

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:	73 (1982)
Heft:	13
Artikel:	Steuer- und Überwachungskonzept
Autor:	Haag, P.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-904985

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>

Steuer- und Überwachungskonzept

P. Haag

519.714: 624.195(494): 656.1.05

Es wird kurz auf das Befehls- und Überwachungskonzept eingegangen. Anschliessend wird der Aufbau der Steuerung und Überwachung des Betriebsteiles sowie der SOS-Rufstationen beschrieben. Nach 1½ Jahren Betriebserfahrung zeigt sich, dass die Anlageteile die erste «Feuerprobe» gut bestanden haben.

Bref exposé de la conception de la commande et de la surveillance. Description de l'aménagement de la commande et de la surveillance de la partie exploitation, ainsi que des postes d'appels SOS. Durant 18 mois d'exploitation, ces installations ont bien supporté leur première «épreuve du feu».

1. Aufbau der Steuerungshierarchie

Für die Sicherheit der gesamten Tunnelsteuerung und -überwachung ist der hierarchische Aufbau der elektrischen Anlagen von grosser Bedeutung. Die gesamten elektrischen Anlagen wurden in die Hauptteile Betrieb und Verkehr aufgeteilt. Zum Teil *Betrieb* gehören die folgenden Hauptgruppen:

- Energieversorgung inkl. Notstromanlagen
- Fahrraumlüftung
- Fahrraumbeleuchtung
- Wasserversorgung
- Lüftung und Beleuchtung der Zentralen
- Brandüberwachung im Fahrraum und in den Zentralen

Dem Teil *Verkehr* zugeordnet sind:

- Verkehrssteuerung
- SOS-Rufstationen
- Fernsehüberwachung

Im folgenden wird auf den Aufbau der Steuerung und Überwachung des Teils Betrieb, der SOS-Rufstationen sowie des Befehls- und Überwachungskonzepts eingegangen.

Der hierarchische Aufbau der Steuerung und Überwachung des Teiles Betrieb sowie der SOS-Rufstationen ist aus Figur 1 ersichtlich. Der Informationsaustausch zwischen den Kommandozentralen und den Lüftungszentralen, der Transformatorstation bei Km 11 und den Kommandozentralen untereinander erfolgt mittels Fernwirkanlage. Die Signalaufbereitung in den Lüftungszentralen und der Signalaustausch zwischen den Querschlägen und den Lüftungszentralen sowie den SOS-Stationen wurde in 48-V-Steuertechnik realisiert. Im folgenden soll auf einzelne Steuerungsprobleme eingegangen werden.

2. SOS-Signalübermittlung

Der prinzipielle Aufbau ist aus Figur 2 ersichtlich. Da bei einem Unfall oder einer Panne eine rasche und sichere Erfassung des Notrufs von grösster Wichtigkeit ist, wurden für die Zuverlässigkeit dieses Alarmrufs besondere Vorkehrungen getroffen. Die Signalleitungen zwischen Rufäulen und Auswertelogik werden stetig auf Unterbruch und Kurzschluss überwacht. Ein Kontrollstrom, der über eine elektronische Schwellwertschaltung geführt wird, löst bei Unter- bzw. Überschreitung des zulässigen Pegels das Alarmsignal «Leitungsstörung» aus. Ohne Vorkehrungen gegen die Einflüsse des Bahnnetzes würde diese Überwachung gestört. Eine strikte Beachtung der Symmetrie in der Leitungsführung bewirkt, dass sich die Störeinflüsse vektoriell aufheben, so dass für die Verkabelung normale Talt-Kabel genügen.

In der Auswertelogik werden die Signale wie folgt aufbereitet:

- Ort- und Artanzeige in der betroffenen Zentrale
- Weiterleitung der Signale an die Fernwirkanlage zur Übertragung in die Kommandozentralen

- Alarmschaltung bei Störungen in der Auswerteschaltung oder bei Störungen auf den Signalleitungen

- Befehlsaufbereitung für die Hochschaltung der Beleuchtung bei Entnahme eines Feuerlöschers

Die Auswertelogik ist mittels TTL-Logik (Transistor-Transistor-Logic) aufgebaut. Nach aussen besteht jedoch Potentialtrennung. Die Trennung gegenüber den Rufäulen erfolgt mittels Optokoppler. Alle Ausgaben erfolgen mittels potentialfreierkontakte.

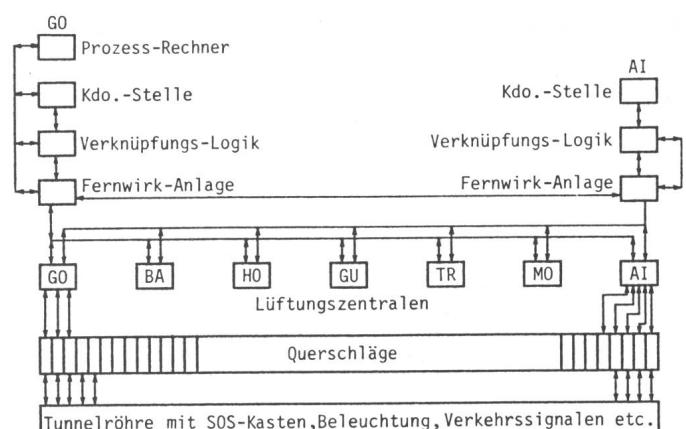


Fig. 1 Aufbau der Steuerung und Überwachung

GO Göschenen GU Guspisbach AI Airolo
BA Bätzberg TR Trafostation
HO Hospental MO Motto di Dentro

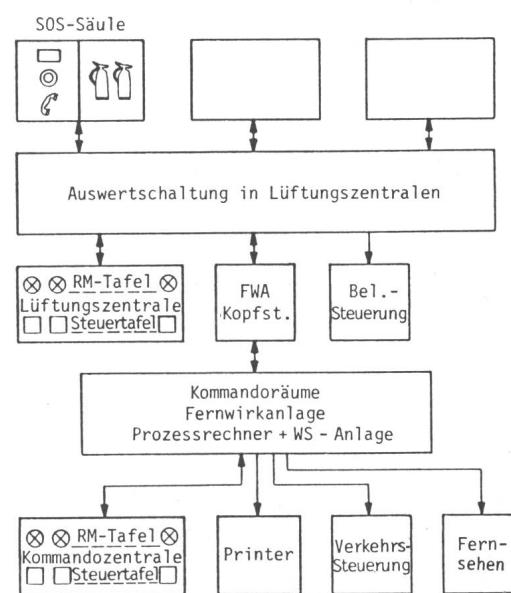


Fig. 2 Prinzip der Notrufübermittlung

FWA Kopfst. Fernwirkanlage, Kopfstation
RM Rückmeldung
Bel Beleuchtung
WS Warnsignal

3. Ventilationssteuerung

Der Aufbau der Ventilationssteuerung erfolgte wiederum streng hierarchisch. Je einem Ventilatorpaar, bestehend aus einem Zu- und Abluftventilator, ist ein Steuer- und Regelschrank zugeordnet (Fig. 3). Dieser Schrank enthält die Niederspannungsverteilung für die Ventilatorhilfsbetriebe, die Verknüpfungslogik in 48-V-Relaistechnik sowie das modulare Regelsystem «mores» von CMC. Aus Sicherheitsgründen wurde auf die Anwendung einer elektronischen Verknüpfungs-technik verzichtet, da Störeinflüsse vom SBB-Netz nicht aus-zuschliessen sind. Ob diese Vorsichtsmassnahme notwendig war, ist schwer zu beurteilen. Mit den Relaissteuerungen konnten bisher nur gute Erfahrungen gesammelt werden. Bei den Meßsignalen, wie denjenigen der CO- und Trübungsmessun-gen, deren Fühler entlang der Fahrbahn bzw. den Querschlägen montiert sind, wurde wie bei den SOS-Signalen auf ab-solute Signalsymmetrie geachtet, und alle Messleitungen wur-den am Eingang in die Zentralen galvanisch mittels Trennwandler getrennt. An den Steuerschränken ist die unterste Bedienungsebene, die «Vorortssteuering» mit den Detailwarn-anzeigen angebracht. Die Warnsignale werden zu Sammel-meldungen zusammengefasst und den Steuertableaux in den Zentralen sowie über die Fernwirkanlage an die beiden Kom-mandostellen geleitet. Die unterste Steuerungsebene, von der aus die Ventilatoren betriebsmäßig gesteuert werden können, befindet sich an den Steuertableaux der unterirdischen Zen-tralen. Der Informationsaustausch zwischen Fernwirkanlage Unterstationen, Steuerschränken und Warnsignalanlage sowie den extern liegenden Stationen erfolgt in 48-V-Technik. Für Messwerte wurde das Signal 0/4–20 mA bzw. –10/0/+10 mA normiert.

Die Ventilationssteuerung ist für folgende Betriebsarten ausgelegt:

– **Handsteuerung:** Die Ein-, Umschalt- und Ausbefehle so-wie die Befehle für die Schaufelverstellung erfolgen von Hand ab Kommandostelle «Zentrale» oder «Kommandoraum».

– **Luftmengenregelung (QL-Regelung):** Dem Regler werden ab Kommandostelle von Hand oder durch den Prozessleitrechner die Luftmengensollwerte vorgegeben.

– **CO-/Sichttrübungsregelung:** Bei dieser Betriebsart arbeitet jeder Lüftungsabschnitt autonom. Die CO- bzw. Sichttrü-bungs-Istwerte werden direkt dem Regler zugeführt. Am Regler stehen, je nach Betriebsart «CO-Normal» (ca. 150 ppm)

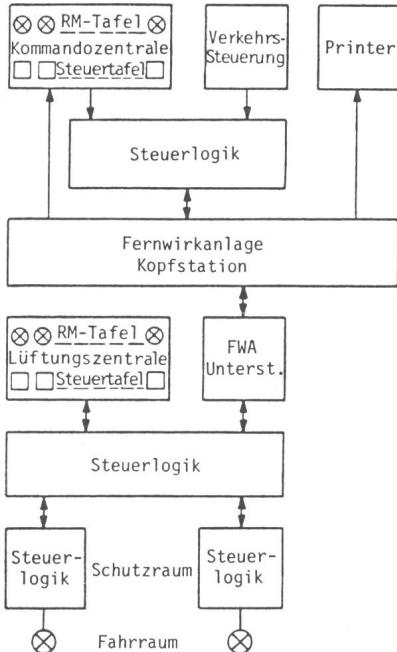


Fig. 4 Aufbau der Beleuchtungssteuerung

FWA Unterst. Unterstation der Fernwirkanlage
Übrige Bezeichnungen analog Fig. 2

oder «CO-MAK» (maximale Arbeitsplatzkonzentration, ca. 50 ppm), zwei eingestellte Sollwerte als Referenz zur Verfügung.

Bisher wurde hauptsächlich mit den Betriebsarten «CO-/Sichttrübungsregelung» und «QL-Regelung» mit Handsoll-wertvorgabe gefahren. Eine Optimierung der Regelung mit den notwendigen Abstimmungen auf die Verkehrs- und Witte-rungsverhältnisse war vor der Eröffnung nur zum Teil mög-lich, da die normalen Betriebsverhältnisse nicht simuliert wer-den konnten. Betriebserfahrungen wurden inzwischen berück-sichtigt, indem die Regelparameter den Bedürfnissen des Be-triebes angepasst wurden.

Die Auslegung der Lüftungsanlage genügt voll den Anfor-derungen. Die Anlage war auch während extremen Spitzen-zeiten nie über 70 % ausgelastet. Die Dimensionierung der Lüftungsanlage kann die volle Auslastung des Tunnels jeder-zeit gewährleisten (22 Ventilationsaggregate mit total ca. 25 MW installierter Leistung). Eine weitere Optimierung der Lüftung bezüglich Energieverbrauch und Luftqualität (Sicht-trübung) könnte erreicht werden, wenn das ursprünglich ge-plante Verhältnis von ca. 9 Personenwagen zu 1 Lastwagen eingehalten würde. Durch die Sperrzeiten in der Leventina werden bei der Fahrtrate jedoch grössere Lastwagenpakete gebildet, die eine Lufttrübung im Tunnel verursachen. Dies hat zur Folge, dass die Ventilatoren auf eine höhere Stufe ge-schaltet werden müssen, was Energiebedarfsspitzen verursacht.

4. Beleuchtungssteuerung

Die Hierarchie der Beleuchtungssteuerung kann aus Figur 4 entnommen werden. Der ganze Tunnel ist in 75 Abschnitte von ca. 250 m Länge aufgeteilt. Jeder dieser Abschnitte besitzt eine Beleuchtungsunterteilung mit den notwendigen Steuereinheiten. In diesen Steuereinheiten befindet sich die Vorortssteu-erung und die Überwachungsschaltung. Sie wurde in 48-V-Printrelaistechnik aufgebaut.

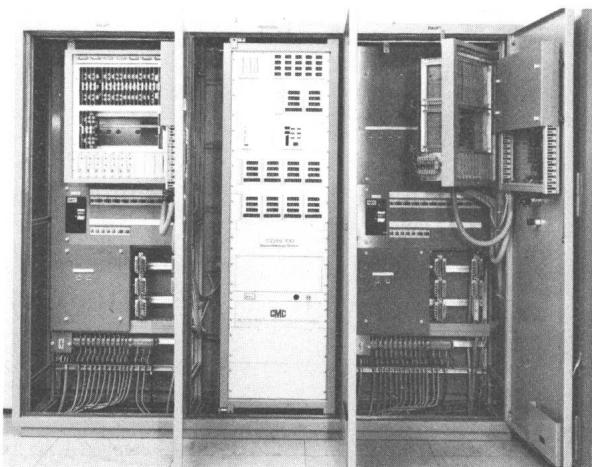


Fig. 3 Steuerschrank eines Ventilatorpaars

Eine totale Abschaltung der Beleuchtung ab Steuertableau der Vorortssteuerung oder auf Distanz ist nicht möglich. Die Stufenumschaltung vom Beleuchtungsniveau 1 bis 4 erfolgt unterbruchslos. Um bei kalten Leuchtstoffröhren den Start zu erleichtern, wird bei der Einschaltung immer kurzfristig auf die höchste Stufe geschaltet. Dies ermöglicht auch einen sicheren Start bei kalter Witterung und nach gröserer Betriebsstundenzahl der Leuchtstoffröhren. Die Übertragung ab den Lüftungszentralen erfolgt aufgelöst über Talt-Kabel. In den Lüftungszentralen sind die Umsetzeinheiten, ebenfalls in Printrelaistechnik, installiert. Ab dem Steuertableau kann der ganze Tunnelbereich der Zentrale parallel gesteuert werden. Die Rückmeldungen am Steuertableau erfolgen jedoch individuell je Unterverteilung. Somit wird eine allfällige Störung in einer Unterverteilung sofort erfasst. Im Normalbetrieb erfolgt die Steuerung jedoch ab Kommandozentrale Göschenen oder Airolo. Dabei ist eine Handeingabe oder eine Steuerung ab Prozessleitrechner mit Einbezug der Verkehrsfrequenz möglich. Übergeordnet sind Sicherheitseingriffe, z.B. Entnahme eines Feuerlöschers in den Notrufsäulen oder Brand im Fahrraum, die sofort im entsprechenden Beleuchtungsabschnitt die volle Beleuchtungsstärke auslösen.

5. Warnsignalanlage

Die Erfassung und Weiterleitung der Warnsignale erfolgt gemäss Figur 5.

In der unteren Ebene (Lüftungszentralen) wurde ebenfalls die 48-V-Printrelaistechnik angewendet. In den einzelnen Anlageteilen wie Hochspannungsanlage, Lüftungssteuerung, Klimaanlage usw. werden die Störungen detailliert angezeigt. Für die Anzeige auf den Steuertableaux in den Zentralen sowie zur Weiterleitung an die Kommandostellen Göschenen und Airolo werden diese Signale zu Sammelmeldungen zusammengefasst. Diese Art Signalisierung mit Sammelanzeigen auf den Steuertableaux in den Zentralen hat sich gut bewährt. An

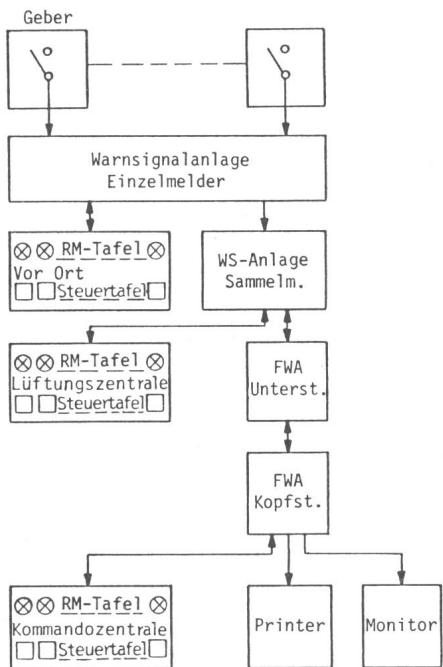


Fig. 5 Aufbau der Warnsignalanlage

Sammelm. = Sammelmeldungen

Übrige Bezeichnungen analog Fig. 2



Fig. 6 Kommandozentrale Airolo

diesen Steuertableaux kann sich das Servicepersonal beim Betreten und beim Verlassen des Gebäudes über den Zustand der Gesamtanlage des entsprechenden Tunnelabschnittes informieren. Für allfällige Detailinformationen wird das Personal an die Vorortsanzeigen gewiesen. Die an die Kommandoräume Göschenen und Airolo geleiteten Warnsignale werden dort ebenfalls an der Rückmeldetafel angezeigt. Zusätzlich erfolgt die Anzeige auf einem Kontrollmonitor sowie die Klartext-Protokollierung auf einem Printer.

6. Funktionelle Gestaltung der Kommandozentralen Göschenen und Airolo

Die beiden funktionell genau gleichen Kommandozentralen wurden auf folgenden Grundsätzen aufgebaut (Fig. 6):

- Rückmeldetafeln zur Anzeige der Betriebszustände (Abbildung der Anlagen)
- Steuerpulse mit den Steuerplatten und Warnsignalanzeigen sowie den Terminals zu den Rechneranlagen
- Schreibpulse mit zusätzlichen Terminals als Arbeitsplätze für Büroarbeiten und für die Einsatzleitung

Für die Steuerungseingaben wurden zwei verschiedene Systeme gewählt:

- Dialog mit den Prozessrechnern über Bildschirm und Bedienungskonsole: Diese relativ abstrakte Steuerungsmethode wird für die Verkehrssteuerung und für den Dialog mit dem Prozessleitrechner angewendet.

- Befehlseingabe an die Fernwirkkanlage über Sequenzwahl: Für die Steuerung der Betriebseinheiten wie Energieversorgung, Tunnellüftung, Beleuchtungssteuerung, Wasserversorgung und Strassenzustandsmeldung wurden spezielle Steuerplatten gefertigt. Die Befehlseingabe erfolgt immer von links nach rechts in mehreren Schritten. Bei der Beleuchtungssteuerung wird z.B. zuerst der gewünschte Abschnitt gewählt. Die betätigte Wahlstaste leuchtet dann in Dauerlicht. Gleichzeitig wird das Bedienungspersonal durch das Blinken der entsprechenden Tasten zum nächsten Schritt geführt, z.B. Einzel- oder Parallelsteuerung. Nach der Wahl des zweiten Befehlschrittes folgt die Führung zum dritten Schritt usw. Die Befehlausgabe erfolgt durch die Betätigung der Execute-Taste. Diese Steuerungsart hat sich gut bewährt, da sie einfach und sicher zu handhaben ist. Die Anlernzeit ist sehr kurz.

Das Konzept der Rückmeldetafel wurde so gewählt, dass der Einsatzleiter jederzeit ohne Rückfragen einen Gesamtüberblick über den Betriebszustand der Anlagen hat. Für Detail-

informationen und statistische Daten stehen die Terminals der Rechner zur Verfügung. Dadurch kann die Übersicht gewahrt werden, und die Detailinformation stört das Übersichtsbild nicht.

Alle ausgeführten Manöver werden auf einem Printer ausgedruckt, so dass das Geschehen nachträglich jederzeit verfolgt werden kann. Telefongespräche ab Notrufäule werden immer aufgezeichnet. Das Aufzeichnen weiterer Telefongespräche ist auf Anwahl möglich. Dank dem gewählten Baukastensystem können Betriebserfahrungen laufend, auch nach der Tunneleröffnung, weitgehend berücksichtigt werden.

An der Steuerung und Überwachung sind bisher keine Fehler aufgetreten, die eine Behinderung des Verkehrs verursacht hätten. Weitere Optimierungen, hauptsächlich bezüglich Energieverbrauch, werden nach der vollen Inbetriebnahme des Prozessleitrechners zur Wirkung kommen.

Gesamthaft gesehen bewährt sich das Steuer- und Überwachungskonzept des Gotthard-Strassentunnels sehr gut.

Adresse des Autors

Paul Haag, Ing. HTL, CMC Carl Maier + Cie AG, 8201 Schaffhausen.