht bestückt. Um Blendung, wie sie bei der geringen Lichtpunkthöhe auftreten könnte, zu vermeiden, sind die Lampen mit der Reflexschicht nach

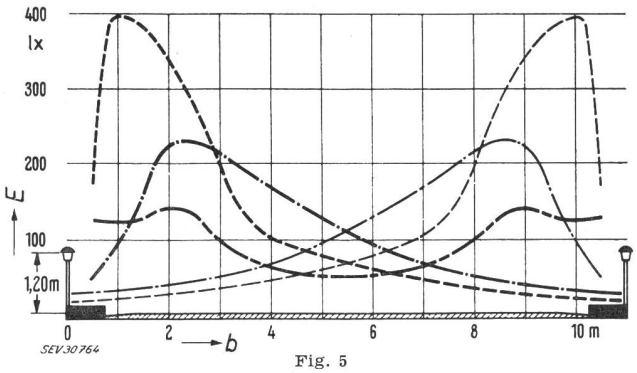

Fig. 5
Verlauf der Beleuchtungsstärke auf der Paulinenstrasse quer zur Fahrbahn

E Beleuchtungsstärke; *b* Strassenbreite

— — — E_H in Fahrbahnhöhe —·— E_V in Fahrbahnhöhe

— — — E_V 55 cm über der Fahrbahn

aussen eingesetzt und die Leuchten mit matt-schwarzen Querlamellen versehen. Diese Ausführungsart bewirkt eine Beleuchtungsverteilung quer zur Fahrbahn mit verhältnismässig grossen Unterschieden in der horizontalen Bodenbeleuchtungsstärke. Die Werte in der Vertikalen, die hier für das Silhouettensehen von besonderer Wichtigkeit sind, zeigen keine grossen Differenzen, so dass die Gleichmässigkeit besser ist. Den Verlauf der verschiedenen Beleuchtungsstärken im Neuzustand der Anlage gibt Fig. 5 wieder.

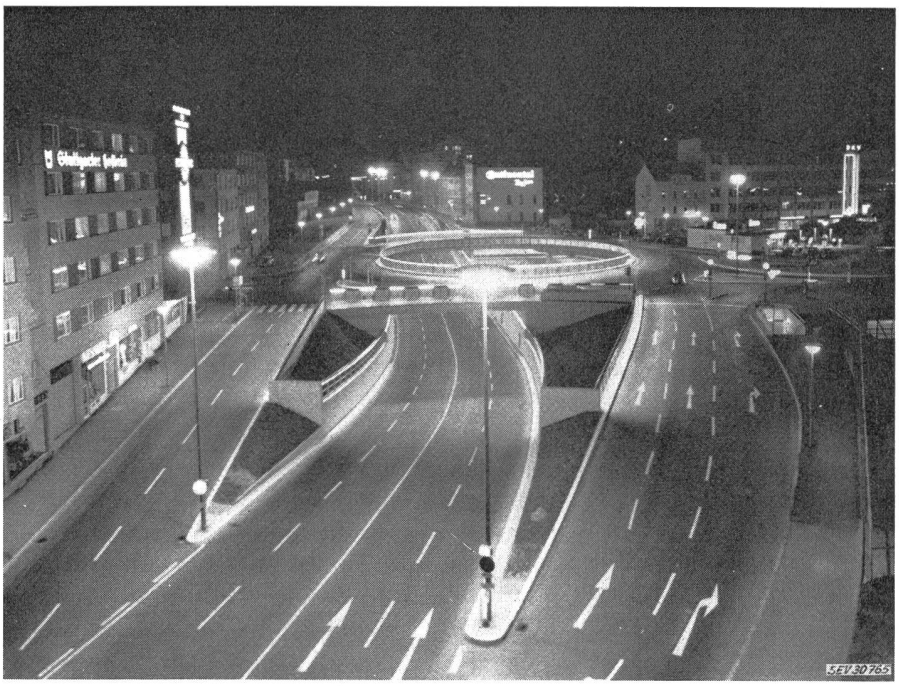

Fig. 6
Blick auf den Österreichischen Platz in Stuttgart bei Nacht

Diese Anlage wurde kürzlich erweitert. Die Paulinenstrasse mündet jetzt in den umgebauten Österreichischen Platz. Um das Ineinanderfliessen des Verkehrs nicht zu hemmen, wurde die kreuzende Hauptstätter Strasse als Unterführung gebaut. Aus architektonischen Gründen sollten auf diesem Platz ebenfalls keine Masten aufgestellt werden. Die Beleuchtung erfolgt auch hier durch Geländer-Leuchten. Fig. 6 zeigt den Platz mit der rechts einmündenden Paulinenstrasse und der unterführten Hauptstätter Strasse.

Die Beleuchtung aus dem Geländerhandlauf ist auch an anderen Stellen ausgeführt worden. Anlagen aus der Schweiz [2; 3], Belgien und Italien sind bekannt.

Durch das Olympische Dorf in Rom führt z. B. eine Hochstrasse, die gleichfalls eine Geländerbeleuchtung besitzt. 3500 Leuchtstofflampen zu je 30 W sind hier eingesetzt (Fig. 7). Wie in Stuttgart beträgt die Geländerhöhe etwa 1,2 m. Die Beleuchtungsstärken sind entsprechend der grösseren Strassenbreite (10,5 m) und der kleineren Lampenleistungen geringer.

Die Ausführungsart nach c) hat man in der Nähe von Düsseldorf zur Beleuchtung der autobahnähnlichen Hochstrassen des Heerdter Dreiecks mit ihren vielen Über- und Unterführungen verwirklicht. Aus etwa 30 m Höhe werden die Auf- und Abfahrten beleuchtet. 6 Einzelleuchten, jede über eine Seilwinde herablassbar, sind am Mastschopf montiert. In den Leuchten sind jeweils 1 Natriumlampe Na 200 W und 2 Quecksilberleuchtstoff-Hochdrucklampen HQL 400 W untergebracht. Der gesamte Lampenlichtstrom einer Masteinheit beträgt etwa 360 000 lm. Die fertige Anlage wird einmal über 18 solcher Masten mit einem Abstand von 60...70 m verfügen. Die mittlere Beleuchtungsstärke wird dann etwa 30 lx betragen. Die Fig. 8a und b zeigen einen Teil der Anlage am Tage und bei Nacht.

Es bleibt nicht aus, dass bei solchen grossen Anlagen auch die Strassenunterführungen eine eigene Beleuchtung erhalten, wobei z. T. die Gesichtspunkte für Tunnel- und Unterführungsbeleuchtung in Betracht gezogen werden müssen. So mündet z. B. die Stadtschnellstrasse in Berlin in eine etwa 200 m lange Unterführung (Fig. 9), die eine besondere lichtstromge-

Fig. 7
Die Hochstrasse in Rom bei Tag

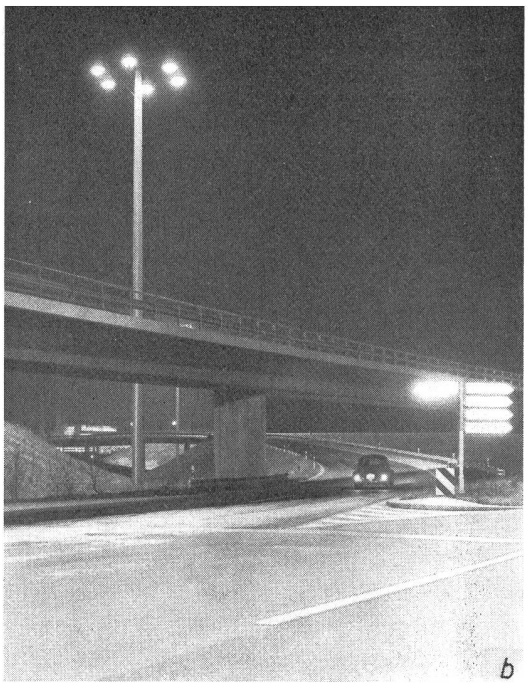

Fig. 8
Teilansicht der Beleuchtungsanlage des Heerdter Dreiecks
a bei Tag; *b* bei Nacht

steuerte Beleuchtung erhalten hat [4]. Welche grundsätzlichen Überlegungen bei Tunnel- und Unterführungsbeleuchtungen zu beachten sind, ist in speziellen Veröffentlichungen behandelt worden [5; 6].

Nachteilig ist bei der altgewohnten Art die grosse Zahl von Masten, die vor allem bei Bauten in mehreren Ebenen ein schlechtes Aussehen bewirken und zur Unübersichtlichkeit führen, da vor allem nachts die vielen Lichtpunkte verwirrend sind. Als vorteilhaft ist dagegen die Beschaffung solcher Beleuchtungsanlagen anzusehen, da handelsübliche Masten und Leuchten benützt werden können, die sich in der Strassenbeleuchtung tausendfach bewährt haben. Bei den heutigen Leuchtenausführungen mit ihren zum Teil eingebauten Optiken ist auch mit einem guten Wirkungsgrad der Gesamtanlage zu rechnen.

Erfolgt die Beleuchtung vom Geländerhandlauf aus, so ist der Lampenaufwand bei Lichtbandmontage verhältnismässig gross, wobei der Anlagenwirkungsgrad vor allem bei Beleuchtung breiter Fahrbahnen nicht hoch sein wird. Die Vorteile dieser Ausführung liegen in der guten Führungslinie für den Autofahrer. Störender Lichteinfall durch Streulicht für die Benützer der Strassen, die über oder unter der Anlage mit der Beleuchtung aus dem Geländer führen, sind praktisch ausgeschlossen. Am Tage hat diese Anlage den Vorzug, dass keine Maste den Blick stören und das Bild der Strasse unruhig wirken lassen. Wartung und eventuelle Reparaturen können vorgenommen werden ohne grossen Aufwand an Leitern und Personal, wobei es meistens nicht einmal notwendig ist, den Verkehr zu sperren, da in unmittelbarer Geländernähe fast immer ein kleiner Gehsteig vorhanden ist, von dem aus die Arbeiten durchgeführt werden können.

Bei Anlagen, die aus grossen Höhen beleuchtet werden, ist

Fig. 9
Einfahrt zum Stadtautobahntunnel in Berlin

der Gesamtwirkungsgrad, bezogen auf die zu beleuchtenden Fahrbahnflächen, sehr klein und trotzdem muss nicht unbedingt von einer unwirtschaftlichen Beleuchtung gesprochen werden, da durch den räumlichen Eindruck, den der Autofahrer durch das Licht bei Auf- und Abfahrten gewinnt, die Unfallgefahr stark vermindert wird. Die bessere Übersichtlichkeit verleiht ein Gefühl der Sicherheit. Auch Blendungserscheinungen sind bei Aufhängehöhen von 30 und mehr Meter so gut wie ausgeschlossen. Allerdings muss wahrscheinlich mit erhöhten Kosten für Reparaturen und Wartung gerechnet werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass in den nächsten Jahren die Zahl der zu beleuchtenden Hochstrassen innerorts und auch von Grosskreuzungen zunehmen wird, wobei noch nicht zu übersehen ist, welche der drei bisher durchgeführten Beleuchtungsarten in der Praxis künftig bevorzugt wird.

Literatur

[1] *Hössle, F.:* Beleuchtung der neuen Hochstrasse in Ludwigshafen/Rh. Lichttechnik 12(1960)3, S. 121...123.
[2] *Stösser, J.:* Die Beleuchtung der Weinlandbrücke in Andelfingen. Elektr.-Verwertg. 33(1958)11/12, S. 273...277.
[3] *Züllig, H. T.:* Ein Schritt näher zur ortsfesten Autobahnbeleuchtung. Elektr.-Verwertg. 33(1958)11/12, S. 279...282.
[4] *Spriewald, W.* und *R. Niedenführ:* Die Beleuchtung des Tunnels und des ersten Abschnittes der innerstädtischen Autobahn Westberlins. Lichttechnik 11(1959)2, S. 72...76.
[5] *Jainski, P.:* Tunnelbeleuchtung zur Verkehrssicherung. Lichttechnik 11(1959)2, S. 67...71.
[6] *Guanter, J.* und *G. Rieder:* Beleuchtung zweier Strassentunnel auf der Strecke Thusis–Rongellen. Bull. SEV 50(1959)6, S. 225...232.

Adresse des Autors:
H. Gertig, Ingenieur, Osram GmbH, Windenmacherstr. 6, München (Deutschland).

Höchstspannungskabel für Energieübertragung

Von *H. J. Hilgendorff* und *F. Seiffe*, Köln

621.315.211.3/4.027.8

Der Bedarf an Höchstspannungs-Kabeln ist sehr gross geworden und steigt noch stark an. Es werden die drei wichtigsten Kabeltypen: Ölkabel, Druckkabel und Gasinnendruckkabel beschrieben und ihr elektrisches Verhalten erläutert. Weiter wird darauf eingegangen, wo im besonderen ihre Anwendungsgebiete liegen. Für den Bereich der Fertigung von Höchstspannungskabeln wird beschrieben, durch welche mannigfachen Prüfungen und Kontrollen während der Fabrikation eine laufende Fertigung ermöglicht wird. Die üblichen Abnahmeprüfungen werden erwähnt.

Les besoins en câbles pour très hautes tensions sont devenus très grands et continuent à augmenter fortement. Les auteurs décrivent les trois types de câbles les plus importants: sous faible pression d'huile, sous haute pression d'huile et à pression interne de gaz, ainsi que leur comportement électrique. Ils indiquent quels sont leurs domaines d'utilisation, puis les multiples essais et contrôles qui permettent une fabrication continue de ces câbles. Pour terminer, ils mentionnent les essais de réception usuels.

1. Einleitung

Der Anwendungsbereich normaler Starkstromkabel mit imprägnierter Papierisolierung ist hinsichtlich der Betriebsspannung begrenzt. Hiefür ist im wesentlichen die Wärmeausdehnung der Imprägniermasse verantwortlich zu machen. Bei wechselnder Strombelastung und Erwärmung der Kabel können kleine Hohlräume in der Isolation entstehen, die bei Betriebsspannungen bis etwa 50 kV ungefährlich sind, da hier die elektrische Feldstärke in der Isolation noch gering ist. Bei höheren Betriebsspannungen kann infolge dieser Hohlraumbildung eine Ionisierung eintreten, die die Isolation des Kabels nachhaltig schädigt. Versucht man die Dicke der Isolation wesentlich zu erhöhen, um die elektrische Feldstärke herabzusetzen, so ergeben sich vor allem mechanische Schwierigkeiten. Man hat sich daher mit Erfolg bemüht, Kabel für den Spannungsbereich über 50 kV herzustellen, bei denen auch unter hoher elektrischer und thermischer Beanspruchung keine Ionisierung auftritt. Derartige Kabel werden als sog. Höchstspannungskabel in beachtlichem, stets steigendem Umfang hergestellt. Sie dienen zur wirtschaftlichen Übertragung elektrischer Energie bei hohen Spannungen in dicht besiedelte Gebiete und zur Einführung von Freileitungen in Schaltstationen und Kraftwerke.

2. Kabelsysteme für Höchstspannungsanlagen

2.1 Ölkabel

Bei Ölkabeln [1] [1]) vermeidet man Hohlraumbildung und Ionisierung, indem die Papierisolation von dünnflüssigem, in den Ölkanälen des Kabels beweglichem und unter Überdruck stehendem Isolieröl durchtränkt wird. Jede thermische Volumenänderung des Kabels ist mit einem entsprechenden Ölfluss aus den zur Kabelanlage gehörenden Öldruckbehältern zu dem Kabel oder aus dem Kabel zu den Behältern gekoppelt. Das Ölkabel «atmet» im Betrieb Öl ein und aus. Um bei grösseren Höhenunterschieden den statischen Öldruck im Kabel zu begrenzen, unterteilt man die Kabelstrecke durch sog. Sperrmuffen in einzelne Abschnitte, deren Ölspeisung von einander unabhängig ist. Auf gleiche Weise begrenzt man bei längeren Strecken den bei plötzlich einsetzender Strombelastung und Erwärmung des Kabels auftretenden dynamischen Öldruckstoss und den beim Abschalten des Kabels einsetzenden Druckabfall im Kabel. Eine Ölkabelanlage muss daher nicht nur in elektrischer Hinsicht, sondern auch auf ihren statischen und dynamischen Öldruck hin berechnet werden. Bei den in Europa im allgemeinen üblichen

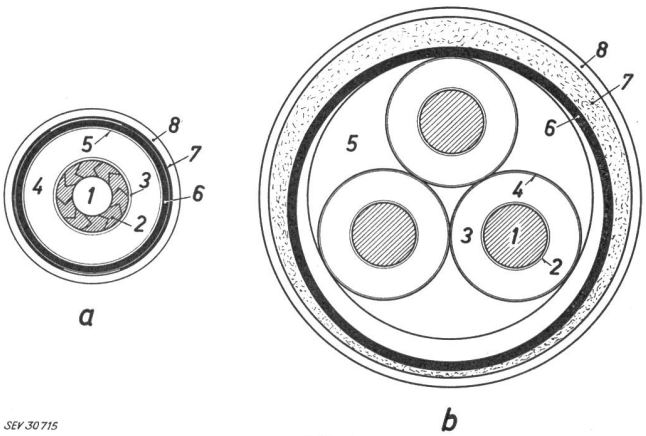

Fig. 1
Querschnittzeichnungen von 110-kV-Ölkabeln
a Einleiter-Ölkabel mit Bleimantel
1 Ölkanal; *2* Kupferleiter; *3* halbleitendes Russpapier; *4* Isolation; *5* Abschirmung; *6* Bleimantel; *7* Druckschutzbandage; *8* nahtlose PV-Hülle
b Dreileiter-Ölkabel mit gewelltem Aluminiummantel
1 mehrdrähtiger Kupferleiter; *2* halbleitendes Russpapier; *3* Isolation; *4* Abschirmung; *5* Ölfüllung; *6* gewellter Aluminiummantel; *7* Korrosionsschutz (plastische Masse und Kunststoff-Folien); *8* nahtlose PVC-Hülle

[1]) Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.