Über die Vergrösserung der Leistungsfähigkeit des Gotthard-Tunnels

Autor(en): **Oehler, Karl**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **80 (1962)**

Heft 37

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-66228

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

ORGAN DES SCHWEIZERISCHEN INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINS S.I.A. UND DER GESELLSCHAFT EHEMALIGER STUDIERENDER DER EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE G.E.P.

Über die Vergrösserung der Leistungsfähigkeit des Gotthard-Tunnels

DK 656.257

Von Dr. **Karl Oehler**, P. D. ETH, Zürich

Die Gotthard-Linie als bedeutendster Verkehrsweg zur Ueberwindung der Alpen in der Nord-Süd-Richtung hat an der Verkehrsentwicklung der letzten Jahrzehnte einen ganz besonders grossen Anteil. Ueber diese Entwicklung geben die durchschnittlichen täglichen Zugszahlen der Tabelle 1 Aufschluss. An besonderen Tagen, an denen viele Züge doppelt geführt und Extrazüge eingelegt werden müssen, ist die Zahl 250 schon überschritten worden.

Die Leistungsfähigkeit des Gotthardtunnels selbst, als längster stationsfreier Streckenabschnitt, sowie die der beiden Portalstationen Göschenen und Airolo, ist um so mehr mitbestimmend für die Leistungsfähigkeit dieses Verkehrsweges, als auch der Strassenverkehr in den letzten Jahren mehr und mehr den Tunnel als bequeme Umgehung der eigentlichen Passstrasse beansprucht. Diese neuen Verkehrsaufgaben konnten nur mit Hilfe bedeutender Erweiterungen baulicher und sicherungstechnischer Natur bewältigt werden, über die im folgenden eine kurze Uebersicht gegeben werden soll und zwar mit besonderer Berücksichtigung der seit 1960 in Betrieb genommenen Sicherungsanlagen in Göschenen und im Tunnel.

A. Frühere Verbesserungen der Strecke Göschenen—Airolo

Im Anschluss an die Elektrifizierung der Gotthard-Linie war im Jahre 1922 ein elektrisches Stellwerk mit mechanischen Verschlüssen Type AEG in Göschenen aufgestellt worden, bestehend aus einem Freigabe-Stellwerk und einem zugehörigen abhängigen Wärterstellwerk. Diese Stellwerkanlage war in der Schweiz die erste dieser Art. Noch im Jahr 1938 begnügte man sich mit der Unterteilung der 15 km langen Strecke zwischen Göschenen und Airolo in zwei Abschnitte durch Einführung einer Zwischenblockstelle in Tunnelmitte. Es war das die erste Massnahme zur Vergrösserung der Leistungsfähigkeit seit dem Bestehen des Tunnels.[1]) Als Mittel zur automatischen Freimeldung des zuerst befahrenen Abschnittes in jeder Fahrrichtung wurde die Achszählung gewählt, da damals die Ansicht herrschte, dass dem höheren Preis für eine Unterteilung der Strecke in mindestens acht Abschnitte mit Gleisisolierung und zugehörigen Signalen kein betrieblich vertretbarer Gegenwert entspreche.

1) SBZ Bd. 116, S. 259 (1940)

Tabelle 1. Durchschnittliche tägliche Zugszahlen im Gotthardtunnel

	Güterzüge	*Reisezüge*	*Total pro Tag*
1923	18	32	50
1938	34	33	67
1946	34	40	74
1954	70	55	125
1960	142	55	197

Der starke Anstieg des Verkehrs auf der Gotthardlinie in den folgenden Jahren brachte bald erhebliche Schwierigkeiten für die Unterhaltarbeiten mit sich, weil die Lücken zwischen den Zügen nicht mehr genügten, um die Arbeiten wirtschaftlich durchführen zu können. Daher steht seit 1946 eine Tunnelstation mit zwei Weichenpaaren in Betrieb, die gestattet, in den verkehrsschwachen Tageszeiten die Hälfte des Tunnels eingleisig zu betreiben und dort die notwendigen Unterhaltarbeiten durchzuführen[2]). Der Abstand zwischen Einfahr- und Ausfahrsignal dieser Tunnelstation von etwa einem Kilometer ergab somit für den normalen Betrieb eine Dreiteilung der Strecke, allerdings mit sehr stark verschiedenen Längen. Trotzdem war die Erleichterung für den Betrieb mittels der von Göschenen aus über 50 Adern fernbedienten Station für die damaligen Verhältnisse genügend.

Im Zusammenhang mit dem Bau dieser Spurwechselstation wurde eine Ergänzung der Sicherungseinrichtungen in Göschenen notwendig, weil die Steuerung der Fahrstrassen und Signale dieser Tunnelstation von Göschenen aus ermöglicht werden sollte. Gleichzeitig erforderte der Einbezug von fünf Weichen direkt vor dem Tunneleingang in das Freigabestellwerk entsprechende Bedienungseinrichtungen, die jedoch im vorhandenen Stellwerkapparat nicht untergebracht werden konnten. Deshalb wurde das Freigabestellwerk Bauart AEG ersetzt durch einen neuen Stellwerkapparat Bauart INTEGRA mit elektrischen Verschlüssen, der die verschiedenen neuen Bedienungseinrichtungen als zusätzliche Einrichtungen enthielt und gleichzeitig mit dem Wärterstellwerkapparat Type AEG zusammenarbeitete.

Gleichzeitig wurde die mechanische Stellwerkanlage Airolo mit den entsprechenden elektrischen Einrichtungen ergänzt. Bei dieser Gelegenheit versah man einige entfernter liegende Weichen mit elektrischen Antrieben. Eine Fernsteuerungseinrichtung Type Albiswerk vermittelt über zwei Adern die sicherungstechnisch notwendigen Abhängigkeiten zwischen Göschenen und Airolo.

2) SBZ 65. Jahrgang Nr. 12, S. 149, 22. März 1947

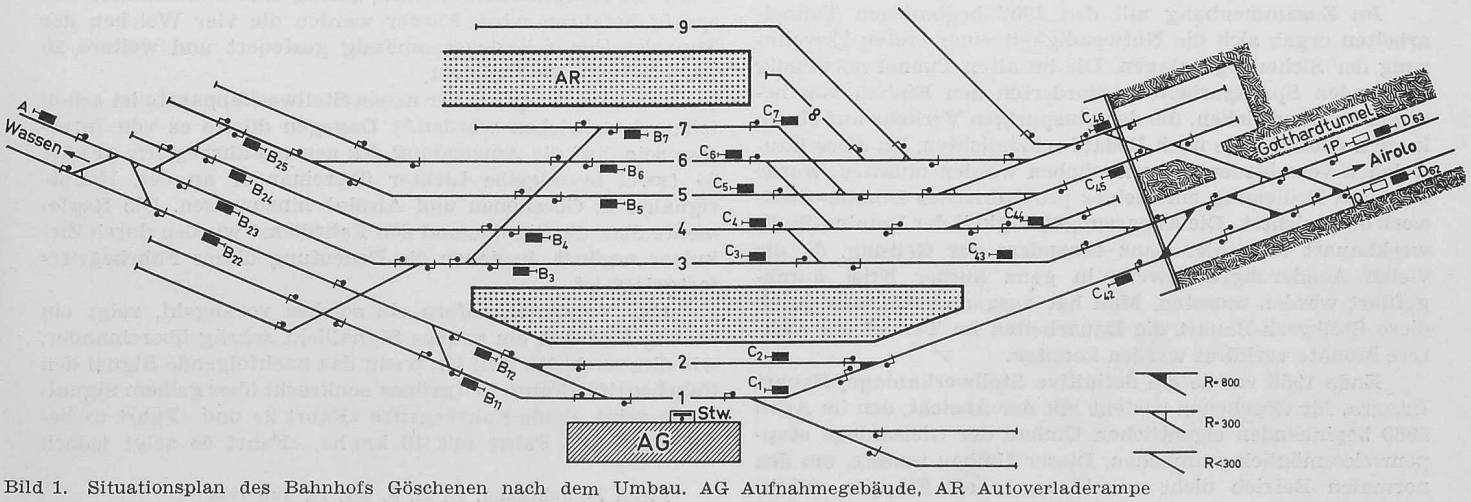


Bild 1. Situationsplan des Bahnhofs Göschenen nach dem Umbau. AG Aufnahmegebäude, AR Autoverladerampe

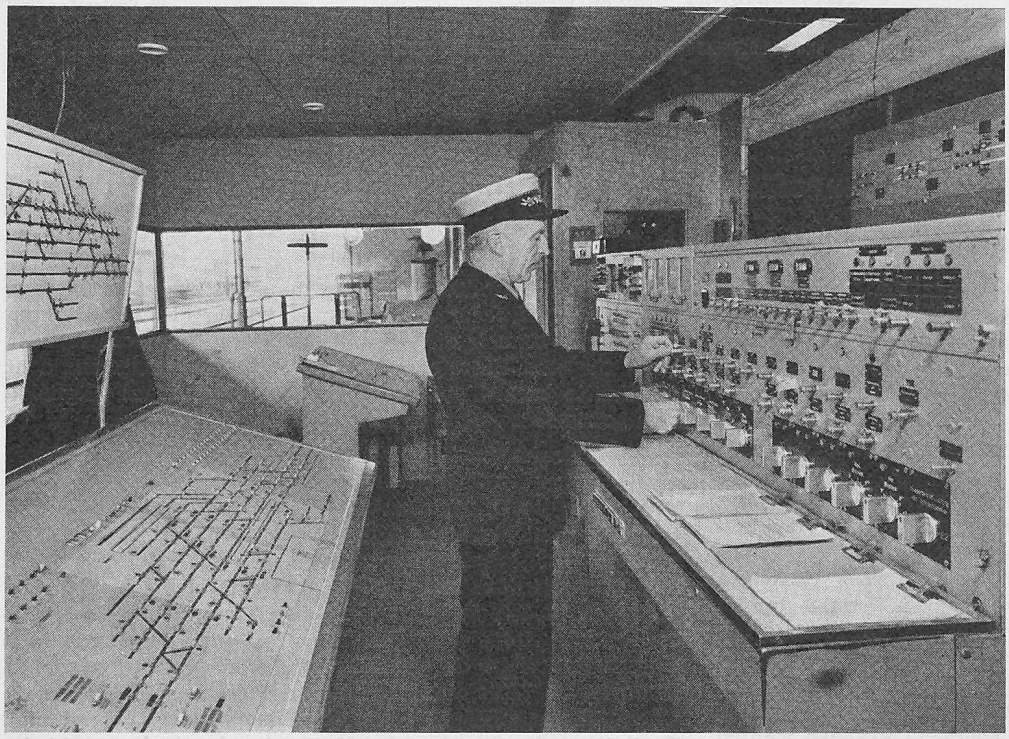


Bild 2. Stellwerkraum während des Umbaues. Links im Vordergrund: Neues Domino-Bedienungspult, links oben: Provisorische Gleistafel für die Durchprüfung der neuen Anlage, im Hintergrund links: Provisorisches Bedienungspult für die Umbauweichen im Tunnel, rechts vorn: Altes Schalterwerk Bauart Integra, darüber alte Gleistafel für Meldungen von der Tunnelstation Gotthard

Die ausserordentliche Zunahme des Verkehrs in den folgenden Jahren hat jedoch eine weitere Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Doppelspurstrecke Göschenen—Airolo notwendig gemacht, um so mehr als der seit 1954 eingerichtete Trajektverkehr für Automobile den Tunnelabschnitt zusätzlich belastet. Es bestand kein Zweifel, dass die damals vorhandenen Verladeeinrichtungen der neuen Aufgabe nicht gewachsen waren. Daher wurde im Jahre 1954 mit den Arbeiten in Airolo begonnen, welche die Erstellung einer neuen Autorampe und eines Zwischenperrons zum Ziel hatten. Ein Jahr später kam ein Gleisbildstellwerk, Bauart Siemens, zur Aufstellung.

Mit den grossen Umbauarbeiten in Göschenen konnte 1957 begonnen werden. Sie bezweckten, einerseits Göschenen dem grösseren Verkehr anzupassen und anderseits auch hier die notwendigen Einrichtungen für den Auto-Trajektverkehr und einen Zwischenperron zu schaffen. Da eine Vergrösserung der Station nur in Richtung Tunnel möglich war, musste neben dem alten Tunnel ein weiteres Tunnelstück von etwa 200 m Länge in den Berg vorgetrieben und mit dem alten Tunnel verbunden werden. Ausserdem war eine Verbreiterung der vor dem Tunneleingang liegenden Brücke von zwei Gleisen auf deren sechs, sowie auch eine Verbreiterung der Brücke Seite Wassen um ein Gleis erforderlich. Der Bau einer grossen Stützmauer sowie einer Strassenbrücke war notwendig, um die projektierte Autorampe ausführen zu können.

B. Die neuen Sicherungseinrichtungen in Göschenen

Im Zusammenhang mit den 1957 begonnenen Tunnelarbeiten ergab sich die Notwendigkeit einer ersten Erweiterung der Sicherungsanlagen. Die im alten Tunnel notwendig werdenden Sprengarbeiten erforderten den Einbau von besonderen Bauweichen, die den einspurigen Verkehr auf einem kurzen Abschnitt je nach Bedarf ermöglichten. Da diese Bauweichen verschiedentlich verschoben werden mussten, wurde zu deren Bedienung ein kleines provisorisches Domino-Stellwerk eingerichtet. Die Anpassungsfähigkeit der Domino-Stellwerkbauart kam hier ganz besonders zur Geltung, da die vielen Aenderungen jeweils in ganz kurzer Frist durchgeführt werden mussten. Man hat ausgerechnet, dass durch diese Stellwerk-Bauart die Bauarbeiten im Tunnel um mehrere Monate verkürzt werden konnten.

Ende 1958 wurde die definitive Stellwerkanlage, Bauart Integra, für Göschenen bestellt mit der Absicht, den im April 1960 beginnenden eigentlichen Umbau der Gleisanlage etappenweise möglich zu machen. Dieser Umbau musste, um den normalen Betrieb nicht zu stören, in elf Etappen durchgeführt werden, wobei praktisch keine Weiche am selben Platz blieb. Durchschnittlich alle drei Wochen, gelegentlich jedoch in Abständen von zehn Tagen, mussten schrittweise weitere Teile der Gleisanlage in Betrieb genommen und an die neue Domino-Stellwerkanlage angeschlossen werden. Gleichzeitig wurde die alte Anlage, d. h. speziell das Wärterstellwerk schrittweise stillgelegt. In der drittletzten Phase kam das Wärterstellwerk ganz ausser Betrieb, so dass im alten Freigabe-Apparat lediglich noch die Steuerung für die Tunnelstation Gotthard verblieb. Dank der mit der Domino-Technik verbundenen Schaltungstechnik («Spurplantechnik»), die in der Schweiz erstmals im Jahr 1953 angewendet wurde, war es möglich, alle diese sich folgenden Aenderungen ohne Schwierigkeiten und mit kleinstem Arbeitsaufwand durchzuführen. Lediglich acht Weichen im Nordkopf des Bahnhofs mussten vorläufig am alten Ort verbleiben und erforderten ein Provisorium im Domino-Stellwerkpult, weil der Entscheid über den Ausbau der Strassenunterführung, über welcher diese Weichen liegen, erst einige Monate nach Inbetriebnahme gefällt werden konnte.

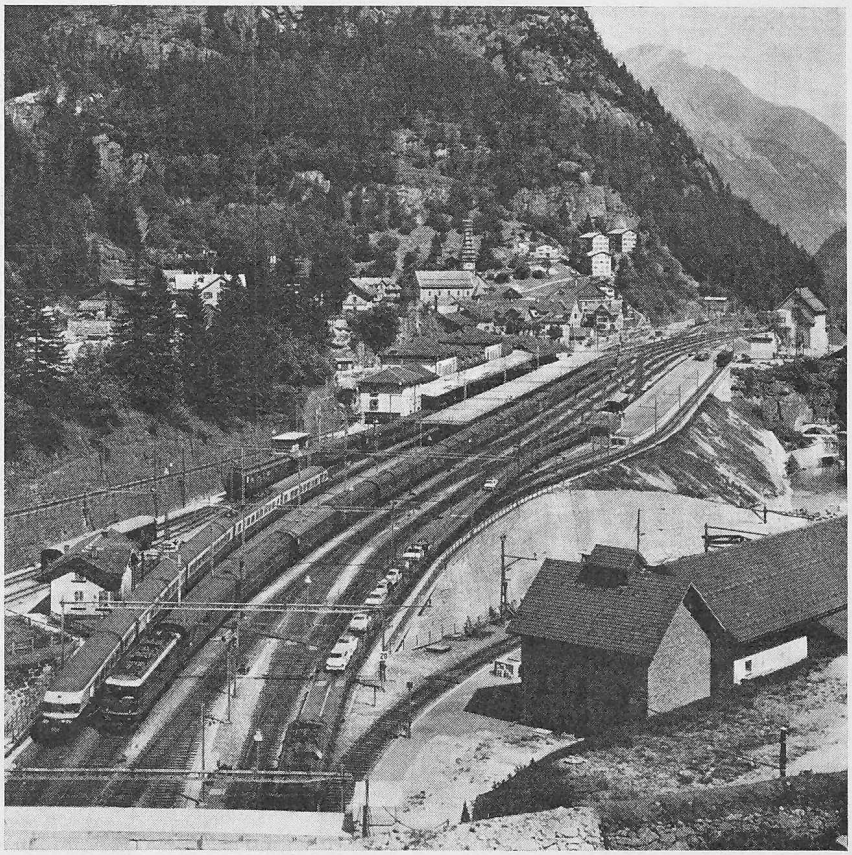
Anlässlich der zwei Jahre später durchgeführten Verbesserung des Streckenblocks im Gotthardtunnel wurde auch das Domino-Stellwerkpult durch die entsprechenden Meldeeinrichtungen ergänzt. Bei dieser Gelegenheit hat man die Fernsteuerung der Tunnelstation selbst in Form einer Tastensteuerung auf dieses Pult übertragen, so dass das alte Schalterwerk, Bauart Integra, wegfallen konnte. Die heute vom neuen Stellwerkapparat bedienten Einrichtungen umfassen für Göschenen selbst 26 Haupt- und Vorsignale, 79 Zwergsignale, 58 Weichen und die Meldung von 119 Isolierabschnitten. Dazu kommen auf der Seite Wassen die Meldung von vier Blockabschnitten, zwei Blocksignalen, sowie die Bedienungseinrichtungen für Einspurbetrieb auf den Gleisen der Nordseite. Seite Tunnel werden weitere 20 Blocksignale gemeldet, von denen die zwei Einfahrsignale der Tunnelstation Gotthard ferngesteuert werden, solang eine Tunnelhälfte einspurig befahren wird. Ferner werden die vier Weichen der Tunnelstation fahrstrassenmässig gesteuert und weitere 20 Isolierabschnitte gemeldet.

Die Bedienungsart der neuen Stellwerkapparate ist schon früher beschrieben worden.[3]) Dagegen dürfte es von Interesse sein, auf die Anwendung des neuen Fahrbegriffs «Fahrt 6» (zwei brandgelbe Lichter übereinander an den Hauptsignalen in Göschenen und Airolo) hinzuweisen. Die Reglemente über die Signale und den Fahrdienst wurden durch Zirkulare ergänzt, in denen die Bedeutung dieses Fahrbegriffs festgelegt ist.

Das Vorsignal, sofern ein solches vorangeht, zeigt ein brandgelbes und ein grünes Signallicht schräg übereinander, wie dies auch der Fall ist, wenn das nachfolgende Signal den Fahrbegriff «Fahrt 2» (grünes senkrecht über gelbem Signallicht) zeigt. Beide Fahrbegriffe «Fahrt 2» und «Fahrt 6» bedeuten «Freie Fahrt mit 40 km/h». «Fahrt 6» zeigt jedoch

[3]) SBZ 76. Jahrgang, H. 28, S. 419, 12. Juli 1958

Bild 3. Die neue Gleisanlage in Göschenen nach Inbetriebnahme des Blocks im Tunnel



zusätzlich dem Lokomotivführer an, dass in kurzem Abstand hinter dem Hauptsignal ein anderes «Halt» signalisierendes Haupt-, Sperr- oder Gleisabschluss-Signal folgt. Mit Hilfe dieses Signalbegriffs kann ein Bahnhof in mehrere hintereinander liegende Abschnitte mit entsprechend vielen Haltepunkten unterteilt werden, obwohl sie nicht in Bremsdistanz liegen und das dem Ganzen voranliegende Vorsignal nur für das erste in Bremsdistanz liegende Signal Gültigkeit haben kann. Durch diese Art der Signalisierung kann bei Ein- und Ausfahrten Zeit gewonnen werden.

Tabelle 2 erläutert die verschiedenen Zustände, die eintreten, wenn im Gleis 3 ein Zug (2. Zug) vor dem «Halt» zeigenden Signal C 3 steht, während zwischen den Signalen C 3 und C 43 ein vorangehender Zug (1. Zug) sich bewegt.

Im Zustand 1 zeigen die Signale C 3 «Halt», C 43 «Fahrt 1» (freie Fahrt), 1 P den Vorsignalbegriff «Warnung», 2 P «Halt».

Im Zustand 2 wird angenommen, dass der 1. Zug am Signal C 43 vorbeigefahren ist und dieses Signal den Zug durch rotes Licht «Halt» deckt. Dadurch wechselt das Signal C 3 auf Fahrt 6, so dass von diesem Moment an der 2. Zug mit 40 km/h bis zum Signal C 43 vorrücken könnte. Der 1. Zug hat gleichzeitig das Signal 1 P von «Warnung» (zwei gelbe Signallichter horizontal) auf «Fahrt 1» (ein grünes Signallicht) umgeschaltet, während das Signal 2 P nunmehr «Warnung» zeigt.

Der Zustand 3 entspricht der Situation, die entsteht, wenn der 1. Zug beim Signal 1 P vorbeigefahren ist und durch dieses Signal gedeckt wurde. Dadurch wechselt das Signal C 3 vor dem 2. Zug auf «Fahrt 2», das Signal C 43 auf «Fahrt 6», während der 1. Zug bei der Vorbeifahrt am Signal 1 P das Signal 2 P auf «Fahrt 1» gestellt hat.

Im Zustand 4 ist schliesslich gezeigt, was geschieht, wenn der 1. Zug auch am Signal 2 P vorbeigefahren und durch dieses Signal gedeckt worden ist: Das Signal C 3 hat auf «Fahrt 1» gewechselt; C 43 ebenfalls, während das Signal 1 P wiederum «Warnung» zeigt.

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, dass der 2. Zug schon im 2. Zustand seine Fahrt beginnen kann und damit in der Lage ist, hinter dem 1. Zug dicht aufzuschliessen. Ohne diese Signalisierungsmöglichkeit müsste das Signal C 3 auf «Halt» bleiben bis der 4. Zustand erreicht ist, wo es nun dem Zug die Weiterfahrt gestatten kann. Es ist leicht ersichtlich, dass die Distanz der Züge im zweiten Fall wesentlich grösser wäre.

Von Interesse ist hier ferner noch, dass die Fahrt über ablenkende Weichen mit Radius 800 m ebenso mit dem Begriff «Fahrt 1» (grün) signalisiert wird wie die «Gerade Fahrt». Dies entspricht ebenfalls dem Prinzip der Geschwindigkeitssignalisierung, da die Maximalgeschwindigkeit, die in Göschenen gefahren werden darf, ohnehin nicht höher ist als die für Weichen 800 in ablenkender Stellung zugelassene Geschwindigkeit. Es ist anzunehmen, dass die Zahl der Stationen, die auf diese Art signalisieren, in Zukunft erweitert wird.

Tabelle 2.

Zustand	*Gleissignal C 3*	*Gleissignal C 43*	*Blocksignal 1 P*	*Blocksignal 2 P*
1	2. Zug Halt	1. Zug F 1	W	H
2	2. Zug F 6	H	1. Zug F 1	W
3	2. Zug F 2	F 6	H	1. Zug F 1
4	2. Zug F 1	F 1	W	H 1. Zug

C. Der Streckenblock im Gotthardtunnel

Der rasch einsetzende Anstieg des Verkehrs machte nun auch die Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Tunnelstrecke selbst notwendig. Auf Grund eingehender Studien hat die Bahnverwaltung beschlossen, die Tunnelstrecke in zwölf, einigermassen gleiche Abschnitte zu unterteilen und den automatischen Block mittels Gleisisolierung[4]) einzuführen. Ferner bestimmte sie, den automatischen Block so auszubilden, dass die beiden Tunnelgleise als zwei einspurige Strekken betrieben und Ueberholungen vorgenommen werden können, wobei jedes Gleis mit Signalen für beide Fahrrichtungen auszurüsten war. Gleichzeitig beschloss man, die Spurwechselstelle in der Mitte des Tunnels aufzuheben und durch zwei neue Spurwechselstellen zu ersetzen, durch die der Tunnel in drei gleich lange Abschnitte von je etwa fünf Kilometer Länge unterteilt wird. Jeder dieser Abschnitte enthält somit vier Abschnitte mit automatischem Block. Dadurch wird es möglich, je ein Drittel des Tunnels für Bauarbeiten eingleisig zu betreiben, oder im normalen Betrieb Ueberholungen vorzunehmen, beides Möglichkeiten, die den Betrieb sowohl unter normalen Verhältnissen als auch bei Unterhaltsarbeiten wesentlich erleichtern.

Die lange Bauzeit solcher Tunnelstationen, die in erster Linie dadurch verursacht wird, dass neben der Tunnelröhre Raum für die Apparaturen, insbesondere der Hochspannungseinrichtungen für die Fahrleitung geschaffen werden muss, liessen es geboten erscheinen, das Projekt in zwei Etappen auszuführen, indem zunächst nur die beiden äusseren Drittel der Tunnelstrecke mit dem neuen automatischen Block ausgerüstet werden und auch die Signalisierung für den Betrieb mit zweimal Einspur vorbereitet wird. Die bisherige von Göschenen aus bediente Tunnelstation Gotthard-Mitte bleibt vorläufig unverändert, wobei die an sie anschliessenden Achszählabschnitte T 1 bis T 4 verkürzt werden, indem lediglich die Impulsgeber auf der gekürzten Seite versetzt werden mussten. Da diese Tunnelstation so ausgebildet ist, dass vor

4) SBZ 79. Jahrgang, H. 15, S. 241, 13. April 1961, SBZ Bd. 128, S. 199, 19. Okt. 1946

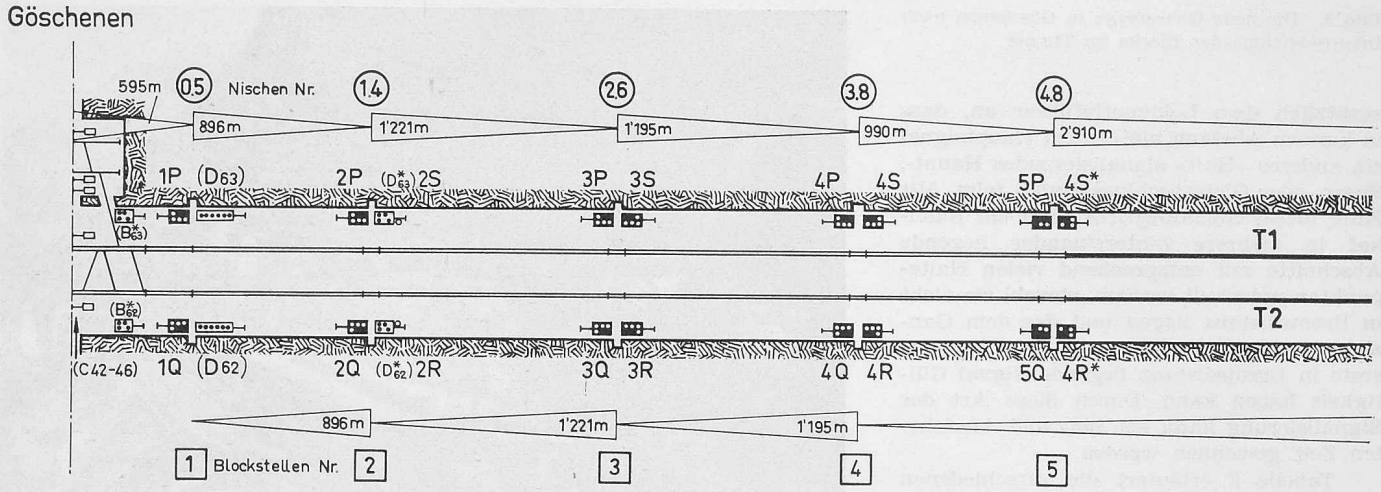


Bild 4. Einteilung der Tunnelhälfte Seite Göschenen bis Tunnelmitte in Blockabschnitte nach Ausführung der 1. Etappe

den Weichen in beiden Richtungen unabhängige Abschnitte von je einem Kilometer Länge verbleiben, enthält somit auch der mittlere Drittel des Tunnels eine Unterteilung, bei der der längste Abschnitt allerdings etwa drei Kilometer lang ist. Daher beeinträchtigt der alte Zustand im mittleren Drittel des Tunnels die Wirkung der neuen Unterteilung in den äusseren Abschnitten nur unwesentlich. Infolge der gemeinsamen Signale für beide Gleise, mit denen die Tunnelstation ausgerüstet ist, kann allerdings der Vorteil des doppelten Einspurbetriebs vorläufig noch nicht ausgenützt werden.

Da der Abschnitt zwischen den Ausfahrsignalen der Portal-Station und dem ersten Blocksignal, das Rücken gegen Rücken am Standort der Einfahrsignale aufgestellt ist, als kurzer noch im Stationsgebiet liegender Vorabschnitt von etwa 600 m Länge zu betrachten ist und die zwei in Frage stehenden Spurwechselstellen ebenfalls mit zwei Blockstellen abgeschlossen werden müssen, ist im ganzen Tunnel beim Vollausbau mit 15 Blockstellen zu rechnen. Von diesen sind vorläufig nur die Blockstellen 1 bis 5 Seite Göschenen und 11 bis 15 Seite Airolo ausgeführt worden. Jede Blockstelle ist mit vier Signalen ausgerüstet, da für jedes Gleis und jede Fahrrichtung Signale nötig sind.

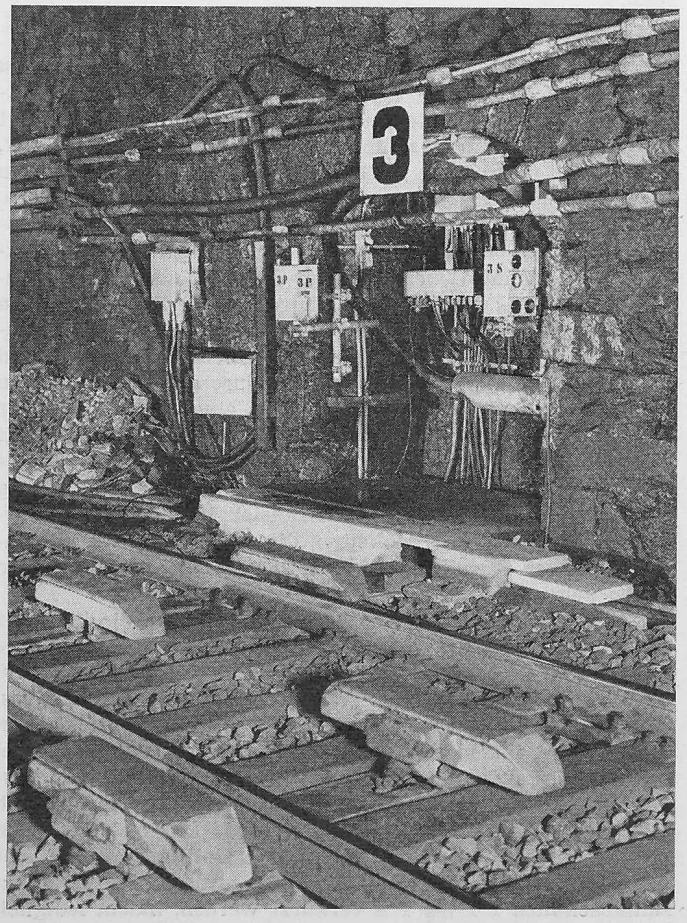


Bild 5. Blockstation 3 im Tunnel. Am Gleis die Streckengeräte für die automatische Zugsicherung (Gleismagnete) für beide Fahrrichtungen. An der Tunnelwand von rechts nach links: Blocksignal 3S Fahrrichtung nach Göschenen, Kabelverteiler, Blocksignal 3P Fahrrichtung Airolo, Telephonsignal, Schwachstromkabelkasten

Am 12. April 1962 ist der neue Streckenblock in Betrieb genommen worden und hat bereits eine wesentliche Erleichterung für die Betriebsabwicklung anlässlich der stark vermehrten Autotransporte während der Osterfeiertage gebracht (4600 Wagen pro Tag zwischen den normalen Zügen des Feiertagverkehrs).

Für die Schienenstromkreise wurde erstmals in der Schweiz impulsmodulierter Wechselstrom angewendet, jedoch mit einem neuen System, bei welchem durch zeitliche Verschiebung des selben Codes zwei Stromarten unterschiedlicher Phase entstehen. Dadurch wurde es möglich, sämtliche isolierte Abschnitte in denselben Schienenstrang einzuordnen, während der andere Schienenstrang als durchgehende Rückleitung ohne Isolierstösse verbleiben kann. Bei einem Defekt eines Isolierstosses werden zwei Abschnitte mit verschiedener Phase miteinander verbunden, wodurch die betreffenden Gleisrelais trotz vorhandener Spannung abfallen. Ein solcher Defekt wird somit entdeckt, bevor er zusammen mit einem anderen Fehler eventuell einen betriebsgefährdenden Zustand herbeiführen kann.

Die automatischen Blocksignale zeigen in der Grundstellung «Halt» (rot), während die Fahrtstellung der Signale, d. h. «Warnung nächstes Signal zeigt Halt» (gelb/gelb), bzw. «Fahrt 1» (grün) durch die Zugsfahrt selbst automatisch angeschaltet wird. Da an jeder Blockstelle für jedes der beiden Gleise ein Signalbild gezeigt wird, ist der Standort der Blockstelle deutlich genug angezeigt, auch wenn das eine Signal wegen Lampendefekt ausfallen sollte. Reservelampen, die beim Durchbrennen einer Lampe angeschaltet werden, wurden nicht als erforderlich betrachtet. Im übrigen brennen diese Lampen, da sie sich im Tunnel befinden, mit einer Spannung, die wesentlich kleiner ist als ihre Nennspannung, sie werden periodisch ausgewechselt. Die Gefahr ist also sehr klein, dass einmal eines der Signale dunkel angetroffen würde.

Eine weitere Neuerung besteht darin, dass sämtliche Signale, mit Ausnahme der Stationsvorsignale, die wie üblich über zwei Adern gesteuert werden, sowie sämtliche Schienenstromkreise ohne Zwischenschaltung irgendwelcher Relais direkt mit der zentralen Apparatur in Göschenen, bzw. Airolo über Kabel verbunden sind. Die am weitesten entfernten Blockstellen 5, bzw. 11, haben einen Abstand von der jeweiligen Station von 5,1 km; der längste isolierte Blockabschnitt hat eine Länge von 1,2 km.

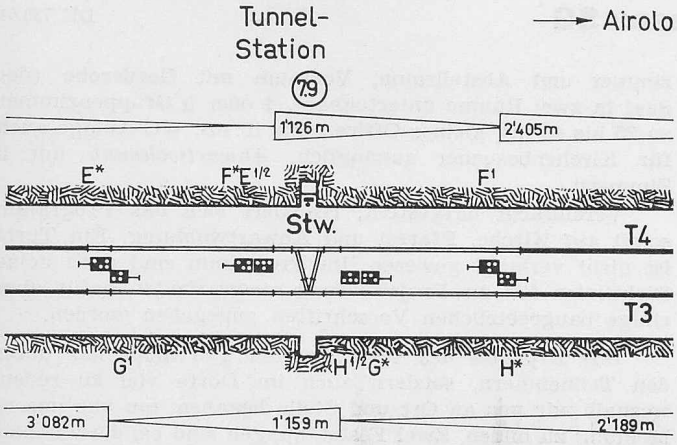


Bild 4. (Fortsetzung)

Diese Methode der Steuerung auf Distanz erfordert allerdings zahlreiche Kabeladern, hat aber den bedeutenden Vorteil, dass für den Unterhalt keinerlei Aparaturen im Tunnel selbst aufgesucht werden müssen. Vorteilhaft ist weiter, dass die Aparaturen selbst einfacher werden, weil sich die Relais alle am selben Ort befinden. Dadurch werden alle sonst notwendigen Uebertragungsmittel zwischen den Blockstellen (Relaisapparaturen und Kabeladern) überflüssig.

Sämtliche Apparate, sowohl die für die Signale, als auch jene für die Blockauflösung und für die Sende- und Empfangseinrichtungen der Schienenstromkreise sind in steckbaren Relaissätzen untergebracht. Als Stromquelle für die Sendeapparaturen der Schienenstromkreise dienen normale Stellwerkbatterien in Göschenen und Airolo. Die heutige Technik gestattet, auch die Weichen an den neuen Spurwechselstellen sowie die je zwei weiteren Abschnitte bis Tunnelmitte von den beiden Stationen Göschenen und Airolo direkt über Adern zu steuern, so dass auch hiefür keinerlei Relais im Tunnel selbst verbleiben.

Wie der Betrieb anlässlich der Ostertage im Jahr 1962 bewiesen hat, erleichtern die neuen Sicherungsanlagen in Göschenen sowie auch im Tunnel die Betriebsabwicklung ganz ausserordentlich und gestatten bedeutende Ersparnisse an Zeit und Arbeitsaufwand. Als Folge dieser Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Strecke ergibt sich eine Verbesserung der Aufnahmefähigkeit der Station, indem die Stationsgleise in kürzerer Folge geleert werden können.

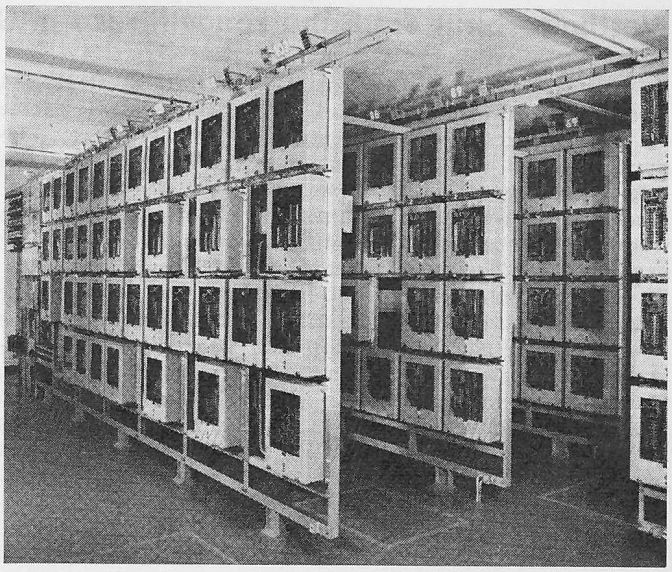


Bild 6. Relaisraum in Göschenen, im Vordergrund links: Relaissätze für die Blockstellen 1 bis 5

Bezüglich des Auto-Trajektverkehrs ist die Tatsache von Interesse, dass heute bei maximalem Verkehr stündlich vier bis fünf Autozüge in jeder Richtung abgefertigt werden können, wobei jeder Zug 85 bis 90 Strassenfahrzeuge aufnehmen kann. Diese Leistung ist nur durch die noch ungenügende Leistungsfähigkeit der Verladeanlage in Airolo begrenzt. Nach einer zusätzlichen Erweiterung dieser Anlage steigt die Zahl der Züge auf sechs pro Stunde. Es werden dann etwa 540 Wagen pro Stunde und Richtung befördert werden können, d. h. alle 6,6 Sekunden ein Wagen pro Richtung. Auch beim heutigen grossen Normalzugsverkehr ist diese Leistung nur durch die Verladeeinrichtung bestimmt. An Normaltagen verkehren zur Zeit 30 Autozüge mit einem Fasungsvermögen von je 50 bis 60 Strassenfahrzeugen, d. h. mit einem Platzangebot für 1700 Wagen pro Tag und Richtung.

Die hier beschriebenen Sicherungseinrichtungen wurden unter der Leitung der Sektion für Sicherungsanlagen des Kreises II ausgeführt. Die Sektion für Sicherungswesen bei der Generaldirektion hat zur Entwicklung der neuen technischen Einrichtungen wesentlich beigetragen.

Adresse des Verfassers: Ing. Dr. *Karl Oehler*, Restelbergstrasse 16, Zürich 7/44

Bild 7. Das Domino-Bedienungspult, Bauart Integra, mit den Meldungen der Blockabschnitte im Tunnel und der Tunnelstation