

Zeitschrift: Schweizerische Lehrerzeitung
Herausgeber: Schweizerischer Lehrerverein
Band: 102 (1957)
Heft: 23

Anhang: Der Streckenunterhalt ; Die Gotthardlokomotive
Autor: [s.n.]

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: 16.01.2026

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



So wenig ein Hochofen stillgelegt werden kann, ohne die Produktion schwer in Mitleidenschaft zu ziehen, so unzulässig wäre es im Hinblick auf den Verkehr, eine Eisenbahnstrecke im Betrieb einfach einzustellen. Zwischen Unterhalt und Betrieb bestehen engste Beziehungen. Die Eisenbahn stellt ein Perpetuum mobile dar, einmal in Gang gesetzt, darf es nicht mehr zur Ruhe, Betrieb und Unterhalt dürfen sich nicht in die Quere kommen. Je intensiver der Betrieb, je unterhaltungsbedürftiger die Anlage. Gehen wir dieser Wechselbeziehung bei der Gotthardbahn in einigen wenigen, aber wesentlichen Punkten nach und schauen wir zu, wie man sich hier aus dem Dilemma zieht.

Grundsätzlich unterscheidet sich der Streckenunterhalt, soweit der Bahnkörper in Betracht kommt, auf der Gotthardlinie nicht oder nur wenig von demjenigen irgendeiner andern Strecke. Geht man aber ganz allgemein vom Begriff des Streckenunterhaltes aus, so umfasst dieser bei der Gotthardbahn nicht bloss den Bahnkörper, sondern mehr als auf andern Linien auch das Nachbargelände mit seinen Gehängen, abwitternden Felsen und den Verbauungen. Die vertikale Grösse tritt in Erscheinung, und zwar auch in den gegenüber dem Flachland erschwerten klimatischen und meteorologischen Verhältnissen wie im raschen Verschleiss als Folge stärkerer Beanspruchung durch Naturgewalten. Von grösstem Einfluss auf das Verhältnis zwischen Betrieb und Unterhalt sind die besonderen Streckenverhältnisse wie Steigung und Gefälle, Kurvenradien, Tunnels. Ein Unterschied besteht am Gotthard auch zwischen dem talwärts und dem bergwärts führenden Geleise. Das absteigende Geleise ist wegen der Bremswirkung stärker beansprucht.

Das Bild zeigt den Südausgang des Travitunnels, des untersten Kehrtunnels in der Biaschina zwischen Lavorgo und Giornico. Es macht uns mit dem wichtigsten Bestandteil der Strecke und der Fahrbahn, mit dem *Geleise* vertraut. Eine Gruppe Bahnarbeiter ist mit Geleiseregulierungsarbeiten, insbesondere mit dem Richten des Geleises beschäftigt. Die Tafel rechts besagt, dass das Geleise auf 1573 m Länge mit 23% steigt. Die weisse Spitze nach oben deutet also die kommende Steigung an. Während das Geleise auf der Bergstrecke Steigungen bis zu 27% aufweist, ist das Steigungsverhältnis in längeren Tunnels mit Radien von unter 400 m mit Rücksicht auf die geringere Adhäsion infolge der Luftfeuchtigkeit, der Luftsäule, die vom fahrenden Zug in der Tunnelröhre verdrängt werden muss und des grösseren Reibungswiderstands auf 22–23% begrenzt. Die Herstellung der Geleisanlage ist eine mühsame, man kann sagen, kunstvolle Arbeit. Selbst kleine Fehler versetzen die Fahrzeuge in Schwingungen. Man unterscheidet Schaukel- und Wellenbewegung sowie Drehungen in der Fahrtrichtung, vertikale und Längs- sowie Seitenschwingungen. Zusammengesetzte Bewegungen wie das Schlingern setzen der Geleiselage schwer zu. Ist diese im allgemeinen mangelhaft, so bewirkt sie erst recht einen unruhigen Fahrzeuglauf mit rasch zunehmendem Verschleiss nicht nur an Geleise, sondern auch am Fahrzeug. Diese Umstände, verbunden mit erhöhten Fahrgeschwindigkeiten führen zu Verformungen des Geleises. Es muss somit von Zeit zu Zeit durch die Bahnarbeiter reguliert und in richtige Lage gebracht werden. Die zunehmende Zugsdichte gebietet möglichst zeitliche Einschränkung der Geleiseunterhaltsarbeiten. In gleicher Richtung geht das Bestreben, die Arbeitsmethoden zu verfeinern, um die Geleiselage besser unter Kontrolle zu halten. Man begann, die Geleise zu diesem Zwecke nach Richtung und Höhe abzustecken und durch Vermarkungen zu fixieren. Dem gleichen Zweck dienen die periodischen Prüfungen mit dem Oberbaumesswagen, womit Richtungs- und Höhenfehler, Spurweite usw. fortlaufend aufgezeichnet werden. Auf diese Weise, wie auch mit Einführung der durchgehenden Güterzugsbremse und dank dem Fortschritte in der Konstruktion neuer Triebfahrzeuge konnte der Allgemeinzustand der Geleiselage erheblich verbessert und der Zeitaufwand für den Geleiseunterhalt entsprechend vermindert werden.

Die *Schiene* ist als eigentliche Fahrbahn der wichtigste und der Abnutzung am meisten ausgesetzte Bestandteil des Geleises. Auf den Bergstrecken der Gotthardlinie sind bei Achslasten bis zu 22 t, Fahrgeschwindigkeiten bis zu 125 km/h

und dichtem Zugverkehr die in scharfen Krümmungen bis 280 m und starkem Gefälle bis 27% liegenden Schienen Höchstbeanspruchungen ausgesetzt. Diese für eine Teststrecke geradezu idealen Verhältnisse hat man im *internationalen Erfahrungsaustausch* der Schienenfachleute zu Nutzen gezogen. Auf 2–3 Dutzend Abschnitte der nördlichen und südlichen Bergrampen verteilt, sind Schienen verschiedener Qualitäten und Lieferungswerke zu *Versuchszwecken* eingebaut. Diese Teststrecken haben in Gemeinschaftsarbeit von Bahnverwaltung, Lieferwerk und wissenschaftlicher Forschung bereits wertvolle Erkenntnisse vermittelt. So stellte man fest, dass die bis zum Jahre 1928 erzeugte gewöhnliche Schiene für je 10 Mio darübergerollte Bruttotonnen eine Abnutzung von 6–12 cm² aufwies und die in der Folge hergestellte Spezialschiene nach 210 Mio Bruttotonnen Betriebslast, die über sie hinwegrollte, nur noch Schrott wert besass. Eine andere wichtige und für die Schienenerzeugung wegweisende Feststellung war, dass starkes Bremsen, Gleiten, Schleudern und daherige Erhitzung mit nachfolgender kräftiger Luftabkühlung die Ermüdungsfestigkeit der Schiene weit weniger nachteilig beeinflussen als Erzeugungsfehler. Man ist sich in Fachkreisen heute einig, dass Verschleiss und Bruch der Schiene in erster Linie durch bessere Herstellungsmethoden beeinflusst werden müssen und auf diesem Wege auch für die stark beanspruchten Gotthard-Bergstrecken die Liegedauer der Schiene bis auf 15 Jahre verlängert werden kann. Heute beträgt sie dank der Schmierung der Radkränze der Triebfahrzeuge 5–6 Jahre, gegenüber 20–30 Jahren im Flachland. Mit der *Qualitätsverbesserung* der Schiene eröffnen sich im Geleiseunterhalt am Gotthard selbst bei weiterhin zunehmendem Verkehrsaufkommen beachtliche Reserven an Zeit-, Arbeits- und Kostenaufwand.

Auf der 91 km langen Strecke Erstfeld-Biasca (Doppelspur = 182 km Streckengeleise) wovon 61 km in Tunnels, werden heute insgesamt 200 Mann oder pro km Streckenlänge 2,2 Mann im Geleiseunterhalt beschäftigt. Im Flachland sind es 1,5 Mann.

Gegenüber früher hat der Streckenunterhalt auch infolge Vermehrung der Anlagen zugenommen. Man denke an den Ausbau auf Doppelspur und an die Elektrifikation mit Fahrleitung und Tragwerken. Während aber gleichzeitig mit dem 2. Geleise eine sehr erwünschte Ausweichmöglichkeit im Verhältnis zwischen Betrieb und Unterhalt geschaffen worden ist (Einspurbetrieb), brachte die elektrische Zugförderung eine zusätzliche Belastung, die nur durch ausgeklügelte Arbeitsweise mit den betrieblichen Erfordernissen in Einklang zu bringen war. So wurde am Gotthard eine besonders sorgfältige Regulierung der Fahrleitung ins Werk gesetzt. Wegen ihrer Wichtigkeit ist sodann die Gotthardlinie als einzige des Landes mit einem sogenannten *Selektivschutzsystem* ausgerüstet. Bei einem Kurzschluss auf der Fahrleitung wird der gestörte Abschnitt automatisch abgeschaltet, was eine grosse Erleichterung im Fahrleitungsunterhalt bedeutet. Die rasche Behebung von Störungen ist am Gotthard überhaupt sehr wichtig, weil im Gegensatz zum Flachland die Störungsstellen nur selten auf der Strasse zu erreichen sind. Der Leitungsunterhalt ist daher am Gotthard dezentralisiert und in kleinere detachierte Monteurposten aufgeteilt, die über das notwendige Ersatzmaterial, Werkzeuge und Transportmittel verfügen. Allerdings können an der Bergrampe und bei Schnee und Eis selbst kleinere Lasten nicht mehr mit der Draisine befördert, sondern es müssen Traktoren und Lokomotiven beigezogen werden. Wegen der grossen Zugsdichte betragen die Intervalle für Unterhaltsarbeiten an der Fahrleitung im Durchschnitt bloss 50 Minuten. Infolgedessen müssen die Arbeiten gründlich vorbereitet und zuweilen sogar durchgezerrt werden, so dass jeder Monteur seine Aufgabe genau kennt und innert kürzester Zeit auszuführen in der Lage ist. Hiezu ist der Einsatz bedeutender technischer Hilfsmittel wie Kran-, Montage- und Hilfswagen notwendig. Am Gotthard steht ausserdem eine vollständige mobile Fahrleitungsgarnitur mit Masten zur Verfügung zur behelfsmässigen Elektrifizierung eines provisorisch verlegten Ausweichgeleises. Trotz der umfangreichen Arbeiten, die an den Fahrleitungen der 91 km langen Doppelspur-Fahrleitung Erstfeld-Biasca auszuführen sind, wird diese Aufgabe von nur 30 Mann bewältigt.

On the Southern Mountain Ramps: Permanent Way Maintenance

Sur la rampe méridionale: Manutention des rails binaires

Sur la rampe sud: travaux d'entretien sur la voie ferrée

Auf der südlichen Bergrampe: Geleiseunterhalt



Die Lokomotive eines Güterzuges von 1600 t Anhängelast, der heute mit Zwischenlokomotiven und 75 km/h Geschwindigkeit mühelos über die Steilrampen der Gotthardlinie rollt, müsste ein Dinosaurier an Umfang sein, würde sie noch gleich konstruiert wie jene erste Gotthardlokomotive, die 1882 mit 170 t Last und 17 km/h nach damaligen Begriffen eine recht gute Leistung vollbrachte. In der Beschränkung erst zeigt sich der Meister. Spurweite und Lichtraumprofil der Fahrbahn und deren Steigungsverhältnis sind unveränderliche Grössen, denen sich auch die Erbauer der Fahrzeuge unterziehen müssen. Dieser heilsame Zwang hat nicht bloss geniale Erfindungen herausgefordert, sie ersparte unserem Land und der ganzen Welt Milliardenwerte, die sonst für vermehrte Verkehrsfläche hingegeben werden müssten. Aus jener Selbstbeschränkung heraus vermochte die Ingenieurkunst eine sehr sparsam arbeitende Maschine zu entwickeln, die im Verhältnis zur Leistung nur noch einen Bruchteil an Raum und Gewicht einer Lokomotive des letzten Jahrhunderts beansprucht.

Auf der Gotthardbahn war es das Kräftespiel von Zugkraft, Adhäsion, Zughakenbelastung und Geschwindigkeit, das den Lokomotivkonstrukteur in Atem hielt. Am Gotthard kann auf den Steilrampen von 26‰ der Zug 5mal schwerer sein als das Adhäsionsgewicht der Lokomotive. Der Fortschritt der neuen Ae 6/6-Lokomotive liegt z. B. darin, dass sie bei 120 t Eigengewicht imstande ist, Schnellzüge von 600 t einspannig über den Gotthard zu führen. Demgegenüber weist die vor mehr als 2 Jahrzehnten gebaute und bewährte, immer noch im Schnellzugsdienst verwendete Ae 4/7-Lokomotive das gleiche Gewicht von 120 t auf, kann aber einen Zug von nur 320 t über den Berg ziehen. Durch Drehgestelle und daherige Verbesserung der Kurvenläufigkeit, bessere Lastunterteilung, Anwendung von Leichtmetall, Angleichung der tragenden Konstruktion der Lokomotive an die Schalenbauweise im Wagenbau hat sich ein allmählicher Abbau von toter oder hemmender Last vollzogen. Die Gotthardlokomotive zeigt im übrigen die stetige Entwicklung von der einfachen zur doppelten Dampfdehnung, vom Nass- zum Heissdampf. Mit dem elektrischen Betrieb stieg der Vergleichswert an Höchstwirkungsgrad am Gotthard, von der Rohenergie bis zum Treibrad der Lokomotive, gegenüber dem Dampfbetrieb von 10 auf 54. Was der Raumbedarf anbelangt, so verbesserte sich das Verhältnis bei einer Schnellzugslokomotive von 2,5 m³/100 PS einer Dampflokomotive auf 0,75 der elektrischen Lokomotive. Beim Gewicht ergab sich eine Verschiebung des Verhältnisses kg/100 PS von 2200 zu 800. Grundsätzlich hat also auch der Lokomotivmotor die gleiche Entwicklung mitgemacht wie der Auto- und Flugzeugmotor. Bei der elektrischen Lokomotive ist mit der Erfindung der den schweren Anforderungen des Bahnbetriebes gewachsenen Gelenkkupplung für Einzelantrieb mit einem Schlag das Triebfahrzeug von der Hypothek der von der Dampflokomotive übernommenen Triebstangen befreit worden. Gefährliche, beim hin- und hergehenden Stangenantrieb auftretende Massenkkräfte, die sich auch auf das Geleise schädlich ausgewirkt haben und der Geschwindigkeitserhöhung im Weg standen, konnte man damit ausschalten.

Es zeugt von der weltweiten Aufgeschlossenheit der frühern Gotthardbahn-Gesellschaft, dass dort die Frage des elektrischen Betriebes schon 1881, genau 1 Jahr vor der Eröffnung des durchgehenden Betriebes aufgeworfen wurde.

«Anton, zieh die Bremse an.» Dieses geflügelte Scherzwort kursierte vor vielen Jahren unter den Bundesbahnern. Es galt einem tüchtigen, aus der Schule der Gotthardbahn hervorgegangenen Generaldirektor, der sich nach Auffassung des Personals im Rationalisieren fast nicht genug tun konnte. So etwas wie ein Generaldirektor in seiner Machtfülle ist der *Lokomotivführer*, wenn er dem Haushalt gewaltiger Energien vorsteht, die ihm in der Lokomotive anvertraut sind. Die *Bremsekunst* ist es, die den guten Lokomotivführer ausmacht. Am Gotthard steigert sich diese Kunst bis zur Virtuosität. Die Talfahrt verlangt vom Lokomotivführer bei den vielen schweren Zügen, wie sie hier in der Überzahl sind, ständige und grösste Konzentration. Er muss dar-

auf bedacht sein, dass bei Gefällsfahrt die Bremskraft sich nicht erschöpft. Diese Aufgabe erleichtern ihm heute neuzeitliche Bremsapparate an den Wagen sowie ein in der Bremsstellung automatisch nachspeisendes Führerbremssventil. Es ist schon so, wichtiger als höchste Zugkraft und Geschwindigkeit sind bei der Lokomotive wirksame Bremsen, die auch den schwersten Zug sicher, rasch und auf kürzeste Distanz zum Anhalten bringen. Vom Pferdefuhrwerk hat man die Bremsbacken übernommen, die durch eine Schraube an die Lauffläche der Räder gepresst werden. Die Reibung, die nicht diejenige des Rades auf der Schiene übersteigen darf, zehrt sanft, aber energisch die Kraft der schnellbewegten Masse auf. Bis 1881 wurden auf den schweizerischen Eisenbahnen zur Regulierung der Zugsgeschwindigkeit und zum Anhalten der Züge, abgesehen von besondern Vorrichtungen auf der Lokomotive, nur die Schraubenbremse und die Hebelbremse verwendet. War ein rasches Anhalten des Zuges nötig, so musste der Lokomotivführer das Bremserpersonal durch Signale mit der Dampfpeife erst zum Bremsen auffordern und bis dann die Bremsen ihre Wirkung taten, ging oft kostbare Zeit verloren. Mit der Gotthardbahn und ihren ganz spezifischen Bremsbedürfnissen begann die Ära der durchgehenden und pneumatisch gesteuerten Bremse, die von einem einzigen Mann, dem Lokomotivführer, für den ganzen Zug in Tätigkeit gesetzt und wieder gelöst werden kann. Brauchte es früher am Berg bis 30 Mann Bremserpersonal auf den Güterzügen, so sind es heute bei grösserer Belastung ausser dem Lokomotivführer noch 1–2 Mann.

Sehen wir uns im *Führerstand* der neuen Ae 6/6-Lokomotive etwas um: Trotzdem sie nur noch Energieverbraucher und nicht mehr, wie die Dampflokomotive gleichzeitig auch noch Energieerzeuger ist, hat der Lokomotivführer heute mehr Schalter zu bedienen und Instrumente zu beobachten als sein rauchgeschwärtzter Kollege aus dem Zeitalter der Ruhrkohlenverfeuerung. Alle Bedienungshebel sind im Handbereich und die Instrumente im Augenbereich angeordnet. In der Arbeitsplatzgestaltung ist für den nicht mehr stehenden, sondern sitzenden Lokomotivführer eine Angleichung an das Flugzeug und Automobil eingetreten. Die Wichtigkeit und Häufigkeit seiner Betätigungen kommt darin zum Ausdruck, dass die für den Bremsvorgang nötigen Apparate und Instrumente einen grossen Anteil an der gesamten Führerstands-Ausrüstung ausmachen. Schon zu Anfang des Gotthardbahnbetriebes hatte dort der Maschinenmeister, ein auch wissenschaftlich hochbegabter Praktiker, erkannt, dass die Adhäsion dann am besten ist, wenn Schiene und Rad vollkommen sauber sind. Aus dieser Erkenntnis heraus konstruierte er eine Vorrichtung, die den Wasserstrahl bei jeder Veränderung der Sehnstellung der Lokomotive in den Kurven immer gerade zwischen Schiene und Rad lenkte und diese blank hielt. Heute weisen die meisten am Gotthard verkehrenden Lokomotiven die sogenannte elektrische Bremse auf. Die Motoren arbeiten im Gefälle als Generatoren. Der auf diese Weise zurückgewonnene Strom kommt bei einer Ae 6/6-Lokomotive, die einen mittelschweren Schnellzug Erstfeld-Chiasso führt, einem Energiegewinn von rund 1000 kWh gleich. Die elektrische Bremsung schont die Radbandagen, die sich stark abnützen infolge der Reibung der bei der Ae 6/6-Lokomotive dreiteiligen Bremsklötze, ca. 400 t werden jährlich auf der Gotthardlinie wortwörtlich verpulvert, d. h. in Bremsstaub verwandelt. Für die Fahrt von Zürich-Chiasso verbraucht ein Schnellzug von ca. 450 t Belastung ca. 4500 kWh elektrischer Energie. Für die Erzeugung von 1 kWh benötigt das Kraftwerk Amsteg 1,8 m³ Wasser. Ein Zugshalt kommt auf 90 kWh zu stehen, womit sich während 45 Tagen ein bescheidenes Mittagessen für eine vierköpfige Familie anrichten lässt.

Zwischen der Lokomotive und ihrem Führer besteht, wenn man so sagen will, ein persönliches Abhängigkeitsverhältnis. Überlässt der Lokomotivführer die Maschine sich selber, so wird diese, ausgerüstet mit automatisch wirkender Sicherheitssteuerung (Stromkreis Streckensignal-Maschine, Totmannpedal, Signalglocke, die ertönt, wenn innerhalb einer Wegstrecke von 1800 m weder Steuerkontrollen noch Führerbremssventil betätigt werden) zum wachsamem Roboter, der, wenn es nützt, die Bremse zum Anhalten auslöst.

Vgl. Typenskizze der Ae 6/6 Lokomotive mit 2 Diagrammen (graphische Beilagen).

In the Driver's Cab of the new Gotthard Locomotive, Series Ae 6/6

Nella cabina di comando della nuova locomotiva Ae 6/6 del S. Gottardo

Dans la cabine du mécanicien de la nouvelle locomotive du Saint-Gothard Ae 6/6

Im Führerstand der neuen Gotthardlokomotive Ae 6/6