

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses

Band: 67 (1976)

Heft: 7

Artikel: Die Belieferung von Nationalstrassentunnels mit elektrischer Energie

Autor: Arnold, J. B.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-915148>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.10.2024

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

Die Belieferung von Nationalstrassentunnels mit elektrischer Energie

Von J. B. Arnold

Der Autor gibt einen Überblick über die beim Bau der Autobahn N2 (Gotthardstrasse) getroffenen Massnahmen für die Bau- und Betriebsstromversorgung auf der Strecke Beckenried bis Airolo.

L'auteur effectue un survol des mesures prises en matière d'approvisionnement en courant du chantier et de l'exploitation du tronçon Beckenried-Airolo de la N2 (autoroute du Gotthard).

1. Überblick über die Nationalstrassentunnels im Kanton Uri

Die mit N2 bezeichnete Autobahn bildet die Nord-Süd-Verbindung Basel-Chiasso. Sie führt über Luzern und Nidwalden am linken Ufer des Vierwaldstättersees entlang nach Uri und durch den Gotthard in das Tessin. Bei Beckenried mündet die Strasse in den Seelisbergtunnel und verlässt diesen erst nach 9,2 km nördlich von Seedorf (Fig. 1).

Das Kernstück der N2 ist der Gotthardstrassentunnel von Göschenen nach Airolo. Mit einer Länge von 16,3 km wird er der längste Autotunnel der Welt.

Von den 46,9 km Autobahn in Uri entfallen 37 % auf Tunnels. Mit Ausnahme des Gotthardtunnels ist die ganze Anlage eine richtungsgetrennte vierspurige Autobahn. Zählen wir die Längen der Doppelröhrentunnels einzeln und diejenigen des einröhrigen Gotthardtunnels zusammen, so erhalten wir total rund 25 km Tunnelstrecken.

Der Seelisberg- und der Gotthardtunnel werden beleuchtet und belüftet, während alle übrigen kürzeren Tunnels sowie die Lawinengalerien lediglich eine Beleuchtung erhalten.

2. Baustromversorgung

Vor Beginn der Bauarbeiten für die N2 Anno 1965 wurde zwischen dem Kantonalen Bauamt Uri und dem Elektrizitätswerk Altdorf ein Rahmenvertrag abgeschlossen. Gegenstand dieses Vertrages ist die Versorgung der Kantonsbaustellen mit elektrischer Energie. Darin sind geregelt: die Erstellung, der Betrieb, der Unterhalt und die Haftpflicht der Trafostationen mit den dazugehörigen Hochspannungszuleitungen.

Die Erstellung dieser Anlagen ist grundsätzlich Sache des Werkes. Sie werden auf Anordnung des Bauamtes mit Angabe der Standorte und der gewünschten Leistung gebaut. Alle Hochspannungszuleitungen von den Abzweigklemmen der nächstliegenden Leitung des Werkes sowie die Trafostationen mit den kompletten elektrischen Einrichtungen sind Eigentum des Kantons. Hingegen werden die Transformatoren und die Messeinrichtungen vom Werk gegen Miete zur Verfügung gestellt. Eigentumsgrenze zwischen den Anlagen des Kantons und den an die Trafostationen angeschlossenen Unternehmen bilden die Abgangsklemmen der Niederspannungs-Sicherungsgruppen. Das demontierte Material von nicht mehr benötigten Hochspannungszuleitungen und Trafostationen ist nach Möglichkeit für neue Kantonsbaustellen weiterzuverwenden.

Mit den Unternehmern schliesst das Werk die üblichen Energielieferungsverträge ab. Die Unternehmer werden darin verpflichtet, die elektrischen Anlagen auf der Baustelle durch das Starkstrominspektorat regelmässig überprüfen zu lassen.

Bei der Projektierung und Ausführung der Baustromversorgungen für die N2 waren dem Elektrizitätswerk Altdorf

die beim Kraftwerk Göschenen gesammelten Erfahrungen sehr nützlich. Für die Belieferung des Gotthardtunnels Los Nord musste beim Portal eine provisorische 50/15-kV-Unterstation mit einer Leistung von 6000 kVA erstellt werden. Da die Lüftungsschächte Bözberg, Hospental und Guspisbach im Urserental gestaffelt in Angriff genommen wurden, war es möglich, die Energie über eine 15-kV-Leitung zu transportieren. Die installierte Trafoleistung bei den drei Schächten beträgt 5000 kVA.

Je nach Grösse der auszuführenden Arbeiten an Tunnels, Lawinengalerien und Brücken zwischen Göschenen und Seedorf variieren die benötigten Leistungen von 400 bis 1800 kVA pro Baustelle. Auch in diesem Strassenabschnitt werden die verschiedenen Baulose zeitlich verschoben erstellt, so dass alle Trafostationen ab dem bestehenden 15-kV-Netz gespiesen werden können.

Das Südportal Büel des Seelisbergtunnels befindet sich in unmittelbarer Nähe der Zentrale des Kraftwerkes Isenthal. Die verlangte Leistung von 3000 kVA kann über eine 15-kV-Leitung ab diesem Kraftwerk zur Verfügung gestellt werden.

Für den Zwischenangriff bei der Lüftungszentrale Huttegg in Bauen ist eine Leistung von 5000 kVA installiert. Als Haupteinspeisung dient eine separate 15-kV-Leitung ebenfalls ab dem Kraftwerk Isenthal.

Aus sicherheitstechnischen Überlegungen (Gasvorkommen) musste diese Baustelle an eine zweite unabhängige 15-kV-Reserveleitung angeschlossen werden. Dazu konnte die bestehende Leitung Bauen-Seelisberg-Emmetten verwendet werden. Sie ist für diesen Zweck verstärkt und in Emmetten mit der 26-kV-Leitung des Elektrizitätswerkes Nidwalden gekuppelt worden.

Erstmals in Europa steht beim Zwischenangriff Huttegg eine Tunnelbauausrüstung, genannt «Big John», im Einsatz, die den Tunnel ausbricht und verkleidet. Als grösste derartige Tunnelbaumaschine der Welt ist sie mit zwei Transformatoren von je 2000 kVA, 15 kV/380 V, bestückt und wird direkt mit 15 kV angespiesen.

Im Auftrag der Arbeitsgemeinschaften Gotthardtunnel Los Nord und Seelisbergtunnel Los Büel hat das Elektrizitätswerk Altdorf die Baustromversorgung auch innerhalb der Tunnels projektiert und ausgeführt. Aufgrund der Leistungen, die für Vortrieb und Belüftung benötigt werden, und wegen der langen zu versorgenden Tunnels, besonders aber aus wirtschaftlichen Erwägungen, wurden zum erstenmal 15 kV als Versorgungsspannung gewählt. Durch das Einführen der 15-kV-Leitungen bis zum Vortrieb stellten sich einige Probleme, besonders in bezug auf Fehlerspannungen bei Erdschlüssen. Diese könnten zu Fehlzündungen von Sprengladungen an der Stollenbrust führen. In Zusammenarbeit mit dem Starkstrominspektorat und Herrn Prof. Dr. Karl Berger konnten diese Probleme gelöst werden. Berechnungen und

Versuche haben ergeben, dass bei der vorhandenen Gesteinsart zwischen dem Fels und den in die Bohrlöcher eingesetzten Minenzündern im Maximum eine Spannung von 600 V auftreten darf. Die Einhaltung dieser maximalen Erdschluss-Fehlspannung bedingte auf beiden Baustellen folgende Sicherheitsmassnahmen:

1. In Göschenen

Erden des 15-kV-Sternpunktes am 50/15-kV-Trafo.

In Seedorf

Erden des tunnelseitigen Sternpunktes an einem Trenntrafo.

2. Verlegen des mit einer doppelten Armierung versehenen 15-kV-Stollenkabels in durchgehend verbundene Eisenrohre.

3. Metallische Verbindung dieser Eisenrohre alle 100 m mit den Wasserleitungen und den Stollenbahnschienen.

Durch diese Massnahmen konnte der Rückleitungswiderstand zum geerdeten Trafosternpunkt so weit reduziert werden, dass eine Fehlzündung der Sprengladungen durch Erdschlussspannungen ausgeschlossen werden kann. Die Überwachung des Kabels erfolgt bei der Portalstation mit Hauptstrom- und Thermorelais sowie mit einer Fehlerstromschaltung. Die zusätzlichen Auflagen scheinen kostspielig. Eine Nachrechnung hat jedoch eindeutig gezeigt, dass die Tunnelbaustromversorgung mit 15 kV die wirtschaftlichste Lösung ist.

Seit Baubeginn der N2 mussten ausserhalb der Tunnels total 44 Bauhofstationen 15 kV/380/220 V erstellt werden, wovon mehrere bereits zum zweiten- und drittenmal auf verschiedenen Baustellen eingesetzt wurden. Gegenwärtig sind 31 Trafostationen mit einer installierten Leistung von 16 240 kVA in Betrieb. Dazu kommt mit 6000 kVA Leistung die 50/15-kV-Unterstation Göschenen. 15-kV-Zuleitungen sind bis heute ausserhalb der Tunnels rund 27 km und innerhalb der Tunnels etwa 10 km gebaut worden. Die Energie wird auf den Grossbaustellen Gotthard- und Seelisbergtunnel in 15 kV, auf allen andern Baustellen in Niederspannung gemessen. Der Stromverbrauch für Tunnelbauten bewegt sich, je nach der Beschaffenheit des Gesteins und der Abbaumethode, zwischen 30 und 40 kWh/m³ Ausbruch.

3. Betriebsstromversorgung

Strassentunnels mit Beleuchtung und Belüftung weisen gegenüber den meisten andern Bezüglern ein Hauptmerkmal auf. Abgesehen von der sicheren Versorgung ist es der extrem grosse Leistungsbedarf bei sehr kurzer Benutzungsdauer. Daraus resultieren ausgesprochen starke Leistungsschwankungen. Sie betragen an beiden Portalen sowohl des Gotthard- als auch des Seelisbergtunnels je 25 MVA.

Energieliefernde Werke sind:

für den *Gotthardtunnel*:

Abschnitt Tessin die Azienda Elettrica Ticinese
Abschnitt Uri das EW Altdorf mit dem EW Ursern

für den *Seelisbergtunnel*:

Abschnitt Uri das EW Altdorf
Abschnitt Nidwalden das EW Nidwalden

Das Elektrizitätswerk Altdorf bezieht die Energie in erster Linie aus seinen eigenen Kraftwerken Arniberg, Bürglen, Gurtneulen, Isenthal und Kleintal und ist an die Kraft-

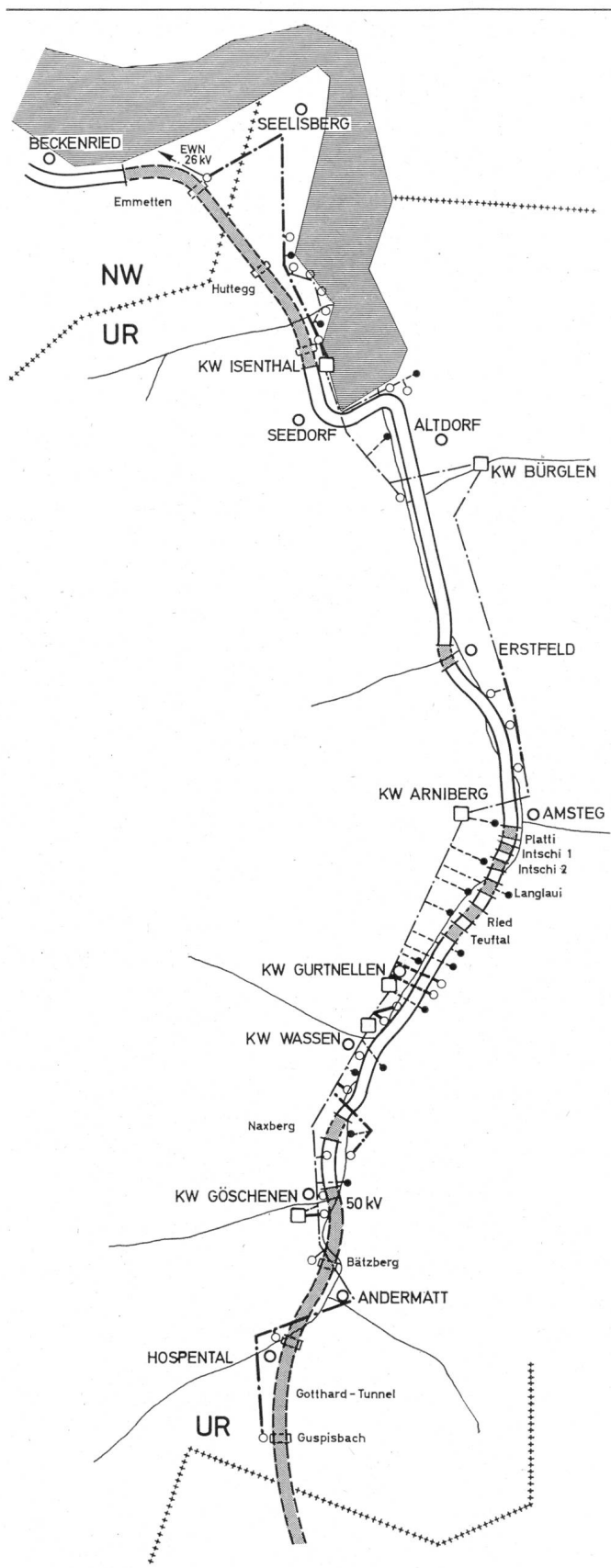


Fig. 1 Nationalstrasse N2 Beckenried-Airolo

- Kraftwerke
- Kantonsgrenze
- 15-kV-Leitungen
- 15-kV-Leitungen für die N2 erstellt, verlegt oder verstärkt
- Bautransformatorstationen demontiert, Bau beendet
- Bautransformatorstationen im Betrieb

werke Göschenen und Wassen angeschlossen. Im weitem besitzt es die Möglichkeit, mit den Centralschweizerischen Kraftwerken im Unterwerk Plattischachen bei Amsteg und im Unterwerk Ingenbohl Energie auszutauschen. Das Unterwerk Plattischachen ist mit der 150-kV-Leitung Wassen-Mettlen, das Unterwerk Ingenbohl mit der 220-kV-Leitung Göschenen-Mettlen verbunden. Durch diese Verbindungen mit dem schweizerischen Höchstspannungsnetz ist es möglich, die Leistung von 2×25 MVA für die N2 bereitzustellen. Vom Elektrizitätswerk Altdorf sind die Portalstationen 50/20 kV des Gotthard- und des Seelisbergtunnels in Göschenen und in Seedorf mit 50 kV anzuspiesen.

Es ist vorgesehen, die Portalstation Seelisbergtunnel Süd an eine neue 50-kV-Leitung ab der Verbindungsleitung Unterwerk Plattischachen-Kraftwerk Bürglen anzuschliessen. Zugleich ist ein zweiter Anschluss an die Schaltanlage des Kraftwerkes Isenthal geplant. Als Noteinspeisung (4 MVA) für die Anlagen ausserhalb des Tunnels steht eine für die Baustromversorgung erstellte 15-kV-Leitung ab dem Kraftwerk Isenthal zur Verfügung.

Für den Anschluss Gotthardtunnel Nord ist die Einschlaufung der 50-kV-Leitung Unterwerk Plattischachen-Kraftwerk Göschenen in die Portalstation projektiert. Zwischen Wassen und Göschenen wird deshalb die Leitung verstärkt. Die Notstromversorgung (2,5 MVA) für die Aussenanlagen kann an die bestehende 15-kV-Reusstalleitung angeschlossen werden.

Die Energiemessung in den beiden Portalstationen ist für die Haupteinspeisungen auf der 50-kV-Seite und für die Notanschlüsse in 15 kV vorgesehen. Bei der ausgesprochen ungünstigen Bezugscharakteristik wird für die Verrechnung der Energie ein Zweigliedertarif, bestehend aus Leistungspreis und Arbeitspreis, mit Differenzierung des Arbeitspreises von Tag- und Nachtstunden angewendet werden müssen.

Beleuchtung und Hilfsbetriebe der kurzen Tunnels sowie der Lawinen- und der Steinschlaggalerien zwischen Seedorf und Göschenen werden mit 15 kV versorgt.

Ein zwischen Amsteg und Wassen im Trasse der Autobahn verlegtes 15-kV-Kabel wird direkt aus dem Kraftwerk Arniberg gespiesen. In Wassen ist ein Reserveanschluss an die 15-kV-Leitung der Talversorgung erstellt worden.

Das Autobahnteilstück Amsteg-Meitschligen mit 6 Tunnels wurde im Sommer 1971 dem Verkehr übergeben.

Alle 6 Tunnels weisen als Grundbeleuchtung ein durchgehendes Lichtbild mit 40-W-Fluoreszenzleuchten auf. Zusätzlich ist die Einfahrzone mit Natrium-Hochdruckleuchten von 250 und 400 W bestückt. Das Lichtbild der Berg- und Talspuren misst 3,5 km. Dafür mussten rund 2000 Röhren montiert werden. Die Leistung der Grundbeleuchtung beträgt 100 kW, diejenige der Einfahrzone 260 kW. Nachts sind die Leuchten in den Einfahrzonen ausgeschaltet, und die durchgehende Grundbeleuchtung wird auf 20 kW reduziert; es brennt nur noch jede 14. Fluoreszenzröhre. Trotz dieser starken Reduktion bleiben die Tunnels ziemlich gleichmässig ausgeleuchtet, was der Autofahrer als angenehm empfindet.

Mitte 1975 wurde die 6 km lange Strecke Meitschligen-Wassen in Betrieb genommen. 1,8 km dieses Teilstückes sind Steinschlag- und Lawinengalerien. In diesen Schutzbauwerken ist die gleiche Beleuchtungsanlage installiert wie in den Tunnels, nur wird hier die Beleuchtung auf der ganzen Länge der Galerien, dem einflutenden Tageslicht entsprechend, reduziert oder ganz ausgeschaltet.

Adresse des Autors

J. B. Arnold, Direktor des Elektrizitätswerkes Altdorf, 6460 Altdorf.

Service d'entretien pour les routes nationales

Par C. Barut

Dem Elektrizitätswerk Genf als Zweigbetrieb der Industrien Betriebe obliegt der gesamte Unterhalt der Strassenbeleuchtungsanlagen im Kanton Genf. Die damit verbundenen Aufgaben und Massnahmen auf dem technischen und dem personellen Gebiet werden erläutert, und es wird auch auf die erforderlichen Kontroll- und Sicherheitsmassnahmen eingetreten.

Les Services Industriels de Genève dont la Section Eclairage Public fait partie, constituent une régie autonome de droit public. Ils agissent en ce qui concerne l'éclairage routier comme entrepreneur vis-à-vis des communes, de la ville de Genève et du canton, et facturent intégralement tous les frais de construction, d'entretien et de consommation d'énergie à ces collectivités publiques qui restent propriétaires des installations d'éclairage.

De par sa situation géographique, le canton ne possède qu'un faible kilométrage de routes nationales constitué par le dernier tronçon de l'autoroute Lausanne-Genève, avec des

L'entretien complet des installations d'éclairage des voies publiques du canton de Genève incombe au Service de l'électricité, en tant que branche des Services industriels. L'auteur explique les tâches et les mesures qui en découlent sur le plan technique et du personnel. Il évoque également les dispositions de contrôle et de sécurité.

échangeurs assurant les liaisons routières avec la France et avec l'aéroport de Cointrin.

Les installations d'éclairage qui peuvent servir de base pour l'étude des coûts d'entretien sont situées sur une partie de ce tronçon de la route nationale 1 (R. N. 1), entre l'échangeur du Grand-Saconnex donnant accès au tunnel de Ferney et l'avenue Louis-Casaï qui est la liaison principale entre la ville de Genève et l'aéroport.

Dès sa construction en 1964, ce tronçon de la R. N. 1 fut doté d'un éclairage répondant aux normes en vigueur et fut constamment adapté à toutes les extensions et modifications