

Kabelanlagen

Autor(en): **Hermann, Arnold**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **106 (1988)**

Heft 20

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85721>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

stellwerk, in der Energiezentrale am In-seliquali, im Postbetriebszentrum und im neuen Bahnhofgebäude untergebracht.

Total sind in diesen vier Stationen etwa 12 000-kVA-Leistung installiert. Sie werden aus dem Mittelspannungsnetz (10 kV) der Städtischen Werke Luzern gespeist. Die Transformatorenstationen sind untereinander auf der 10-kV-Ebene verbunden und in einen Ring eingeschlaucht. Dieser Ring kommt direkt vom Unterwerk Steghof der Städtischen Werke (Bild 4). Alle diese Massnahmen tragen dazu bei, eine hohe Versorgungssicherheit zu erreichen.

Versorgungssicherheit

Neben der Haustechnik werden aus dem Ortsnetz auch die computerunterstützten Signal- und Sicherungsanlagen mit elektrischer Energie versorgt. Hier sind die Anforderungen an die Versorgungssicherheit besonders hoch. Zur Erhöhung dieser Sicherheit wurde für diese Anlagen als zusätzliche Massnahme eine Einspeiseverbindung aus dem Traktionsnetz hergestellt.

Alle Schwachstromanlagen der Signal- und Sicherheitstechnik werden von separaten Generatoren versorgt. Diese wiederum werden wahlweise durch Motoren aus dem Ortsnetz (50 Hz) oder dem Traktionsnetz (16 ⅔ Hz) angetrieben. Eine Schwungmasse überbrückt die minimale Umschaltzeit, die bei einer automatischen Umschaltung entsteht. Obwohl Redundanz der Anlagen vorhanden ist, kann zusätzlich eine direkte Noteinspeisung aus dem Ortsnetz erfolgen.

Vermaschung

In der grossflächigen Anlage Bahnhofgebiet Luzern sind zwei verschiedenartige Mittelspannungsnetze miteinander verflochten. Dabei tauchen automatisch Fragen zum Erdungssystem auf.

Das Traktionsnetz (15 kV, 16 ⅔ Hz) ist ein Einphasennetz und benützt den Erdleiter sowohl als stromführenden Rückleiter als auch als Schutzleiter. Beim dreiphasigen Ortsnetz (10 kV, 50 Hz) wird der Erdleiter ausschliesslich als Schutzleiter benützt.

Da eine konsequente Trennung der beiden Erdungssysteme nicht durchführbar ist, wurde speziell darauf geachtet, dass die Erdsysteme der beiden Netze an möglichst vielen Punkten gut miteinander vermascht sind. Damit können zwischen den beiden Erdungen Potentialdifferenzen vermieden werden. Die unumgänglichen Ausgleichströme fliessen dadurch an definierten, speziell hierfür bemessenen Stellen und können deshalb keinen Schaden anrichten. Die Verbindungspunkte sind kontrollierbar und für Messungen zugänglich.

Adressen der Autoren: E. Deuring, Ing. HTL, und B. Piquerez, Ing. HTL, Fahrleitungen; R. Schneeberger, Ing. HTL, A. Hermann, Techn. Dienstchef, und H. Maegli, Ing. HTL, Niederspannungs- und Fernmeldewesen, SBB Bauabteilung Kreis II, 6002 Luzern.

Kabelanlagen

Die Neuerstellung und das Verschieben von Gleis-, Perron- und Fahrleitungsanlagen, der Bau einer neuen Unterführung für Post und Personen sowie die neuen Hochbauten erforderten auch die Anpassung der Kabelanlage. Diese Bauten lösten zudem grossräumige provisorische Kabelumlegungen aus, um die Aufrechterhaltung des Bahnbetriebes jederzeit zu gewährleisten.

Für die Wahl der neuen Kabeltrassen waren folgende Kriterien massgebend:

☐ Die Streckenkabeleinführung in das Zentralstellwerk via Kabelhauptstrasse (begehbare Stollen).

VON ARNOLD HERMANN,
LUZERN

☐ Die Verteilung der verschiedenen Kabel ab Zentralstellwerk zu den Gleis- und Perronanlagen via Kabelhauptstrasse. Diese Kabel reichen bis in den Gleisbrückenbereich des Untergeschosses des neuen Aufnahmegebäudes.

☐ Die Kabel der verschiedenen Spannungsebenen mussten getrennt verlegt und geschützt werden, das heisst, es waren getrennte Kabeltrasseanlagen für 15 kV Hochspannungs-, für 1000 + 1500 V Zugvorheizungs- und für alle übrigen Niederspannungs-, Sicherungs-, Steuer- und Fernmeldekabel vorzusehen.

Es sind insgesamt über 40 verschiedene Kabeltypen für die folgenden Spannungsebenen verlegt:

- Hochspannungskabel für die 50 Hz-Energieversorgung bis 10 kV
- Hochspannungskabel für die Energieübertragung 15 kV, 16 ⅔ Hz der elektrischen Zugförderung
- Kabel für die Zugvorheizanlage 1000 V + 1500 V, 16 ⅔ Hz
- Niederspannungskabel aller Art für Kraft-, Wärme- und Gleisbeleuchtungsanlagen
- Kabel für die Sicherungsanlagen
- Telefonkabel
- Lichtwellenleiter für die Fernübermittlung

Die Kabelanlage in den Perrons

Während die Erstellungsart des Perrons I (Ausführung mit Lecabeton) die konventionelle Rohrblockbauweise ermög-

lichte, stellte uns die Projektvariante «Hohlraumpertron» der Sektion Tiefbau vor folgende Probleme:

- es stand eine Hohlraumhöhe von 1,20 m für Trassevarianten zur Verfügung
- in der Hohlraumsohle konnte Wasser auftreten (hoher Grundwasserspiegel)
- der Schutz gegen einwandernde Nagetiere war zu gewährleisten
- das Erschliessen der vielen verschiedenartigen elektrischen Verbraucher auf den Perrons war vorzusehen
- es musste ein möglichst unterhaltsarmes und kostengünstiges Kabeltrasse erstellt werden.

Nach gründlichen technischen Studien und wirtschaftlichen Überlegungen entschlossen wir uns zum Aufhängen der Kabelrohre in den Perronhohlräumen (Befestigung wie unter einer Brücke). Für die Quertrassen erstellte man Aussparungen in den Perronkanten. Bei den Kreuzungsstellen von Längs- und Quertrassen, etwa alle 100 m, sind in den Perronplatten zudem Schachtabdeckungen von 1,20 x 1,20 m Grösse montiert worden. Dies erlaubte eine konventionelle Kabelverlegungsart (Bild 1), die zudem einige hunderttausend Franken an Einsparungen erbrachte.

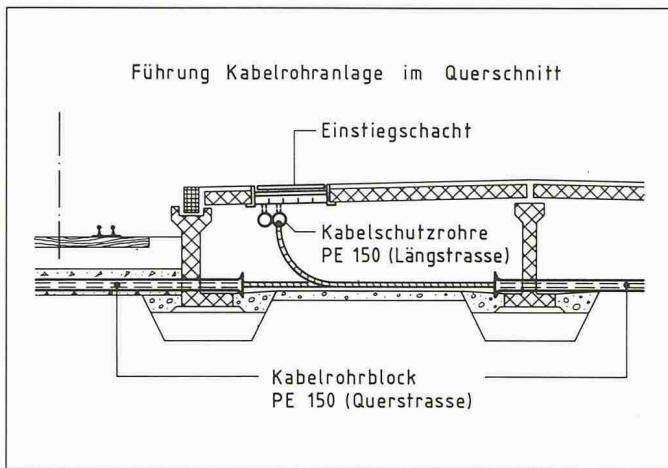


Bild 1. Perronquerschnitt mit Kabelrohrführung



Bild 2. Blick in den Kabelstollen (Montagezustand)

Ein begehrter Kabelstollen

Die technischen Räume für die Sicherungs-, Fernmelde-, Energieverteilungs-, Fahrleitungs- und Rohrpostanlagen sind im Zentralstellwerk untergebracht. Dieses Zentralstellwerk liegt exzentrisch zu den elektrischen Verbrauchern. Sämtliche Streckenkabel münden auf der dem Zentralstellwerk gegenüberliegenden Seite der Gleise in den Bahnhof ein. Die Telefonzentrale mit ihren vielen Verbindungskabeln zum Zentralstellwerk ist im Dienstgebäude-West an der Zentralstrasse untergebracht. Somit enden über 130 Kabel von 30–60 mm Aussendurchmesser sowie eine Rohrpostverbindung zum Bahnhofgebäude im Zentralstellwerk.

Bild 3. Monteur beim Spleissen eines Fernmeldekabels $100 \times 4 \times 0,6$ im Kabelstollen



Die grosse Massierung von Kabeln im Bereiche des Zentralstellwerkes, des Dienstgebäudes-West und teilweise in den Perrons erforderte den Neubau eines grossen Kabelhaupttrasses. Dazu wurden drei Vergleichsstudien ausgearbeitet:

□ *Konventionelle Rohrblöcke.* Diese waren mit den notwendigen Einzugs- und Abzweigschächten im Weichenbereich nicht realisierbar. Der örtlich schlechte Baugrund und der rege Zugverkehr hätte zudem zu Langzeitschäden an den Kabelanlagen führen können.

□ *Eine begehrte Kabelpasserelle* in Hochlage, quer über den grossen, wichtigen Weichenzonen der sechs Einfahrstreckengeleise und der Fahrleitungsanlage. Die Nachteile dieser Variante waren: grosse Kabelmehrlängen bei den Auf- und Abstiegen, starke Vibrationen durch den Zugverkehr auf dem weichen Untergrund, starke thermische Einwirkung der Witterung auf die Kabel, Gefährdung der Passarellenabstützung bei Zugentgleisungen, eine negative ästhetische Wirkung auf die Bahnhofsinfahrt Luzern. Aufgrund dieser Nachteile wurde diese Variante aufgegeben.

□ *Ein begehrter Kabelstollen.* Ein Kabelstollen hat erstellungs-technisch und für den Benutzer die grössten Vorteile. Der finanzielle Aufwand lag für diese Variante aber um einiges höher. Wegen der Unausführbarkeit der Variante 1, der entscheidenden Nachteile der Variante 2 und den grossen Vorteilen des Kabelstollens wurde schliesslich für diese Variante entschieden.

Der Kabelstollen unterquert ab Zentralstellwerk die Weichenzone der Einfahrstrecken auf 90 m Länge und folgt anschliessend auf nochmals 90 m Länge der Zentralstrasse in Richtung Dienstgebäude-West. Technische De-

tails der Erstellung sind dem Artikel «Tiefbaulösungen in bautechnisch schwierigem Baugrund» dieser Zeitschrift zu entnehmen.

Der auf halber Länge des Stollens angeordnete Pressschacht ergab eine ideale, zweistöckige Abzweig- und Einstiegskammer. Hier münden sämtliche Streckenkabel in Richtung Zentralstellwerk ein.

Ab Zentralstellwerk führen diese Kabel wieder via Kabelstollen zurück zum Hauptverteiler im Bahnhofdienstgebäude-West. Am Ende des Stollens befindet sich wieder eine Einstiegskammer. Bei einem Brandfall im Kabelstollen dienen der Pressschacht und diese Einstiegskammer als Fluchtwege. Diese beiden Kammern sind auch für den Kabeleinzug notwendig. Beidseitig des Stollens tangential angeordnete Abzweigkammern ermöglichen zwischen den Gleisen die Kabel in die Oberflächentrassen zu führen.

Durch das Aufschweissen der Wandkonsolen auf gebogenen Winkelprofilen, die beidseitig an die Rohrwand aufgeschraubt sind, erzielen wir eine optimale Raumnutzung des Kreisprofils von 250 cm Durchmesser (Bild 2).

Auf diese Wandkonsolen sind die Kabelpritschen gestaffelt montiert. Diese Kabelpritschen-Anordnung erleichtert sowohl das Begehen des Kabelstollens als auch die vielen Spleissarbeiten durch das Monteurpersonal (Bild 3).

Der Kabelstollen weist ein Fassungsvermögen von etwa 300 Kabeln mit je einem durchschnittlichen Kabeldurchmesser von etwa 40 mm auf. Wir erwarten im Bereiche des Kabelstollens weniger Kabelschäden als in der alten Rohranlage, da der örtliche Baugrund sehr schlecht ist und die täglichen über 1200 Zug- und Rangierbewegungen starke Erschütterung verursachen.

Die Kabelanlage im Gleisbrückenbereich des Aufnahmegebäudes

Umfangreiche und komplizierte Trassarbeiten erforderte die Kabelanlage im Gleisbrückenbereich des Untergeschosses des neuen Aufnahmegebäudes. Unter dieser Gleisbrücke sind bewohnte und technische Räume untergebracht. Diese Räume werden von oben her gegen Wassereintritt und Wärmeverlust isoliert.

Im Gleisbrückenbereich benötigen vor allem die Zugvorheizstellen viele Kabel. Zusätzlich braucht es Verbindungskabel von der Telefonzentrale im Dienstgebäude-West zum Energiekanal im Untergeschoss.

Die Zugvorheizungs- und Verteilschächte sowie die Fundamente für die Bedienungsschalter und anderer elektrischer Verbraucher integrierte man in die Betonkonstruktion der Gleisbrücke. Grosse Rohrleitungen konnten teilweise an der Decke des Untergeschosses montiert werden. Diese führen wasserdicht durch die Aussenwände des Untergeschosses.

In einem späteren Zeitpunkt wird es aber praktisch unmöglich sein, in diesem Bereich bestehende Kabeltrassen abzuändern oder neue zu erstellen. Deshalb wurde mit dem Bahnhofumbau ein umfangreiches gut vermaschtes Kabeltrassensystem erstellt.

Die Kabelanlage des Bahnhofs Luzern umfasst folgende Bauteile: Kabelstollen (180 m), Rohranlagen (10 000 m), Ober-

flächen-Betonkanäle (10 000 m), über 40 verschiedene Kabeltypen (190 km).

Die Erstellung der Kabelanlagen erfolgte bisher störungsfrei in enger Zusammenarbeit mit den übrigen am Projekt beteiligten Diensten der SBB, der PTT, der Stadt Luzern und der privaten Mitbeteiligten.

Adresse des Verfassers: A. Hermann, Techn. Dienstchef Kabeldienst, Niederspannungs- und Fernmeldewesen, SBB Bauabteilung Kreis II, 6002 Luzern.

Tiefbaulösungen in bautechnisch schwierigem Baugrund

Im Zuge der Verbesserung der Publikumsanlagen werden die Perron-Baukörper in Länge, Breite und Höhe massiv vergrössert. Im setzungsempfindlichen Baugrund ist dies nur mit Leichtbaukonstruktionen möglich. Unter Betriebsgleisen und empfindlichen Ausfahrweichen wurde 1986 im Durchstossverfahren ein 170 m langer begehbare Kabelstollen vorgetrieben; im Bereich der Ortsbrust musste dabei der Grundwasserspiegel abgesenkt werden.

Baugrundverhältnisse

Der Schichtverlauf im Bahnhofareal ist relativ homogen. Es ist eine oberflächliche Schüttschicht (künstliche Auffül-

VON MARKUS KAUFMANN UND
HANS BIRRER,
LUZERN, UND
PETER FRIEDLI,
ZÜRICH

lung) von max. 4 m Mächtigkeit vorhanden, die gegen Süden (Perronende) hin auskeilt. Darunter stehen organisch verunreinigte Verlandungen an. Diese sind ca. 3–4 m mächtig und werden durch weiche, junge Seeablagerungen unterlagert. Darunter bildet ein sehr toniger Seelehm eine undurchlässige Trennschicht zu den tieferliegenden eiszeitlichen Seesedimenten. Die Baugrundverhältnisse sind im Detail beschrieben in [1].

Aufgrund von Feld- und Laborversuchen können den einzelnen Schichten die Kennwerte nach Bild 1 zugeordnet werden. Die oberflächennahen Schich-

ten sind bis zu 90% normalkonsolidiert, während die eiszeitlichen Ablagerungen eine Überkonsolidationszahl von ca. 2 aufweisen. Dies ist für das Verhalten der Bodenschichten unter Neubelastung oder bei Veränderung des Grundwasserspiegels von grösster Wichtigkeit.

Grundwasserverhältnisse

Die 2–3 m mächtige Seelehmschicht trennt zwei Grundwasserstockwerke voneinander. Das obere Grundwasser zirkuliert in den Auffüllungen und den jungen Sedimenten. Sein Niveau liegt etwa 1,0–2,5 m unter Terrain. Das Gefälle verläuft mit ca. 5‰ gegen Nordosten.

Das untere Grundwasser zirkuliert in den eiszeitlichen Seeablagerungen. Es ist artesisch gespannt. Sein piezometrisches Niveau liegt bis zu einem Meter unter dem oberen Grundwasserspiegel.

Perronbauten/Varianten

Im Zuge des Bahnhofumbaus werden sämtliche Perrons angehoben, verlängert und verbreitert. Die Kote der Ein-

stiegs-kante wird gegenüber bisher von ca. 20–30 cm auf 55 cm (Normperron P 55) bei den Normalspurgleisen und von ca. 0–20 cm auf 30 cm (P 30) über SOK (Schienenoberkante) bei den Schmalspurgleisen erhöht. Da die entlang den Hallendachstützen angeordneten Dienstperrons wegfällen, können die neuen Perrons fast durchwegs auf die komfortable Breite von 9,60 m vergrössert werden.

Die entsprechenden Auflasten stellen eine grossflächige Neubelastung des leicht zusammendrückbaren Untergrundes dar. Nicht nur war zu erwarten, dass Perrons und Gleise langfristigen Setzungen ausgesetzt wären, sondern es war auch zu befürchten, dass die Pfahlfundationen der Hallenstützen über negative Mantelreibung zusätzlich belastet würden.

Es war somit ein Vorgehen zu finden, mit dem die Perronanpassungen mit möglichst geringen Setzungsfolgen ausgeführt werden konnten.

Als Perron-Konstruktionstypen wurden folgende Varianten untersucht:

1. Konventionell: Erhöhung und Ergänzung der bestehenden Perrons mit Kiessand.
2. Erhöhung und Ergänzung der bestehenden Perrons mit Leca
3. Leichtbaulösung mit Leca: Materialersatz und Auftrag mit Leca
4. Leichtbaulösung mit flach fundierter Hohlraum-Tragkonstruktion.

Eine 5. Variante (entsprechend der Variante 4, aber mit gepfähelter Foundation) ist nicht weiter untersucht worden, da die Kosten diese Variante ausschlossen.