

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 76 (1985)

Heft: 4

Artikel: Massnahmen gegen gefährliche Beeinflussungsspannungen am Beispiel des Gotthard-Strassentunnels

Autor: Gallati, F.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-904564>

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: 26.01.2026

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

Massnahmen gegen gefährliche Beeinflussungsspannungen am Beispiel des Gotthard-Strassentunnels

F. Gallati

Es werden die zur Einhaltung der SEV-Verordnungen «Zum Schutze gegen gefährliche Einwirkspannungen» notwendigen Massnahmen für die Erdungsanlagen, die Behandlung der Nullpunkterdung und die Ausführung der Kabelanlagen im Gotthard-Strassentunnel dargelegt. Anhand der Resultate aus den Berechnungen der Beeinflussungsspannungen wird die Auswirkung der verschiedenen möglichen Massnahmen aufgezeigt. Ferner wird auf die Probleme, die in diesem Zusammenhang tangiert werden, und auf bereits veröffentlichte Berichte hingewiesen.

Les mesures nécessaires pour respecter les prescriptions de l'ASE «Pour la protection contre les tensions perturbatrices dangereuses» concernant les systèmes de mise à la terre, le traitement des mises à la terre neutres et la réalisation de réseaux de câbles dans le tunnel routier du Gothard sont présentées dans cet article. A l'appui des résultats tirés des calculs de tensions d'influence, il présente l'effet des différentes mesures possibles. De plus, il signale les problèmes qui sont touchés dans ce cadre et les études qui ont déjà été publiées.

1. Einleitung

Wie bei allen nachträglichen Betrachtungen scheinen die für den Gotthard-Strassentunnel getroffenen Massnahmen heute selbstverständlich und einfach zu sein. Man muss sich aber in die Jahre 1968–70 zurückversetzen; in diesem Zeitraum wurden die Weichen für die Ausführungen gestellt.

Im Tunnelprofil wurden 12 Kabelrohre für die Hauptkabelverbindungen der Stromversorgung, Schwachstrom- und Kommunikationsanlagen vorgesehen.

Die Stromversorgung für den Strassentunnel erfolgt aus den 50-kV-Unterwerken Airolo und Göschenen mit einer Kurzschlussleistung von 1500 MVA. In dieser Leistung ist der Ausbau der zweiten Tunnelröhre bereits berücksichtigt.

Im Normalbetrieb versorgen die beiden Elektrizitätswerke EWA und AET, unabhängig voneinander, je etwa die Hälfte des Tunnels. Das einpolige Prinzipschema zeigt die Transformatorstationen mit dem Kuppelschalter in Guspisbach. Für das 20-kV-Netz ist mit einer Kurzschlussleistung von 500 MVA gerechnet worden (Fig. 1).

2. Verordnungen zum Schutz gegen gefährliche Einwirkspannungen

Im Revisionsentwurf zur Starkstromverordnung über «Schutzmassnahmen gegen gefährliche Einwirkspannungen» von 1971 [5] steht unter Art. 9:

«Die Anlageerdung ist so zu bemessen, dass bei höchstmöglichem Erdschlussstrom keine grösseren als die unter Art. 2 aufgeführten Einwirkspannungen auftreten.»

Gemäss dem erwähnten Art. 2 sind die zulässigen Spannungen zeitabhängig und anhand einer Kurve dargestellt (siehe Fig. 5 des Beitrages Ott auf S. 210).

Die Einwirkspannung darf bei unbegrenzter Einwirkzeit 50 V und bei 0,1 s oder kürzerer Abschaltzeit 700 V nicht überschreiten.

Diese Verordnung (Entwurf 1971) bezieht sich auf Hochspannungsanlagen, gilt aber – sinngemäss interpretiert – auch für die beeinflussten Schwachstromanlagen. Natürlich dürfen auch im ungünstigsten Fall Personengefährdungen nicht zugelassen werden.

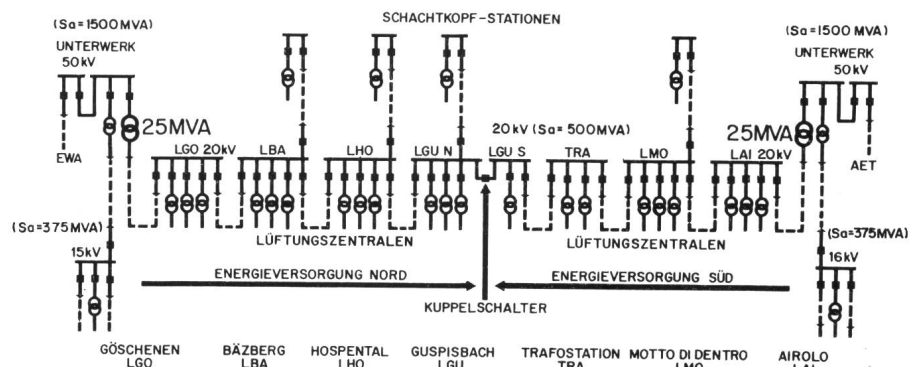


Fig. 1 Prinzipschema der Energieversorgung des Gotthard-Strassentunnels

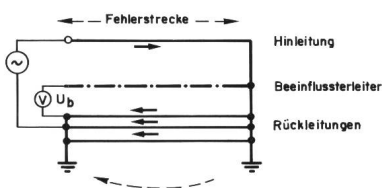
Adresse des Autors

Fritz Gallati, Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, 8022 Zürich

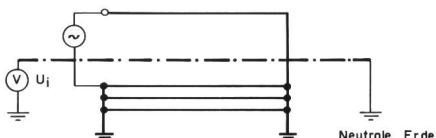
| VARIANTE | PROGRAMM-FALL | KABELART UND QUERSCHNITT | KABELFREMDE RÜCKLEITER IM TUNNEL | EFFEKTIVE LÄNGSSPANNUNG IN V FÜR GANZE TUNNELLÄNGE | | | | | |
|----------|---------------|--|---|--|------|---|------|------|-------|
| | | | | U_b Distanz v. Seil 4 cm 17 cm | | U_i m über HS-Kabel 3,8 3,0 2,3 | | | U_g |
| 1 | 1, 2 | Bleimantelkabel 150 ^a | Gussrohrleitung Abschirmseil 150 ^a | 1240 | 1830 | 4080 | | | 565 |
| 2 | 3+4 | PE-Kabel 150 ^a , 70 ^a mit Cu-Bandschirmen | 2 Erdseile 50 ^a Abschirmseil 150 ^a | 996 | 1420 | 3340 | | 3700 | 440 |
| 3 | 5+6 | PE-Kabel 150 ^a und 70 ^a mit Cu-Drahtschirmen | 2 Erdseile 50 ^a Abschirmseil 150 ^a | 790 | 1110 | 2660 | | 2950 | 350 |
| 4 | 7 | PE-Kabel 70 ^a mit Cu-Drahtschirm | Wie Variante 3 aber ohne Erdseile | 1090 | 1530 | 3660 | | 4050 | 486 |
| 5 | 8 | | Wie Variante 3 aber ohne Abschirmung | 3020 | 3020 | 3340 | | 3550 | 490 |
| 6 | 9 | | Wie Variante 4 aber 1 Signalarmierung | 1000 | 1400 | 3570 | | 3970 | 470 |
| 7 | 10 | | Wie Variante 5 aber 4 Signalarmierungen | 1390 | 1390 | 2360 | | 2560 | 340 |
| 8 | 11 | | Wie Variante 3 aber mit Erdleitungen im Gegentunnel | 655 | 920 | 2400 | | 2710 | 255 |
| 9 | 12 | | Wie Variante 3 aber mit Abschirmung 50 ^a + 4 Signalarmierungen | 880 | 1000 | 2480 | 2630 | 2780 | 317 |
| 10 | 13 | | Wie Variante 9 Abschirmung 185 ^a Transit-kabel | 630 | 705 | 1235 | 585 | 1550 | 220 |
| 11 | 14 c | | Wie Variante 3 aber Erdstromkreis unterbrochen | 1140 | 1600 | 390 | | 580 | 3100 |

Tab. I: Übersicht über die berechneten Varianten

3 a. MESSUNG DER BEEINFLUSSUNGSSPANNUNG U_b



3 b. MESSUNG DER INDUZIERTEN SPANNUNG U_i



3 c. MESSUNG DER GALVANISCHEN SPANNUNG U_g



Fig. 3 Messkonzept

sen werden, vorausgesetzt, dass beide Enden über den Einflussbereich der Portalerden hinausreichen.

- Die *galvanische Längsspannung* U_g entspricht der Potentialdifferenz zwischen den Tunnelportalen (oder allgemeiner zwischen den beiden Fehlerstellen).

U_g kann nicht direkt gemessen werden. Es ist aber möglich, die Potentialdifferenzen U'_g und U''_g der Portale und dem neutralen Erdreich nach Anordnung gemäss Figur 3c zu bestimmen. Dann ist $U_g = U'_g + U''_g$.

Durch die galvanische Längsspannung werden die von den Portalzentralen nach aussen in den neutralen Bereich führenden Signalkabel und die daran angeschlossenen Anlagen beansprucht.

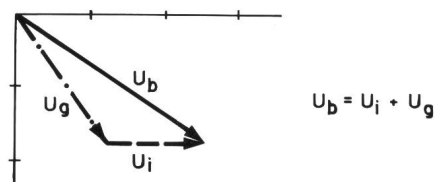


Fig. 4 Zeigerdiagramm der Längsspannungen

Die induzierte Längsspannung U_i und die galvanische Längsspannung U_g bilden gemäss Figur 4 die Komponenten der Beeinflussungsspannung U_b , d.h.

$$U_b = U_i + U_g$$

Die Berechnung zeigt, dass mit Berücksichtigung des Drahtschirmes über die HS-Kabel und der Erdseile (Bänder) sowie unter Einbezug der Signalkabelarmierungen weitgehend normale Kabel verwendet werden konnten.

Die theoretische Unterbrechung des Erdstromkreises zeigt einen markanten und gefährlichen Anstieg der Beeinflussungsspannung U_b und der galvanischen Längsspannung U_g . Es ist dabei zu beachten, dass eine derartige Unterbrechung (rechnerisch) bei einem vermaschten Erdungsnetz praktisch nicht möglich ist. Gelegentliche Erdungsmessungen in derart korrosiver Atmosphäre, wie sie in Strassentunnels herrscht, dürften jedoch im Sinne einer Kontrolle von Nutzen sein.

Die für die Schwachstromanlagen getroffenen Massnahmen und Messungen sind im Bericht Lüthi [4] dargestellt. Für die tunnelinternen Signal-, Fernmelde- und PTT-Kabel sind verschiedene Reduktionsfaktoren festgelegt und ausgemessen worden.

Literatur

- [1] Revisionsentwurf des Abschnittes A «Erdung» des Kapitels III «Schutzmassnahmen» der Starkstromverordnung. Neue Überschrift gemäss Revisionsentwurf: «Schutz gegen gefährliche Berührungs- und Schrittspannung» Dok. Erd.-K. Nr. 75/30-d. 2. Entwurf Juni 1976. Zürich, Erdungskommission des SEV, 1976.
- [2] Beispiele und Erläuterungen zum revidierten Kapitel III, Abschnitt A der Starkstromverordnung mit neuer Überschrift: «Schutz gegen gefährliche Berührungs- und Schrittspannung» Dok. Erd.-K. Nr. 75/31-d. Zürich, Erdungskommission des SEV, 1979.
- [3] Erdungs- und Beeinflussungsmessungen vom 9. bis 17. Oktober 1979. Zürich, Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, 1979.
- [4] P. Lüthi: Beeinflussung der Schwachstromanlagen. Bull. SEV/VSE 73 (1982) 13, S. 633...637.
- [5] Schutzmassnahmen gegen gefährliche Einwirkungsspannungen. Revisionsentwurf Bulletin SEV/VSE 62(1971)19, S. 960...964.