Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 81 (1963)
Heft: 39

Artikel: Die Beleuchtung des Bernhardin-Tunnels
Autor: Rieder, G. / Fischer, M.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-66880

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

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

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

Download PDF: 16.12.2025

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

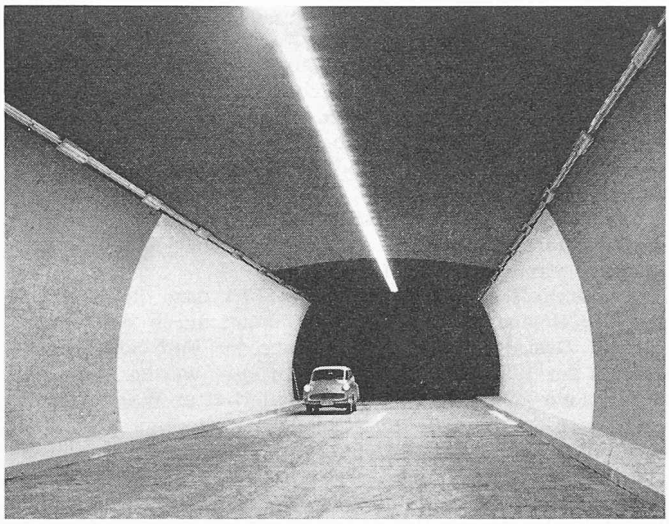

Bild 1. Beleuchtungsversuch mit durchgehendem, einreihigem Leuchtenband Fl 40. Der Holzeinbau entspricht dem Normalprofil des Bernhardin-Tunnels. Die Wände und Decken sind mit verschiedenen Farben gestrichen worden. Bei dieser Leuchtenanordnung erscheint der Tunnel schmäler und es besteht eine gewisse Gefahr, dass sich der Verkehr durch die leuchtende «Leitlinie» in der Mitte des Tunnels abwickeln wird

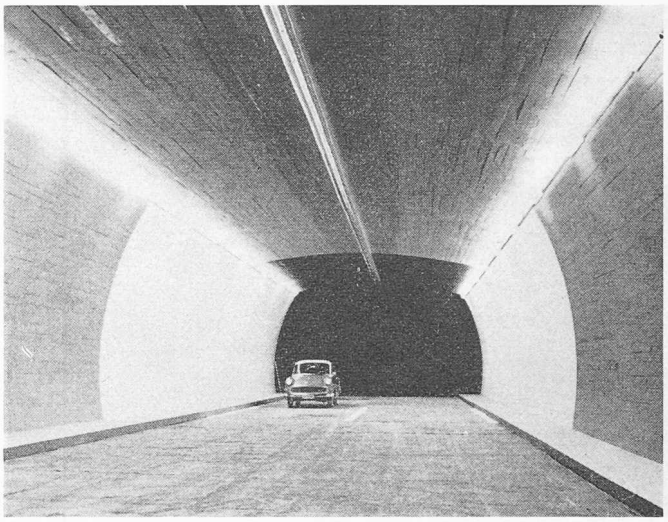

Bild 2. Beleuchtungsversuch mit zwei durchgehenden Leuchtenbändern. Diese Anordnung bedingt die höchsten Installationskosten. Bei dieser Leuchtanordnung erscheint der Tunnel jedoch breiter, und der Verkehr dürfte durch die beiden leuchtenden «Leitlinien» eher gegen die Tunnelwände hingezogen werden

Die Beleuchtung des Bernhardin-Tunnels

DK 625.712.35:628.94

Von **G. Rieder,** Ing., Chur, und **M. Fischer,** dipl. Ing., Elektro-Watt, Zürich

Beleuchtete Tunnel und Unterführungen gehören heute bereits zum gewohnten Strassenbild, soweit solche Anlagen in der Umgebung von Städten erstellt worden sind. Mit dem Ausbau unseres Nationalstrassen-Netzes und der damit zusammenhängenden Anlage von neuen Tunneln werden Tunnelbeleuchtungen immer häufiger vorgesehen werden müssen. Bei der Projektierung des 6,5 km langen Bernhardin-Tunnels wurde von Anfang an der Einbau einer künstlichen Beleuchtung geplant.

Die Grundlagen der Tunnelbeleuchtung

Es müssen in jedem Tunnel zwei Hauptabschnitte unterschieden werden, nämlich die eigentliche Durchfahrtstrecke und die Einfahr- oder Adaptionsstrecke. Für beide Strecken gelten verschiedene optische und beleuchtungstechnische Bedingungen, die im folgenden kurz beschrieben werden sollen.

Durchfahrtstrecke

Der Sehvorgang des menschlichen Auges beruht bei den niedrigen Beleuchtungsstärken, die für diese Tunnelstrecke in Frage kommen, im wesentlichen auf dem hell-dunkel Empfinden der Netzhaut. Das Farbsehen spielt eine geringere Rolle. Um ein Objekt erkennen zu können, muss daher angestrebt werden, dieses helligkeitsmässig in deutlichem Kontrast zu seiner Umgebung erscheinen zu lassen. Dazu bestehen im wesentlichen zwei Wege: Entweder wird das Objekt derart beleuchtet, dass es eine höhere Leuchtdichte aufweist als seine Umgebung, oder die Umgebung wird soweit erhellt, dass sich das Objekt im Extremfall als dunkle Fläche vor dem hellen Hintergrund abhebt. Die Nachteile der ersten Methode kennt jeder Autofahrer sehr gut, welcher versucht hat, mit seinen Scheinwerfern einen schlecht reflektierenden Fussgänger in schwarzer Kleidung auf vernünftige Leuchtdichte zu erhellen. Man kennt den Nachteil aber auch von der normal beleuchteten nassen Asphaltstrasse.

Diese Erfahrungen haben wohl am meisten zur Förderung der zweiten Methode beigetragen, welche anstrebt, das Objekt vor einen möglichst hellen Hintergrund zu stellen. Bei der Strassenbeleuchtung ist dieser Gedanke nicht leicht durchführbar, wobei immerhin durch die Aufhellung der Fahrbahn gewisse Verbesserungen erreicht werden können. Im Tunnel sind die Verhältnisse nun wesentlich günstiger, indem durch geeignete Wahl des Reflexionsgrades der Wände eine Verbesserung der Sichtverhältnisse erreicht werden kann. Hinzu kommt, dass durch die Ausleuchtung des gesamten Tunnelprofils das Raum- und Distanzempfinden gefördert werden kann.

Nun muss aber noch eine weitere unangenehme Eigenschaft des Sehmechanismus berücksichtigt werden, welche darin besteht, dass Frequenzen von rd. 8 Lichtwechseln je Sekunde als mehr oder weniger unangenehm empfunden werden. In extremen Fällen können sogar schwere Störungen eintreten, wie Uebelkeit, Kopfschmerzen oder bei entsprechend veranlagten Personen sogar epileptische Anfälle ausgelöst werden.

Adaptionsstrecke

Für die Einfahr- oder Adaptationsstrecke gelten nun grundsätzlich andere Bestimmungen. Es handelt sich einerseits darum, dem Auge des Fahrers die Anpassung von den unter Umständen extremen Helligkeitswerten ausserhalb des Tunnels, an die niedrigeren Werte innerhalb des Tunnels zu erleichtern. Diese Adaptation erfolgt in zwei Stufen, einer raschen Adaptation in der Grössenordnung von 1 bis 10 Sekunden durch Veränderung des Pupillendurchmessers und einer langsameren Adaptation durch Veränderung der Netzhautempfindlichkeit. Letztere kann in der Grössenordnung von einigen Minuten bis zu etwa 30 Minuten liegen. Anderseits soll die Leuchtdichte ausserhalb des Tunnels und innerhalb des Tunnels in einem solchen Verhältnis stehen, dass es einem Fahrer möglich ist, ohne besondere Anstrengung ein Hindernis auf der Fahrbahn innerhalb des Tunnels rechtzeitig erkennen zu können.

Aus dem vorher Gesagten ergibt sich folgender prinzipieller Verlauf der Beleuchtungsstärke in der Adaptationsstrecke. Eine erste Strecke möglichst hoher Beleuchtungsstufe und einer Länge, die mindestens der Anhaltestrecke bei der zulässigen Fahrgeschwindigkeit im Tunnel entsprechen sollte. Die minimale Beleuchtungsstärke dieser Strecke ist derart festzulegen, dass das Verhältnis der Leuchtdichten im Tunnel und vor dem Tunnelportal nicht unter 0,05 bis 0,1 sinkt. In der anschliessenden Tunnelstrecke kann die Beleuchtungsstärke stetig bis auf das Niveau der Durchfahrtsbeleuchtung reduziert werden. Die Länge dieser Strecke ist wiederum von der zulässigen Fahrgeschwindigkeit im Tunnel abhängig.

Ausführung der Beleuchtungsanlage

Für Tunnel im Mittelland und bei Tunneln, wo es die

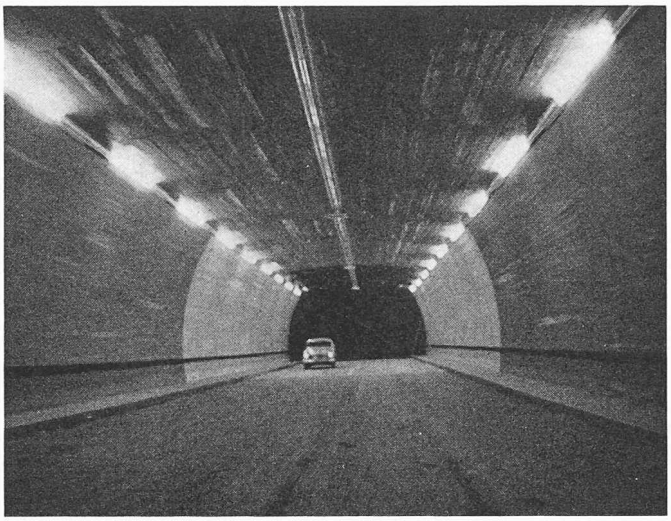

Bild 3. Beleuchtungsversuch mit zwei unterbrochenen Leuchtenbändern. Durch den Hell-Dunkel-Effekt können bei gewissen Fahrgeschwindigkeiten störende Flimmerwirkungen eintreten

baulichen Verhältnisse zulassen, kann die Adaptationsstrecke durch Lichtschutzgalerien oder Raster auf einfache Weise verwirklicht werden. Solche Lösungen ergeben gewöhnlich etwas höhere Baukosten, erlauben aber eine Verminderung der Betriebs- und Unterhaltskosten. Auf Grund der vorgesehenen Portalgestaltung und der zu erwartenden ungünstigen Schneeverhältnisse konnte eine solche Lösung für den Berhardin-Tunnel nicht vorgesehen werden. Um die erforderlichen hohen Beleuchtungsniveaus in den Adaptationsstrecken (rd. 1500 Lux) zu erreichen, müssen daher eine Vielzahl von Leuchten eingebaut werden. Es ist geplant, diese Leuchten an beiden Tunnelwänden als Bänder abnehmender Breite anzuordnen. In der Durchfahrtstrecke werden diese Bänder auf das Minimum von je einer Leuchte reduziert werden. Auf Grund weiterer Untersuchungen wird noch entschieden werden müssen, ob diese Lichtbänder in der Durchfahrtstrecke als durchgehende oder als unterbrochene Bänder ausgeführt werden. Bei dieser Entscheidung sind besonders die Preise der Anlage und Probleme im Zusammenhang mit der Regulierung der Helligkeit zu berücksichtigen. Das Beleuchtungsniveau in dieser Durchfahrtstrecke soll rd. 50 Lux bei Tag und rd. 25 Lux bei Nacht betragen.

Hier ist noch zu erwähnen, dass die Portale in Kurven von rd. 400 m Radius gelegt worden sind, so dass bei der Ausfahrt aus dem Tunnel die blendende Wirkung der Tunnelöffnung erst wirksam wird, wenn sich der Fahrer in der Adaptationsstrecke befindet.

Auf Grund von wirtschaftlichen, betrieblichen, ästhetischen und beleuchtungstechnischen Ueberlegungen wurde für den Bernhardin-Tunnel die Verwendung von Leuchtstofflampen vorgeschlagen. Diese Lampen weisen neben einem

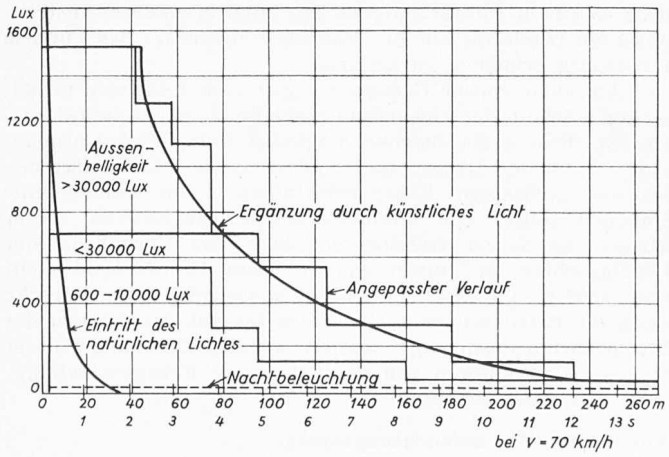

Bild 4. Verlauf der Beleuchtungsstärke bei den Tunnel-Portalen

niedrigen Preis, guter Lebensdauer und kleiner Leuchtdichte auch eine annehmbare Lichtausbeute auf. Für die Durchfahrtstrecke werden voraussichtlich 40 W und für die Adaptationsstrecke 65 W Lampen eingebaut.

Der Ausbildung der Leuchten muss in Anbetracht der ungünstigen Umweltbedingungen im Tunnel (Korrosion, Feuchtigkeit, extreme Temperaturen usw.) besondere Beachtung geschenkt werden. Auch die Konstruktion der Leuchten und der dazu gehörigen Hilfsapparate muss im Hinblick auf die Montage, den Unterhalt, den Ersatz und die Reinigung genau überprüft werden.

Abschliessend ist noch zu bemerken, dass die Wirksamkeit der Beleuchtungsanlage im Tunnel durch eine zweckmässige Gestaltung und Farbgebung der Fahrbahn und besonders der Wände wesentlich beeinflusst werden kann. Dazu muss ein möglichst heller und dauerhafter Wandbelag benützt werden, welcher auch nach mehrmaliger Reinigung noch einen hohen Reflexionsgrad aufweist. Auch bei den Tunneleinfahrten können durch einfache Hilfsmittel (durch Bepflanzung der Portalumgebung und der Zufahrten) die Helligkeitskontraste gemildert und damit der Sehkomfort verbessert werden.

Zusammenfassung

Es sind im vorstehenden kurzen Bericht die verschiedenartigen Probleme angedeutet worden, welche bei der Planung der Beleuchtung des Bernhardin-Tunnels berücksichtigt werden mussten. Die Beleuchtung ist nach den neuesten Erkenntnissen und dem heutigen Stand der Technik entworfen und soll dazu beitragen, jedem zukünftigen Tunnelbenützer die Durchfahrt durch den Bernhardin-Tunnel zu einem angenehmen und sicheren Erlebnis werden zu lassen.

Die Stromversorgung, die Sicherungs- und die Überwachungsanlagen des Bernhardin-Tunnels

DK 625.712.35:656.065.7

Von **M. Fischer**, dipl. Ing., Elektro-Watt, Zürich

Die reibungslose Bewältigung der bei der Planung des Bernhardin-Tunnels zu Grunde gelegten Fahrzeugbelastung im engen Verkehrsraum des Tunnels wird nur möglich sein, wenn folgende grundsätzliche Bedingungen bei der Projektierung berücksichtigt und erfüllt werden:

— Die durch die Verbrennung der Treibstoffe in den Motoren entstehenden Abgase und Rauchgase sind aus dem Verkehrsraum abzuführen und soweit zu verdünnen, dass für die Tunnelbenützer schädliche direkte oder indirekte Folgen vermieden werden.

— Im Fahrraum und an den Zufahrten ist ein Beleuchtungsniveau zu gewährleisten, welches jederzeit den raschen und sicheren Ablauf des Verkehrs zu garantieren vermag.

— Es müssen im Tunnel Einrichtungen geschaffen werden, welche die Kontrolle, die Regelung und die Beeinflussung des Verkehrs unter allen denkbaren Umständen ermöglichen.

— Es sind die notwendigen Einrichtungen bereitzustellen, damit bei Störungen, Unfällen oder irgendwelchen Katastrophen die notwendigen Hilfeleistungen sofort in die Wege geleitet werden können.

— Schliesslich sind auch Einrichtungen und Hilfsmittel zu planen und vorzusehen, welche einen reibungslosen und rationellen Unterhalt, Reinigungs- und Reparaturdienst der Installationen und Bauwerke ermöglichen.

Im folgenden sollen einige der damit zusammenhängenden Einrichtungen und Installationen beschrieben werden.

Die Stromversorgung

Die Energieversorgung der elektrischen Einrichtungen des Tunnels erfolgt aus den 50-kV-Netzen der Kraftwerke Hinterrhein im Norden und der Misoxer Kraftwerke im Süden. Für den Energietransport zum Tunnel sind 50-kV-Leitungen vorgesehen, welche sowohl im Norden als auch im Süden direkt an Sammelschienen von Kraftwerken ange-