Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 65 (1947)
Heft: 25: 100 Jahre Schweizer Eisenbahnen: 1. Heft

Artikel: Hundert Jahre schweizerischer Eisenbahnbau
Autor: Andreae, C.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-55898

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: 16.12.2025

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

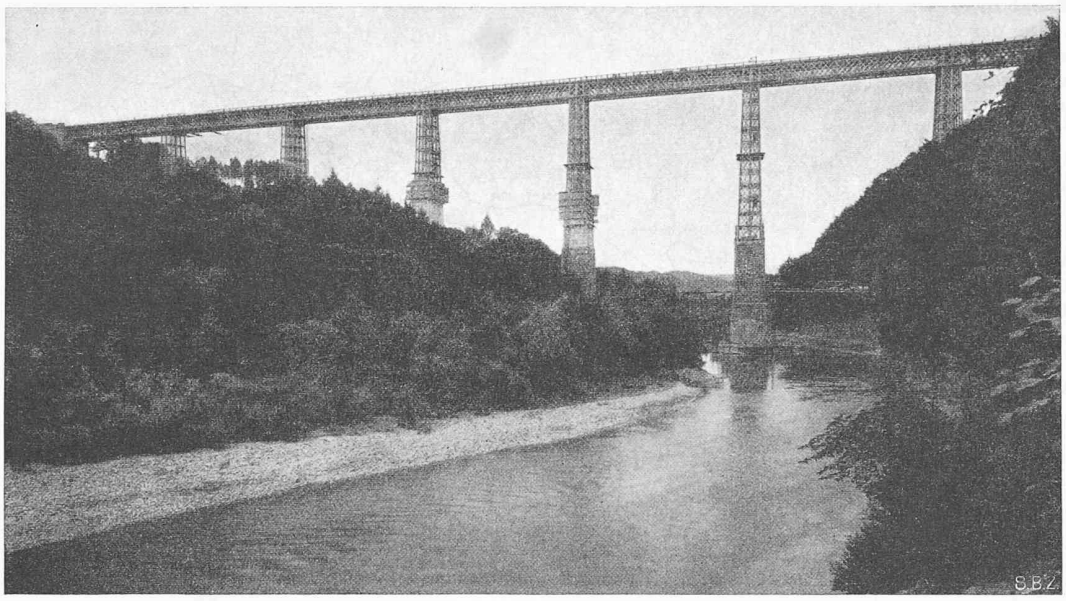


Bild 1. Eiserner Grandfey-Viadukt über die Saane, Linie Fryburg-Bern, erbaut 1857 bis 1862, 380 m lang

massgebend, so dass jede Verwaltung die ihrem Netz am besten angepasste Traktionsart auswählen kann.

Der Bau thermischer Lokomotiven aller Art, den die Schweizerische Maschinenindustrie vor rund 90 Jahren vom Ausland übernommen und seither in führender Weise gefördert und mit grossem Erfolg gepflegt hat, ist heute zu einer Exportindustrie von Weltruf geworden, die massgebend mithilft, unserem auf engem Raum und karger Scholle lebenden Volke die materiellen Existenzgrundlagen zu erhalten. Mögen sich die bei diesem Handel ergebenden Verbindungen von Mensch zu Mensch durch die Qualität dessen, was wir an materiellen und geistigen Gütern weiterzugeben haben, uns helfen, unsere völkerverbindende Mission, an die uns unsere Alpenbahnen immer wieder erinnern, zu erfüllen und so die geistige Existenzberechtigung unseres Kleinstaates im Rahmen der europäischen Völkerfamilie je und je zu erhalten!

Hundert Jahre schweizerischer Eisenbahnbau

Von Prof. Dr. C ANDREAE, Zollikon-Zürich DK 9 : 625.1(494)

Darf von einem «schweizerischen» Eisenbahnbau gesprochen werden? Technik und Wissenschaft sind international. Ein Blick auf die Eisenbahnkarte der Schweiz zeigt aber, dass die Topographie unseres Landes dem Ingenieur andere Probleme aufgab als seinem Kollegen in anderen Ländern. Auch zeigt das Eisenbahnnetz, im Vergleich mit dem unserer Nachbarländer, wo es unter Staatsleitung entstand, ein Bild, das auf eine besondere Entwicklungsgeschichte hinweist. Das französische Bahnnetz gleicht einem Spinngewebe um das Zentrum Paris. Seine Entwicklung folgte der politischen, kulturellen und wirtschaftlichen Zentralisation. Das deutsche Netz verbindet schachbrettartig die Verkehrsschwerpunkte der verschiedenen Staaten, die das Reich bildeten. Die schweizerische Eisenbahnkarte ist jedoch schwerer zu verstehen. Sie erklärt sich einerseits aus der geographischen Lage und der Topographie unseres Landes, anderseits aus der *historischen Entwicklung*. Die Schweiz war durch die Lage ihrer Hochebene zwischen Alpen und Jura und durch ihre Alpenpässe von vorneherein zum Verkehrsmittelpunkt Europas bestimmt. Dies führte zur Anlage der grossen Transitverbindungen in ost-westlicher Richtung der Hochebene entlang und solcher von der Nord- zur Südgrenze durch die Alpenkette. Um diese Hauptrichtungen rankt sich aber ein weniger verständliches Netz von Linien, die örtliche Bedürfnisse befriedigen, sei es, dass dies von vorneherein ihre Bestimmung war, sei es, dass sie höher fliegenden Träumen, die jedoch nicht in Erfüllung gingen, ihre Entstehung verdankten. Dieses Netz entstand auch nicht, wie eine Landesplanung im heutigen Sinn vorsehen würde, in der erwähnten Reihenfolge, die Stammlinien zuerst, nachher die Nebenlinien, sondern es ist sowohl in der endgültigen Gestalt, wie in der zeitlichen Entstehung ein Abbild der politischen Verhältnisse seiner Werdezeit, die mit den Jugendjahren des neuen Bundes von 1848 zusammenfiel.

Die erste Eisenbahn (Stockton-Darlington in England) stand seit 1825 in Betrieb. Der Bau der ersten Bahn in der Schweiz, die am 9. August 1847 den Betrieb aufnahm, erfolgte somit verhältnismässig spät. Er war aber erst aktuell geworden, als sich das neue Verkehrsmittel unseren Grenzen näherte und 1844 in Basel schweizerischen Boden betreten hatte. Zudem fehlten bis 1848 die rechtlichen Grundlagen dafür. Wer sollte Bahnen bauen — der Staat oder Private? Wer die Konzession erteilen — der Bund oder die Kantone? Ein Expropriationsrecht gab es noch nicht, dagegen kantonale Zölle. Gestützt auf die Bundesverfassung von 1848 kamen das Expropriationsgesetz von 1850 und das Eisenbahngesetz von 1852 zustande. Dieses stellte zwei schwerwiegende Grundsätze auf: den *Privatbau der Bahnen* und die *Konzessionserteilung durch die Kantone*. Dem noch jungen und noch nicht erstarkten Bund wurde dadurch die Eisenbahnhoheit und die Einflussnahme auf die Eisenbahnpolitik im Sinne einer planmässigen Entwicklung des Bahnnetzes entzogen.

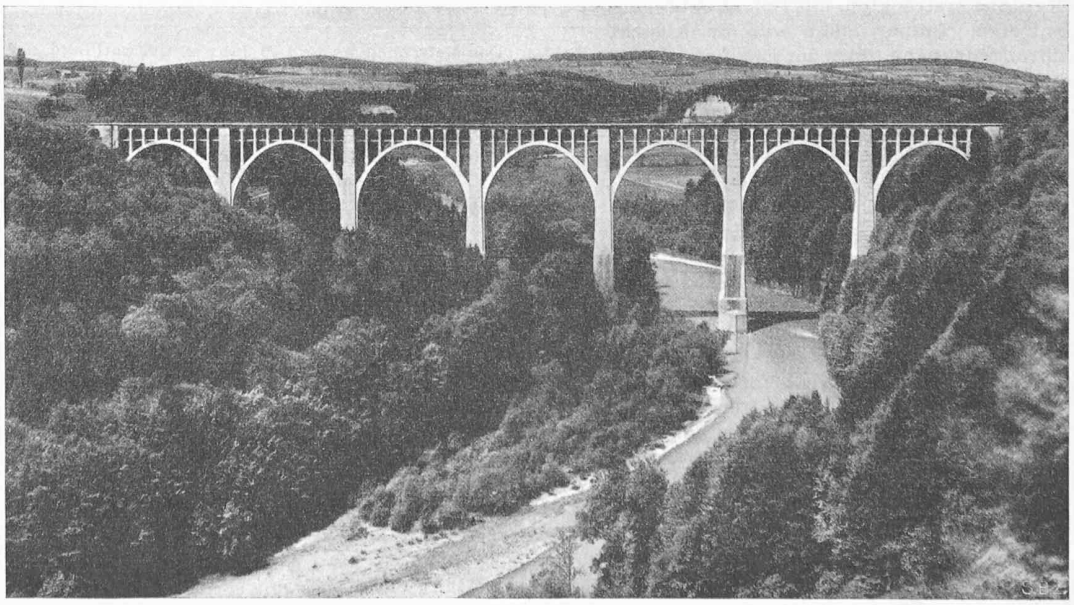


Bild 2. Der 1926/27 zu einem Massivbau umgestaltete, verstärkte Grandfey-Viadukt (s. SBZ Bd. 88, S. 217*)

Ein einziges Mal griff der Bund in dieser Hinsicht ein: bei der Gründung der Gotthardbahn, die nur auf internationaler Basis möglich war. Im übrigen ist unser Bahnnetz zu einem grossen Teil das Produkt privater und örtlicher Bestrebungen.

Nach Schaffung der gesetzlichen Grundlagen setzte eine erste Bauperiode ein, die bis ums Jahr 1865 anhielt. Es entstanden in jener Zeit vier grosse Gesellschaften: Die Schweizerische Centralbahn (SCB) in Basel, die Nordostbahn (NOB) in Zürich, die Vereinigten Schweizerbahnen (VSB) in St. Gallen und in der Westschweiz durch Fusion einer Anzahl kleinerer Gesellschaften im Jahre 1872 die Compagnie de la Suisse Occidentale (SO) in Lausanne. Es zeichneten sich auch schon, wenn auch noch unvollständig, die heutigen Hauptlinien ab (Bild 1). Aber neben den grossen Gesellschaften, für die die Verkehrsbedürfnisse einzelner Gegenden, besonders abgelegener, hinter die Interessen ihrer Eigenwirtschaftlichkeit zurücktraten, und die einzelne Städte und Gegenden bevorzugten, entstanden kleinere, z. T. mit rein örtlichen Interessen, z. T. mit der Absicht, die grossen zu konkurrenzieren. Um 1865 trat ein Stillstand ein. Die Bahnen hatten eine Baulänge von 1293 km, das investierte Kapital 442 Mio Fr. erreicht. Der Kredit war erschöpft. Bevor das Netz weiter ausgedehnt wurde, musste es vorerst an einen grösseren Transitverkehr angeschlossen werden. Das allgemeine Interesse war damals auf die Frage einer Verbindung Nordeuropas mit Italien durch die Schweiz gerichtet, die erst durch den Staatsvertrag von 1869 zwischen der Schweiz und Italien, dem 1871 das neue Deutsche Reich beitrat, zu Gunsten des Gotthards entschieden wurde. Die Gotthardbahn (GB) wurde 1872 in Angriff genommen und 1882 eröffnet [1]).

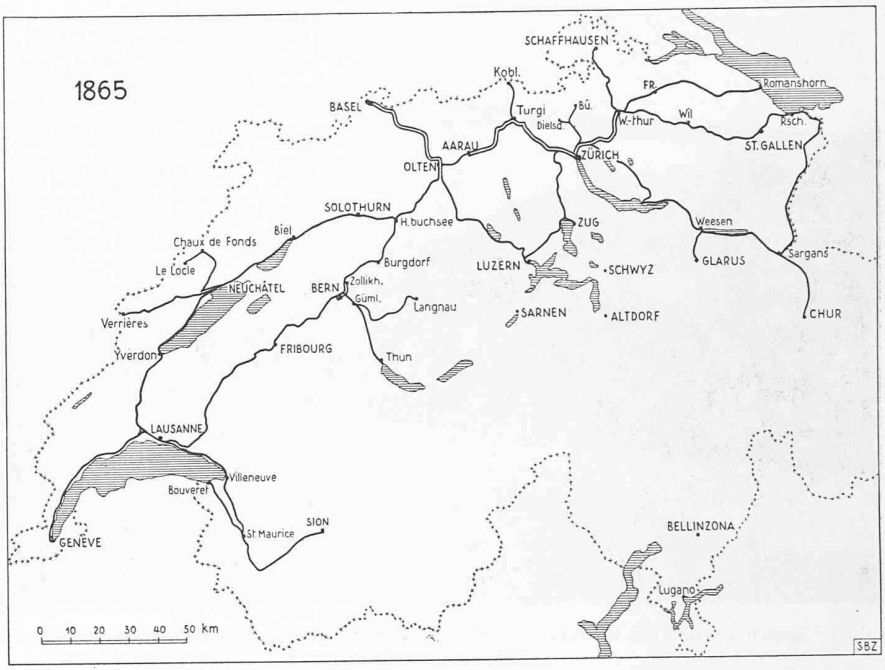


Bild 3. Das schweizerische Eisenbahnnetz nach den ersten 18 Jahren, 1321 km lang

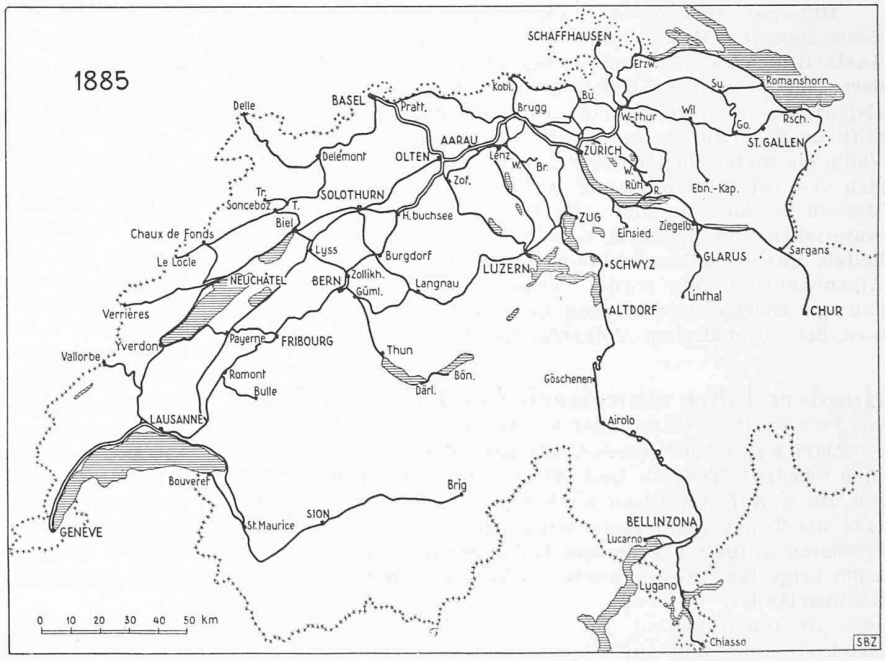


Bild 4. Das Netz nach weitern 20 Jahren, Gesamtlänge 2787 km, wovon 57 km Schmalspur

Die Gründung dieses Unternehmens hatte gezeigt, dass es nicht mehr anging, die Eisenbahnhoheit den Kantonen zu überlassen. Der Staatsvertrag von 1869/71 übertrug dem Bund Befugnisse, die bisher den Kantonen zustanden. Diese hatten sich überdies immer mehr als zu schwach erwiesen, um den mächtigen Bahngesellschaften, deren Linien sich über mehrere Kantone erstreckten, mit Erfolg entgegenzutreten. Immer mehr war die Ansicht durchgedrungen, dass der Bund die Eisenbahnhoheit übernehmen müsse. Es entstand das *Bundesgesetz über den Bau und Betrieb der Eisenbahnen auf dem Gebiete der Schweizerischen Eidgenossenschaft vom 23. Dezember 1872*, das noch heute zu Recht besteht.

Damit begann eine neue Bauperiode, die bis etwa 1885 andauerte. Sie ist gekennzeichnet durch einen Wettlauf von Konzessionen, die der Bund auch jetzt nicht verweigern konnte, sofern sie nicht militärische Interessen verletzten. Es entstand ein wilder Eisenbahnkampf, in dem neben örtlichen Interessen auch persönliche Politik mitspielte [2]). Ein typisches Beispiel dafür war u. a. die Gründung der sog. «Nationalbahn», die eine Ost-West-Verbindung zur Konkurrenzierung der bestehenden Gesellschaften und zur Umfahrung bestehender Wirtschaftszentren, wie u. a. Zürich, werden sollte. Die Gesellschaften wehrten sich, drängten mit Hilfe einzelner Kantone die Linie auf ungünstigeres Tracé ab, nahmen einzelne Strecken daraus heraus, und die Nationalbahn kam schliesslich in finanzielle Schwierigkeiten und in Konkurs (1880). Das ist nur ein Beispiel. Zur Ausschaltung der Konkurrenz und um sich wichtige Zufahrten zum Gotthard zu sichern, führten die SCB und die NOB eine Reihe neuer Linien aus, die sie so stark belasteten, dass eine Krise entstand und die Bundesversammlung im Jahre 1878 der NOB für acht dieser Linien ein Moratorium bis 1888 gewähren musste. Die VSB litten weniger unter der Krise. Hier erfuhr der Verkehr eine günstige Belebung durch die im Jahre 1884 eröffnete Arlbergbahn. Im Westen waren die Verhältnisse ähnlich wie in der übrigen Schweiz. Der Kanton Bern lag unterdessen im Streit mit der mächtigen SCB, die seine wichtigsten Relationen vernachlässigte, und führte selber die Jurabahnen, sowie Neuenstadt-Zollikofen und Gümligen-Luzern aus (JBL), womit er seine bis zum Bau der Lötschbergbahn konsequent durchgeführte Eisenbahnpolitik inaugurierte [3]).

In jene Zeit fällt auch der Bau einiger Schmalspur- und Bergbahnen.

[1]) *Martin Wanner:* Begründung des Gotthardunternehmens, Bern 1880, und: Geschichte des Baues der Gotthardbahn, Luzern 1885.

[2]) *Placid Weissenbach:* Das Eisenbahnwesen der Schweiz, Zürich 1913.

[3]) *F. Volmar:* Der Entwicklungsgang der bernischen Transitverkehrspolitik bis zur Gründung der Berner Alpenbahngesellschaft Bern-Lötschberg-Simplon, Bern 1931, und: Bernische Eisenbahnpolitik 1850 bis 1906, Bern 1911.

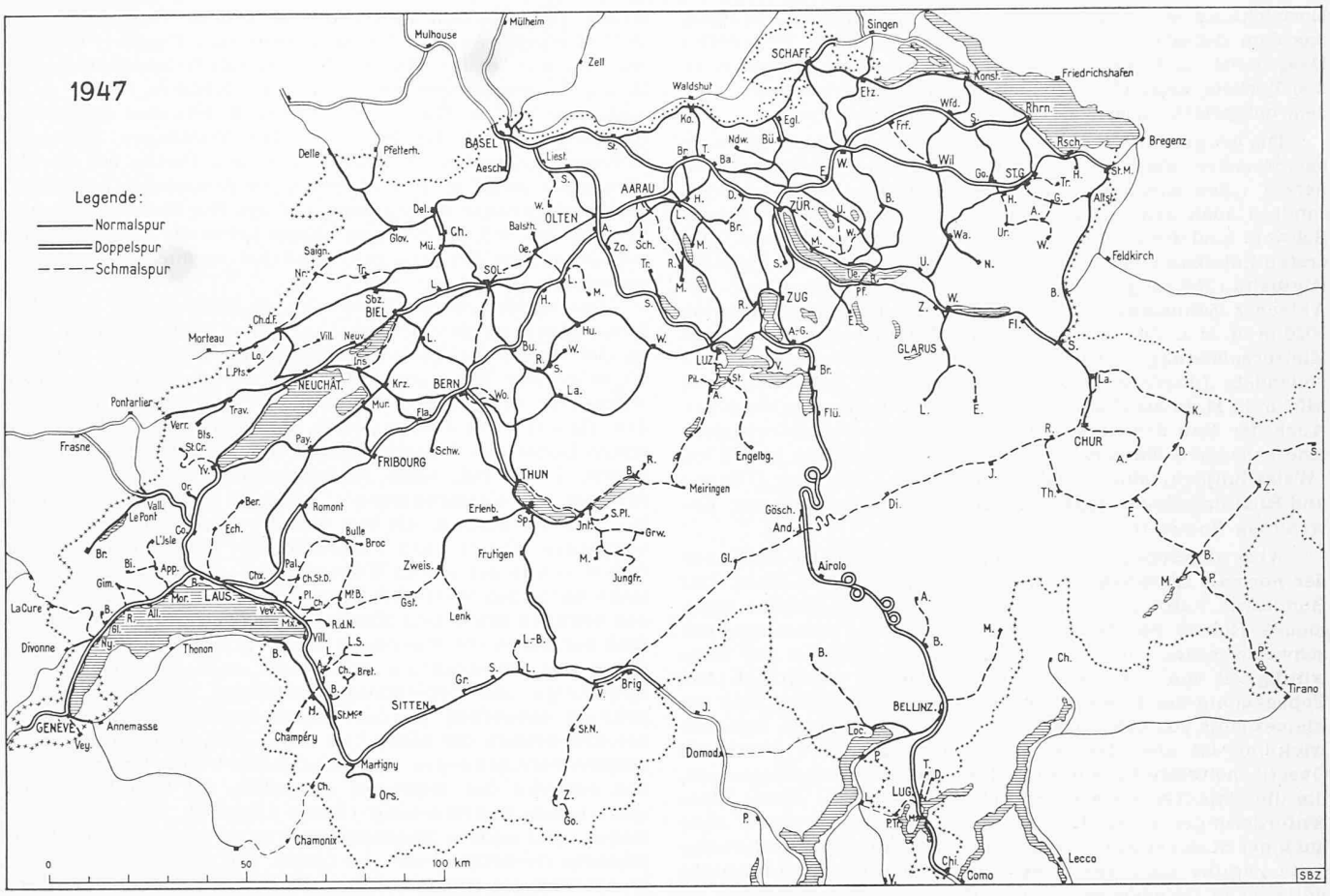


Bild 5. Das Eisenbahnnetz der Schweiz heute. Die Schweiz. Eisenbahnstatistik zeigt auf Ende 1945 folgende Zahlen: Gesamtlänge Normalspur 3643 km, Schmalspur 1574 km, zusammen 5217 km. Dazu Zahnradbahnen 104 km, Tramways 410 km, Standseilbahnen 61 km

Im Jahre 1885 betrug die Baulänge der Bahnen 2762 km, das dafür investierte Kapital war auf 1038 Mio Fr. angestiegen (Bild 2). Die kostspieligen eisenbahnpolitischen Wettkämpfe hatten Wirtschaft und Finanz eisenbahnmüde gemacht. Auch zeigten sich am politischen Himmel die Vorboten des Rückkaufes. Es trat wieder ein Stillstand ein. Die folgenden Jahre standen unter dem Zeichen der Nachholungen. Die Moratoriumslinien mussten erstellt werden, wovon hier nur als Zufahrten zum Gotthard Thalwil-Zug und Bülach-Schaffhausen erwähnt seien (beide 1897 eröffnet). Beim Bau der GB hatte sich s. Zt. der Voranschlag um mehr als 100 Mio zu niedrig erwiesen, was eine Krise ausgelöst hatte, die 1878 durch einen Zusatz zum Staatsvertrag und ein Bundessubventionsgesetz überwunden werden musste. Dabei war das Bauprogramm reduziert worden. Die damals zurückgestellten Linien Zug-Arth-Goldau und Luzern-Immensee wurden ebenfalls 1897 fertiggestellt.

In diese Zeit fallen auch die Vorarbeiten für den zweiten Alpendurchstich, den Simplontunnel, den die Westschweiz, besonders die Waadt, anstrebte. Die «Compagnie du Simplon», deren Linie von Bouveret her das Wallis hinauf im Jahre 1878 Brig erreicht hatte, fusionierte 1881 mit der SO zur «Compagnie de la Suisse Occidentale et du Simplon» (SOS), um für den Durchstich eine finanzkräftigere Gesellschaft zu bilden. Diese vereinigte sich im Jahre 1889 weiter mit der JBL zur Jura-Simplon-Bahn (JS). 1895 kam es zum Staatsvertrag mit Italien, wonach der Tunnel so erstellt werden musste, dass mehr als die halbe Länge unter italienischem Territorium verläuft, was seine Lage erklärt. Der Bau wurde im Jahre 1898 durch die JS begonnen, die im Jahre 1903 an die SBB überging, worauf diese den Tunnel I im Jahre 1906 vollendeten.

Die Macht, die die grossen Eisenbahngesellschaften mit der Zeit erlangten, ihre Verkehrspolitik, sowie auch die Entwicklung der Bahnen gaben dem Staatsbahngedanken immer neue Nahrung. Die weitere Entwicklung führte zum *Bundesgesetz betreffend die Erwerbung und den Betrieb von Eisenbahnen für Rechnung des Bundes und die Organisation der Verwaltung der Schweizerischen Bundesbahnen vom 15. Oktober 1897.* Es gingen dadurch an den Bund über: die SCB und die NOB am 1. Januar 1901, die VSB am 30. Juni 1902, die JS am 1. Mai 1903 und die GB am 1. Mai 1909. Später kamen noch hinzu: Genf-La Plaine und die Neuenburger Jurabahnen (1913), die Tösstalbahn und Wald-Rüti (1918). Damit hatte der Bund ein Netz von 2918 km Baulänge um rd. 1,2 Mia Fr. erworben [4]). Daneben bestehen aber noch 777 km normalspurige und 1509 km (ohne Trambahnen) schmalspurige Privatbahnen und 108 km Zahnradbahnen.

Die bedeutendste, normalspurige Privatbahn ist die Lötschbergbahn, die 1913 eröffnet wurde [Münster-Lengnau 1915] [5]). Im übrigen ist der Bahnbau nach dem Rückkauf gekennzeichnet durch den Bau des Hauensteinbasistunnels (8134 m), des Rickentunnels (8604 m), der Brienzerseebahn, den Umbau und die Erweiterung verschiedener Bahnhöfe und ihrer Zufahrten (linksufrige Zürichseelinie, nördliche Zufahrt Bern), die bessere Verteilung und Verbesserung der Zugbildungsanlagen (Verschiebebahnhof Muttenz) und die Erstellung zweiter Spuren durch die SBB, ferner durch den Bau der Bodensee-Toggenburg-Bahn, einiger bernischer Dekretsbahnen (Weissenstein, Simmental u. a. m.), von Schmalspurbahnen (MOB, FO u. a. m.) und Bergbahnen. In Graubünden entstand das grosse Schmalspurnetz der Rh. B., während die Ostalpenbahn ein Wunschtraum blieb [6]). Der Mangel an schwarzer und der Reichtum an weisser Kohle führten zur Einführung der elektrischen Zugförderung, wodurch der Kraftwerkbau in den Aufgabenbereich der Eisenbahn, insbesondere der SBB trat. Auf weitere Einzelheiten, insbesondere auf die zahlreichen Nebenbahnen einzutreten, ist hier nicht der Ort und es fehlt dazu der Raum. Bild 5 zeigt das schweizerische Eisenbahnnetz in seinem heutigen Umfang.

Beim Ausbau des schweizerischen Eisenbahnnetzes wurden manche Fehler begangen und der oft ungezügelte Wettlauf verschlang grosse Summen. Doch hatte die eigenartige

[4]) *J. Steiger:* Die Schweiz. Bundesbahnen, ihre Entwicklung und ihre Leistungen, Bern 1919.

[5]) *F. Volmar:* Die Lötschbergbahn, deren Gründungsgeschichte, Bern 1938. — *C. Andreae:* Die Baugeschichte der Lötschbergbahn. Bern 1940, und: Die Münster-Lengnau-Bahn, Bern 1943.

[6]) *H. Schmidlin:* Die Ostalpenbahnfrage, Zürich 1916.

Entwicklung auch ihre positive Seite. Es entstand ein Netz, das dem dezentralisierten Leben unseres Landes entspricht. Dass dabei auch die wirtschaftlich schwachen Gegenden an den Verkehr angeschlossen und dadurch aufgeschlossen wurden, entspricht unserer demokratischen Einstellung.

Die geographische Lage und die Topographie der Schweiz beeinflussten aber nicht nur die Gestaltung des Eisenbahnnetzes (dies zusammen mit den politischen Verhältnissen), sondern auch den technischen *Eisenbahnbau*. Typisch für die Schweiz sind die zahlreichen *Zahn-* und *Standseilbahnen*. Der ersten Zahnbahn, der 1871 von Riggenbach erbauten Vitznau-Rigibahn (Neigung 25 %), folgten zahlreiche andere, z. T. mit Abtscher Zahnstange (u. a. Gornergratbahn mit Endstation 3020 m ü. M.). Die steilste ist die Pilatusbahn (48 %) mit Kletterzahnstange, System Locher, und die höchste die 1912 vollendete Jungfraubahn, die mit Strubscher Zahnstange auf 3457 m ü. M. in die Hochgebirgswelt des Jungfraujoches führt. Auch der Bau der Standseilbahnen erfuhr in unserem Lande eine besondere Entwicklung, wobei Seillängen von über 2 km (Weissfluhjoch, Muottas-Muraigl, Niesen, Montana 1. Sekt.) und Richtungsänderungen von beinahe 90° (Mte. Bré) zur Anwendung kamen [7]).

Aber abgesehen von diesem Sondergebiet hatte hier auch der normale Eisenbahnbau besondere Aufgaben zu lösen. Der Bundesrat hatte schon im Jahre 1850 die englischen Ingenieure Robert Stephenson und Swinburne, zusammen mit schweizerischen Finanzexperten, mit der Prüfung der Bauwürdigkeit von Eisenbahnen in der Schweiz beauftragt. Die Topographie des Landes veranlasste diese Experten, nur ein kleines Netz von 650 km als bauwürdig zu erklären. Die Entwicklung ist aber darüber hinweggegangen. Die durch die Oberflächengestaltung des Landes gegebenen Bahnneigungen, die die Experten noch abschreckten, stellten in erster Linie Anforderungen an den Lokomotivbau, die dieser erfüllte. Aber auch der Streckenbau musste lernen. Die auf kurze Entfernung — in gerader Linie gemessen — verteilten Höhenunterschiede nötigten in Gebirgsländern oft, die Bahnlinien künstlich zu verlängern, zu «entwickeln». Es entstand daraus die Aufgabe, im Einzelfall das optimale Verhältnis zwischen massgebender Neigung und Linienlänge mit Rücksicht auf Bau und Betrieb zu bestimmen. Zum Teil standen dafür ausländische Untersuchungen und Erfahrungen zur Verfügung. Das Problem wurde aber auch in der Schweiz erforscht [8]).

Die Erstellung einer Eisenbahn mit ihren grossen Kurvenradien und verhältnismässig schwachen Neigungen erfordert im Gebirge grosse Massenbewegungen, Mauern, Brücken und Tunnel, wodurch der Bau teuer wird. Es bildete sich daher mit der Zeit eine eigene *Trassierungskunst* aus, die durch möglichstes Anpassen an das Gelände die bei gegebenem Minimalradius und gegebener Höchstneigung bezüglich Baukosten günstigste Linienführung anstrebte. Diese Kunst erreichte ihren Höhepunkt beim Bau der Gotthardbahn. Die von Obering. W. Hellwag und seinem Adjunkten E. Gerlich (später Professor an der E. T. H.) entworfene Linienführung der GB, die sich so an das Gelände anschmiegt, dass sie wie natürlich aus ihm herausgewachsen erscheint, ist für viele spätere Bahnbauten des In- und Auslandes vorbildlich geworden. Sie folgte dem klassischen, heute selbstverständlichen, damals aber neuen Grundsatz [9]), *dass die Bahnlinie in erster Linie günstiges Terrain in der Nähe der Talsohle zu suchen habe, und dass der Ausgleich der Höhendifferenz, d. h. die sog. «Entwicklung» dort stattzufinden habe, wo die Fortführung der Steigungslinie in entsprechender Lage und unter günstigen Verhältnissen durch die natürliche Gestaltung des Geländes gehindert ist.* Hellwag kam vom Brenner, bei dessen Bau zum ersten Mal ein Tunnel mit halbkreisförmigem Grundriss erstellt worden war. Am Gotthard führte er — auch zum ersten Mal — Korbbogen-*Kehrtunnel* mit einem Richtungswechsel bis 280° ein. Der Vorgänger Hellwags, Obering. R. Gerwig, der 1875 von seinem Posten bei der GB zurücktrat, hatte noch vorgesehen, die Steigungen auf beiden Seiten viel früher zu beginnen, auf der Nordseite z. B. schon bei Flüelen, und die Höhe in hohem Lehnenbau, wie er heute auf Grund von Erfahrungen möglichst vermieden wird [10]), zu erreichen.

Der schweizerische Eisenbahnbau stellte auch neue Anforderungen an den *Brückenbau*, sowohl an den Stahl- wie an den Massivbau. Die vielen Täler und Schluchten mussten oft in grosser Höhe und mit weiten Spannungen für immer wachsende und rascher verkehrende Lasten überbrückt werden. Es war nicht von ungefähr, dass gerade ein K. Culmann erster Leiter der Ingenieurschule des Eidg. Polytechnikums wurde. Durch ihn, seine Nachfolger und Schüler — sowohl Statiker wie Konstrukteure — erfuhren Statik und Brückenbau eine Förderung, die mit dem Bau der Eisenbahnen eng verbunden war [11]). Ein Vergleich der Gitter- und anderer Brücken aus der ersten Eisenbahnzeit (die Spanisch-Brötli-Bahn hatte den Wettinger Limmatbogen noch umfahren) mit den heutigen Stahl- und Massivbrücken gibt ein anschauliches Bild der durch die Eisenbahn angeregten Fortschritte, wobei neben der Konstruktion und Statik auch die Technik der Spannungs- und Deformationsmessungen und der Materialprüfung entwickelt wurden. Einen besonderen Ruf erwarb der Brückenbau der SBB unter Dr. A. Bühler durch die zahlreichen Verstärkungen und sinnreichen Umbauten von Brükken während des Betriebes anlässlich der Einführung der elektrischen Zugförderung (Bilder 1 und 2). Die zahlreichen Bogen- und andern Hochbrücken riefen auch eine hochentwickelte Gerüstbaukunst ins Leben. Ein Repräsentant dieser Kunst war der Bündner Coray. Erwähnt sei auch das durch die Firma Locher & Cie. erstellte Gerüst der neuen Aarebrücke der SBB in Bern (Bild 10).

*

Die geographische Lage und die Geländegestaltung der Schweiz brachten es mit sich, dass hier der Tunnelbau durch den Eisenbahnbau stark und auf besondere Art gefördert wurde. Die zahlreichen Tunnel, die das sich rasch ausdehnende Eisenbahnnetz erforderte — es sind deren heute 660 mit einer Gesamtlänge von 292 km — machten die Schweiz neben Oesterreich zu einem der tunnelreichsten Länder. Ganz besonders wurden der Tunnelbau und die Wissenschaften, an die er appellieren musste, durch die drei grössten

[7]) *E. Strub:* Bergbahnen in der Schweiz bis 1900. I. Drahtseilbahnen. II. Reine Zahnradbahnen. Wiesbaden 1900 und 1902.

[8]) *C. Mutzner:* Die virtuellen Längen der Eisenbahnen. Zürich 1914. *E. Steiner:* Die virtuellen Längen bei elektrisch betriebenen Bahnen. Zürich 1919.

[9]) *W. Hellwag:* Bericht über die Ausmittlung der Bahnaxe und des Längenprofils der Gotthardbahn und die Bearbeitung eines approximativen Kostenvoranschlages. Zürich 1876.

[10]) *C. Andreae:* Einige Erfahrungen im Lehnenbau auf der Südrampe der Lötschbergbahn. SBZ Bd. LXVII, 1916.

[11]) Vgl. *F. Stüssi:* Die Entwicklung der Bauingenieurwissenschaften in den letzten 50 Jahren. Festschrift zur 200-Jahrfeier der NFG Zürich 1946.

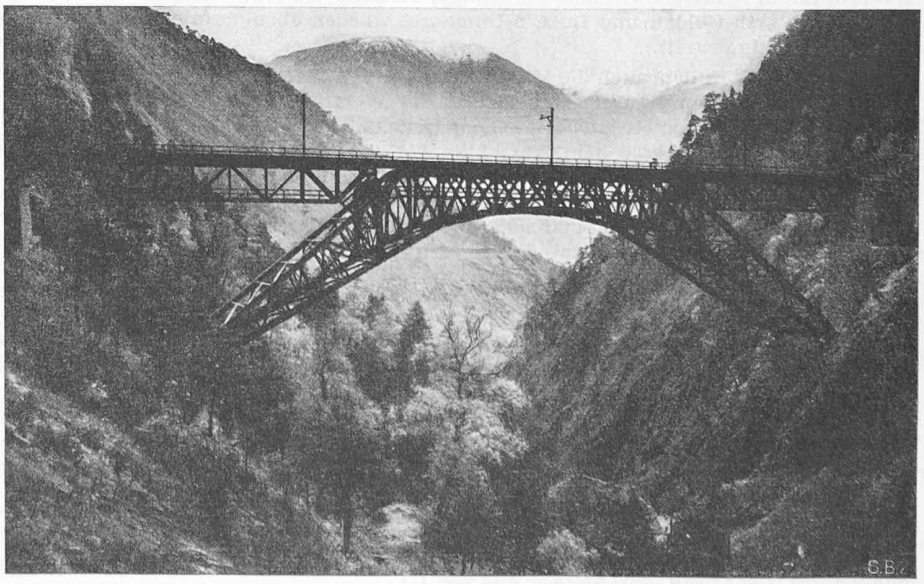


Bild 6. Der Bietschtal-Viadukt der Lötschbergbahn, 1911/1913. Spannweite 95 m

Alpendurchstiche angeregt und gefördert. Diese Durchstiche zeichnen sich vor allen andern Gebirgstunneln — auch des Auslandes[12]) — durch ihre Länge aus, wobei Probleme der Bohrung, Sprengtechnik, Förderung und Organisation zu lösen waren, sowie besonders auch durch ihre Tiefe unter der Erdoberfläche mit ihren Druck- u. Wärmeerscheinungen. Es sind dies der Gotthardtunnel (14 984 m), der Simplontunnel (19 824 m) und der Lötschbergtunnel (14 605 m[13]).

Im Gotthardtunnel (1872—81) erfolgte die Vortriebbohrung mit Druckluft-Stossbohrmaschinen, die gegenüber den vorher im Mont-Cenis-Tunnel verwendeten schon wesentlich vervollkommnet waren. Der Richtstollen des Simplontunnels (1898—1906) wurde mit Brandtschen Drehbohrmaschinen aufgefahren, die mit Druckwasser von 80 bis 100 at angetrieben wurden. Im Lötschbergtunnel (1906—12) kamen wieder Druckluft-Stossbohrmaschinen zur Verwendung. Die hier erzielten Stollenfortschritte waren für die Ueberlegenheit der Druckluft entscheidend. Es ist viel leichter und einfacher (billiger), Druckluft von 6 bis 7 at zu erzeugen und zu den Arbeitsorten zu bringen, als Druckwasser von 80 bis 100 at. Entscheidend war auch die Erfindung der Druckluft-Schlagbohrmaschine, d. h. des handlichen Druckluft-Bohrhammers, der zum ersten Mal — um 1910 — im Lötschbergtunnel für den Vollausbruch zur Anwendung kam, während noch im Simplontunnel I der ganze Vollausbruch von Hand abgebohrt werden musste. Im weichen Gestein des Hauensteinbasistunnels wurden später mit Bohrhämmern auch im Stollenvortrieb ausgezeichnete Ergebnisse erzielt, und alle seither in der Schweiz erstellten, kleineren Tunnel haben den Beweis erbracht, dass sich der pneumatische Bohrhammer in weichem Gestein — in Tunneln, die an die Schnelligkeit des Vortriebes geringere Anforderungen stellen, auch in härterem Gestein — für den Vortrieb eignet und wirtschaftlich ist. Für grosse Alpendurchstiche hingegen, wo heute Tagesvortriebe von wenigstens 10 m auf jeder Seite verlangt werden müssten, werden wieder kräftigere, lafettierte Bohrmaschinen zur Anwendung kommen kommen müssen. Die Druckluft wird sich halten, bis ihr dereinst die elektrische Bohrmaschine den Rang streitig macht.

Das genaue Zusammentreffen der langen, von beiden Seiten vorgetriebenen Richtstollen der Alpendurchstiche in Richtung und Höhe, sowie deren Längenbestimmung, stellte besondere Aufgaben an Vermessungskunst und Geodäsie. Die gefundenen Lösungen sind mit den Namen C. Koppe (Gotthard), M. Rosenmund (Simplon) und F. Baeschlin (Lötschberg) verbunden. Der Lötschbergtunnel musste nach dem Einbruch unter dem Gasterntal[5]) mit drei Kurven erstellt werden, was für die Absteckung besondere Probleme aufwarf[14]).

[12]) Der 18 km lange Apennintunnel wurde nicht nur von beiden Mundlöchern, sondern auch von einem Mittelschacht aus vorgetrieben und liegt nicht tief.

[13]) Die offizielle Länge von 14 612 m beruht auf einem Messfehler.

[14]) F. Baeschlin: Ueber die Absteckung des Lötschbergtunnels. SBZ Bd. LVIII, 1911.

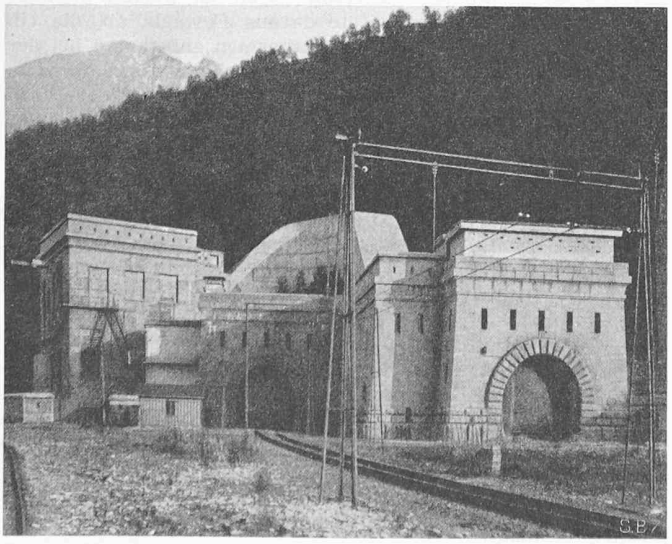


Bild 7. Nordportal des Simplontunnels bei Brig, mit Lüftungsanlagen (links) und (geschlossenen) Portal-Vorhängen. 1915

Die grosse Länge der Alpentunnel warf auch Probleme der Organisation und der Materialförderung auf. Von ihrer Lösung hängt bei langen Tunneln der wirtschaftliche Erfolg des Bauunternehmens ab. Mit der Zeit gelangte man dazu, Arbeitsmethoden einzuführen, die auf den Grundsätzen Taylors beruhten, besonders beim Ausbau des Simplontunnels II (1912—21 mit Unterbruch infolge des ersten Weltkrieges[15]). In diesem Tunnel erreichte auch die Organisation der Förderung einen Höhepunkt, indem zur Erzielung grösserer Geschwindigkeit und Leistungsfähigkeit auf der Nordseite (Bild 8) elektrischer Normalspurbetrieb in der fertigen Strecke mit Kleinspurbetrieb (Spurweite 0,75 m) und Druckluftlokomotiven in den Abseitsorten mit gutem Erfolg kombiniert wurden[15, 16]).

Die erwähnten Alpendurchstiche zeichnen sich nicht nur durch ihre grosse Länge aus, sondern auch durch die Höhe ihrer Ueberlagerung. Schon im Gotthardtunnel, dessen höchste Ueberlagerung 1700 m beträgt, waren Gebirgsdruckerscheinungen beobachtet worden, d. h. Druckerscheinungen, die mit der Ueberlagerungshöhe zusammenhängen und von anderer Art sind als die Bewegungserscheinungen, die auch in kurzen, seichten Tunneln in lockern Gebirgsarten häufig auftreten. Diese Beobachtungen veranlassten sogar Prof. Alb. Heim zur Aufstellung einer Theorie, wonach so tiefe Tunnel überhaupt keinen dauernden Bestand hätten haben können. Als in den grössern Tiefen des Simplon — die Ueberlagerung erreicht hier 2200 m — solche Erscheinungen auf grössern Längen und mit grosser Intensität auftraten[17]), entspann sich aus der Frage eine mehrere Jahre dauernde, zeitweise recht heftige Auseinandersetzung, an der sich zahlreiche in- und ausländische Geologen und Ingenieure beteiligten. Dieser Streit kam erst zur Ruhe, als Ingenieur R. Maillart auf die Versuche von Karman und Considère mit Probekörpern unter allseitigem Duck, bzw. mit umschnürtem Beton hinwies, wonach die Bruchfestigkeit eines gedrückten festen Körpers vom Grad der seitlichen Ausdehnungsfreiheit abhängt[18]). Das bestätigt die praktische Erfahrung, dass auch unter hoher Ueberlagerung normale Verkleidungsstärken ge-

[15]) C. Andreae: Der Bau langer, tiefliegender Gebirgstunnel. Berlin 1926.

[16]) F. Rothpletz und C. Andreae: Der Förderbetrieb beim Ausbau des II. Simplontunnels. SBZ Bd. LXXI, 1918.

[17]) K. Brandau: Der Einfluss des Gebirgsdruckes auf einen tief im Erdinnern liegenden Tunnel. SBZ Bd. LIX, 1912.

[18]) R. Maillart: Ueber Gebirgsdruck. SBZ Bd. 81, 1923.

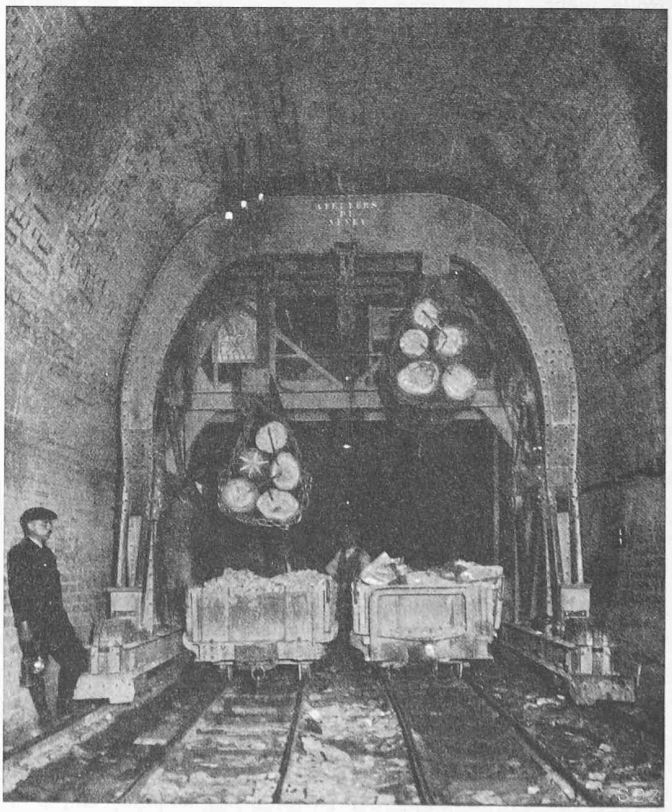


Bild 8. Bau des Simplontunnels II. Tunnelkran zum Umladen von zwei Schmalspur- auf ein Normalspurgleis. 1914

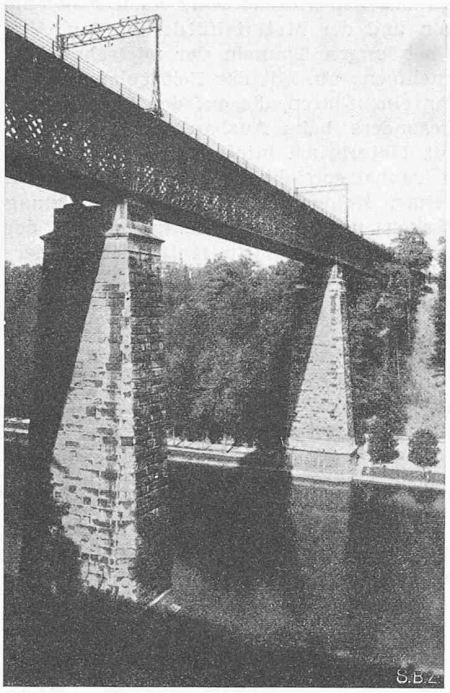


Bild 9. Eiserne Aarebrücke in Bern, erbaut 1857/59, Spannweiten 50 + 60 + 50 m

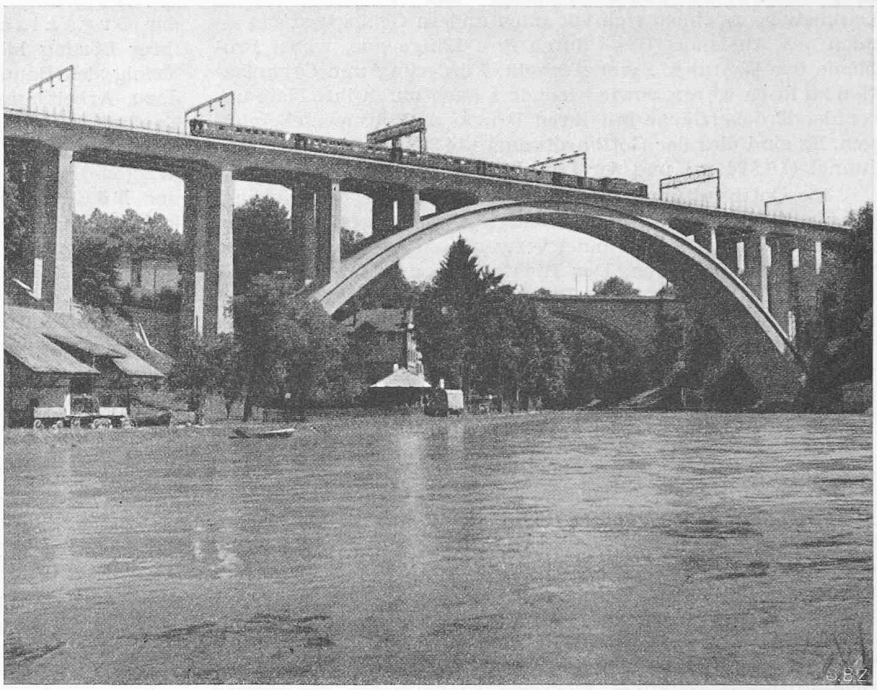


Bild 10. Eisenbetonbrücke für vier Gleise, erbaut 1938/40 als Ersatz der Brücke Bild 9. Spannweite des grossen Bogens 150 m

nügen, vorausgesetzt, dass richtig gearbeitet und satt angemauert wird. (Dies muss ausdrücklich betont werden, da von Zeit zu Zeit immer wieder die veraltete Theorie vom «Schutzraum» ausgegraben wird. Beim Ausbau des zweiten Simplontunnels mussten im Tunnel I mehrere hundert Meter gebrochenes Gewölbe in der Gebirgsdruckstrecke erneuert werden, wobei einwandfrei festgestellt werden konnte, dass die primäre Ursache des Bruches hinter dem Gewölbe gelassener Hohlraum war. Seither haben sich im Simplontunnel keine Druckerscheinungen mehr gezeigt). Im Lötschbergtunnel, dessen Ueberlagerung kleiner — 1570 m — ist, traten im Gasterngranit einige Bergschläge auf, aber von geringerer Intensität. Der Gebirgsdruck spielte hier keine wesentliche Rolle mehr. Die Grenze, bei der er merklich zu wirken beginnt, scheint somit für Granit und Gneis um diese Tiefe herum zu liegen.

Weitaus das schwierigste Problem, über das unsere Alpendurchstiche Aufschluss gaben, und mit dem sich Technik und Wissenschaft auseinandersetzen mussten, ist das der Gebirgswärme. Beim Bau eines Tunnels darf die Lufttemperatur 25° Celsius nicht wesentlich übersteigen, ansonst die Arbeitsleistung abnimmt und bei höhern Temperaturen in der stets wassergesättigten Tunnelluft die Gesundheit der Arbeiter auf die Dauer gefährdet wird. In einem solchen Falle muss für eine kräftige Lufterneuerung gesorgt werden, und da diese durch die Luftgeschwindigkeit im Stollen, die ein erträgliches Mass von 4 bis 5 m/sec nicht überschreiten darf, begrenzt ist, muss die Luft künstlich gekühlt werden, was durch Wasser am wirtschaftlichsten geschieht, wie andere Versuche — z. B. mit Eis — im Simplon gezeigt haben. Für den Ingenieur stellt sich dabei die Frage der Wärmemenge, die bei gegebener Gesteinstemperatur in der Zeiteinheit abgeführt werden muss, um die gewünschte Lufttemperatur zu erhalten. Dieses Problem wurde zum ersten Mal im Simplontunnel untersucht. Dort war, gestützt auf die Beobachtungen im Gotthardtunnel, wo die höchste Temperatur des Gesteins 30,7° C betrug (was einer geothermischen Tiefenstufe von 47 m entsprach) eine Höchsttemperatur von 42 bis 45° C angenommen worden. In Wirklichkeit überstieg sie auf über 2 km Länge 50° C und erreichte sogar ein Maximum von 55,4° C (Tiefenstufe 37 m!). Als auf der Nordseite die Temperatur in besorgniserregender Weise über die Voraussage anzusteigen begann, beauftragte die Bauunternehmung Brandt, Brandau & Cie. mit jener Aufgabe Dr. Heerwagen, Ingenieur der Firma Sulzer. Durch entsprechende Umwandlung der Differentialgleichung von Fourier für die Abkühlung eines Hohlzylinders, dessen Hohlraum auf konstanter Temperatur erhalten wird, und durch Messungen des Temperaturgefälles nach Tiefe und Zeit (der Wärmezustand ist bei einem vorwärtsschreitenden Tunnel nicht stationär) in seitlichen Bohrlöchern gelang es ihm, den stündlichen Wärmestrom in seiner Abhängigkeit vom Stollenquerschnitt und der seit dem Auffahren durch den Stollen verflossenen Zeit zu bestimmen und so die in den verschiedenen Arbeitsstadien in den Tunnel abfliessenden Wärmemengen zu berechnen. Es handelte sich hier um Wärmemengen in der Grössenordnung von etwa 3 Mio kcal/h, ohne den Zustrom der später angeschlagenen heissen Quellen[19]).

Diese Ausführungen zeigen, wie wichtig es für den Ingenieur ist, die zu erwartenden Gesteinstemperaturen im voraus zu kennen. Die Ueberschreitung der Voraussage im Simplon beschäftigte daher in der Folge Ingenieure und Geologen sowohl aus praktischem wie aus wissenschaftlichem Interesse. Dass die Temperatur mit der Tiefe zunimmt, wusste man schon lange. Auch dass die Isothermen unter den Tälern zusammen-, unter den Gebirgen auseinanderrücken, war nicht neu. Aber über die Gesetzmässigkeit dieser Erscheinung und die Faktoren, die auf sie einwirken, herrschte noch Unklarheit. Im Gotthardtunnel hatte J. Stapff über die dort angetroffenen Temperaturen genaue Statistiken aufgestellt, die für die spätere wissenschaftliche Bearbeitung des Temperaturproblems wertvoll waren. Er wertete sie aber noch unrichtig aus und leitete daraus Formeln ab, die ein falsches Bild vom Verlauf der Isothermen gaben und bei der Prognose für den Simplontunnel zu Fehlschlüssen führten. Theoretisch wurde das Problem der Beeinflussung der Form der Isothermen durch die Form der Erdoberfläche in einer durch die Erfahrungen im Simplon veranlassten Karlsruher Dissertation von E. Thoma im Jahre 1906 gelöst, die für die Differentialgleichung des stationären Wärmestromes in einem homogenen Körper eine Lösung für eine wellig begrenzte Oberfläche gab[20]). Neben der Oberflächenform haben aber auch die geologischen Verhältnisse, insbesondere die Lagerung und Schieferung der Gesteine massgebenden Einfluss auf den Temperaturverlauf, sowie das Wasser. Das hatte Stapff übersehen. Auch diese Seite des Problems wurde seither weitgehend abgeklärt durch Arbeiten von Koenigsberger, Mühlberg, Niethammer, Schardt, Lugeon u. a.[15]). Zum ersten (bis jetzt einzigen) Mal wurde für den Splügendurchstich von Prof. Koenigsberger eine Prognose nach den neuesten Me-

[19]) Die Arbeit von Heerwagen wurde nicht veröffentlicht. Auszüge sind in der in Fussnote 15 angegebenen Arbeit, sowie auch im Band «Tunnelbau», 4. Aufl. des Handbuches der Ingenieurwissenschaften zu finden.

[20]) E. Thoma: Ueber das Wärmeproblem bei wellig begrenzter Oberfläche und dessen Anwendung auf Tunnelbauten. Karlsruhe 1906. — Siehe auch Fussnote 15.

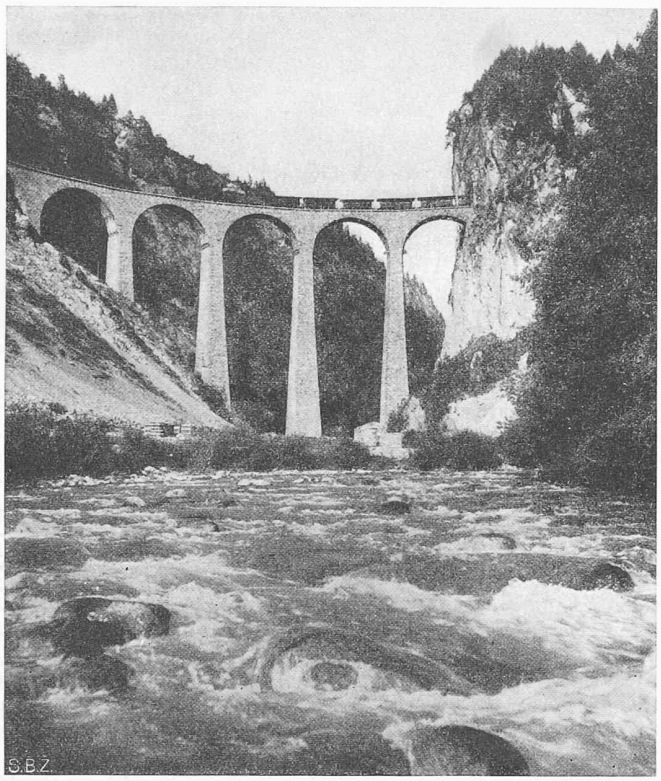


Bild 11. Landwasser-Viadukt der Albulabahn, 1901/02.
Mauerwerk, sechs Oeffnungen zu 20 m Weite

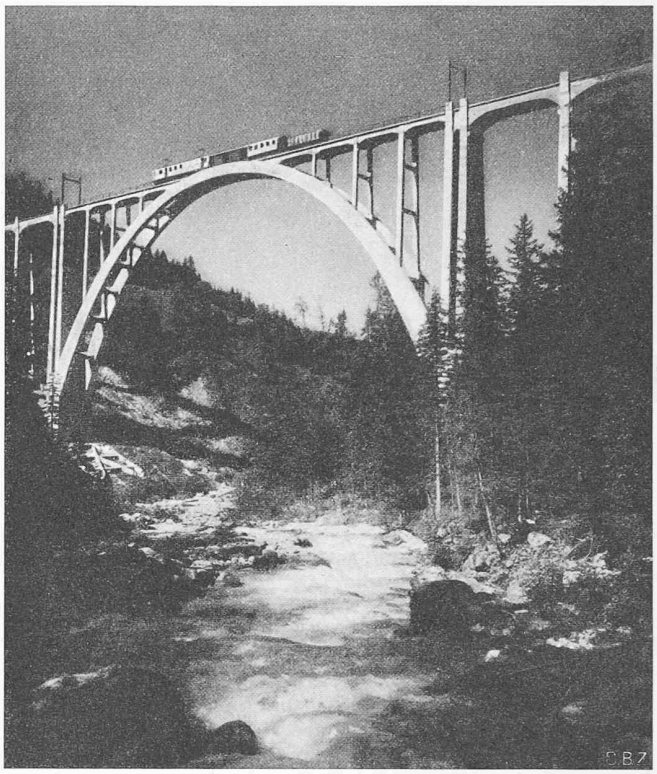


Bild 12. Langwieser-Viadukt der Chur-Arosa-Bahn, 1913/14.
Eisenbeton, Spannweite 100 m

Bilder 6, 11 u. 12 Photoglob Wehrli, Zürich

thoden aufgestellt. Da der Durchstich nicht ausgeführt wurde, fehlt leider der Nachweis der praktischen Bewährung[21]). Es sei nebenbei auch erwähnt, dass K. Pressel, Oberingenieur für die Südseite beim Bau des Simplontunnels I, später Professor in München, eine experimentelle Methode zur Bestimmung der zu erwartenden Temperaturen ausgearbeitet hat, die auf der physikalischen Tatsache fusst, dass die Differentialgleichung des stationären Wärmestromes in einem homogenen Körper auch für das Potentialgefälle in einem elektrischen Kondensator gilt.

Die erwarteten Temperaturen von 42 bis 45° C, die für einen Tunnelbau schon sehr hoch sind, hatten die Unternehmung des Simplontunnels veranlasst, erstmals das Zweitunnelsystem vorzuschlagen, das auch zur Ausführung kam. Der Parallelstollen mit seinem verhältnismässig grossen Querschnitt von etwa 7 m² erlaubte dabei grosse Frischluftmengen — bis 35 m³/sec — ohne zu grossen Druckverlust in den Tunnel zu bringen und zwar, was sehr wichtig ist, bis nahe vor Ort, so dass die ganze Luftmenge durch die Arbeitstrecken der Ausweitung und der Mauerung streicht, wobei sie im Simplon noch durch Wasser gekühlt werden musste. Der sekundäre Luftkreislauf, d. h. die Lüftung der Vortriebstrecke, für die eine kleine Luftmenge genügt, ist dabei nur kurz. Das System hat sich ausgezeichnet bewährt, und es besteht kein Zweifel darüber, dass mit einem andern System die ausserordentlichen Schwierigkeiten, die im Simplon auftraten, und die bei jedem künftigen Durchstich von solcher Länge und Tiefe zu gewärtigen sind, kaum zu überwinden gewesen wären.

Die ersten schweizerischen Tunnel wurden, wie die ersten Eisenbahnen überhaupt, durch ausländische Ingenieure von verschiedener Herkunft und mit verschiedenen Gewohnheiten und Ansichten erstellt, die hier verglichen werden konnten. Das deutschsprachige Ausland hielt seit Rziha starr an der österreichischen Tunnelbau- und Betriebsweise, während in Westeuropa die belgische bevorzugt wurde. Der Vergleich führte in der Schweiz bald zu viel freieren Auffassungen. Man erkannte hier, dass beide Bauweisen ihre Vor- und Nachteile haben, und dass je nach den besondern Verhältnissen bald die eine, bald die andere den Vorzug verdient. Aber eines wurde durch die Erfahrungen im Gotthardtunnel, der mit Firststollen aufgefahren wurde, endgültig entschieden: lange Durchstiche dürfen nur mit Sohlstollen aufgefahren werden. Auch in bezug auf die Betriebsweise, d. h. auf die Anordnung der aufeinanderfolgenden Baustadien in der Längsrichtung des Tunnels, emanzipierte sich die Schweiz von starren Regeln, wie sie z. B. im österreichischen Tunnelbau herrschten. Der dort klassisch gewordene ringweise Abbau musste hier ganz einer viel freieren, fortlaufenden Betriebsweise weichen[22]). Rziha hat den bekannten Satz geprägt, dass die Kunst des Tunnelingenieurs viel mehr darin bestehe, Druck, d. h. Bewegung beim Bau zu vermeiden, als darin, eingetretenen Druck zu überwinden. Es wurde bei uns bald erkannt, dass diese Kunst zu einem guten Teil in der zweckmässigen Wahl der Bau- und Betriebsweise bestehe. Wenn mit einer solchen schwere Druckstrecken schliesslich mit Mühe überwunden wurden, so ist das noch kein Zeugnis für richtige Wahl, im Gegenteil, die richtige Bauweise ist die, bei der keine oder möglichst wenig Bewegung auftritt. Das führte zu den Erfahrungen, die F. Rothpletz in den Satz zusammenfasste: Es muss in druckhaftem Gebirge die wichtigste Anforderung sein, die wir an die Ausbaumethode stellen, dass sie in kürzester Frist nach Aufschluss des Gebirges zum fertig ausgemauerten Tunnel führt[23]). Das ist das Kriterium für die Wahl der Bau- und Betriebsweise im Einzelfalle. Diese Erkenntnis fängt an, bzw. sie begann vor dem Kriege, auch auswärts sich Bahn zu brechen.

Als im Gotthardtunnel Zahl und Gewicht der Züge rasch zunahmen, wurde er um die Jahrhundertwende mit einer Lüftungsanlage nach dem damals in Italien und Frankreich üblichen System Saccardo versehen. Dieses System hat einen schlechten Wirkungsgrad und würde für einen so langen Tunnel wie der Simplon auch kaum ausgereicht haben. Es wurde daher hier für den Betrieb ein eigenes System eingeführt. Beide Portale von Tunnel I waren in der ersten Betriebsperiode (1906/15) durch einen Vorhang verschlossen, der nur bei der Durchfahrt eines Zuges gehoben wurde. Auf der Nordseite führten Gebläse 30 bis 35 m³/s Frischluft hinter den Vorhang, während andere auf der Süd-

[21]) C. Schmidt, A. Stella et J. Koenigsberger: Rapport sur les conditions géologiques du tunnel du Splugen. Bâle 1911.

[22]) C. Andreae: Die Bedeutung des Bausystems bei der Ausführung von Eisenbahntunneln. SBZ Bd. LXXV, 1920, und: Ueber Tunnelbau- und Betriebsweisen. «Die Bautechnik» 1926.

[23]) F. Rothpletz: Woran leiden unsere Eisenbahntunnel, wie kann abgeholfen, wie vorgebeugt werden? SBZ Bd. LXXI, 1918.

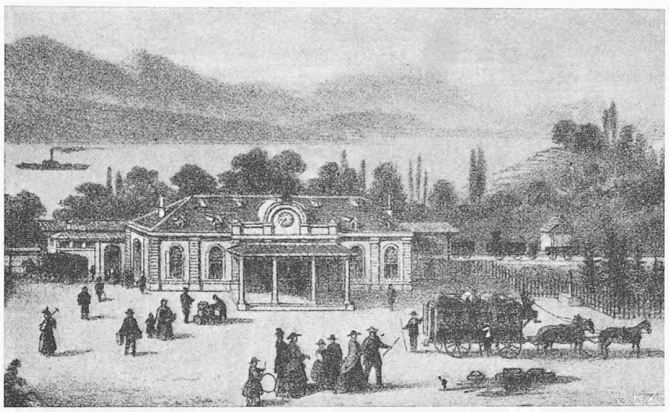


Bild 1. Erster Bahnhof von Lausanne, 1856. Ungefähr der gleiche Typus wie Basel 1845 (Bild 9, S. 346)

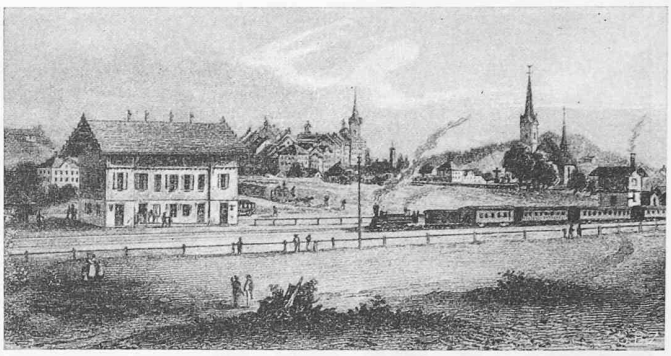


Bild 2. Wil (St. G.), 1855. Ländlicher, hausartiger Charakter, völlig anspruchslos, nicht monumentalisiert, und bei aller Gleichgültigkeit sympathisch

seite ebensoviel absaugten[24]). Es waren noch die alten, vom Bau her stammenden Ventilatoren. Sie konnten für die veränderten Querschnitte und sonstigen Verhältnisse nicht rationell arbeiten, auch war die Luftmenge zu klein, besonders für zwei Tunnel. Deshalb wurde während des Ausbaues des zweiten Tunnels im Jahre 1915 eine neue Ventilationsanlage (Bild 7) erstellt, die nur noch mit einem Vorhang und einer Ventilationsanlage — der der Nordseite — arbeitet und so bemessen ist, dass sie gleichzeitig durch jeden der beiden Tunnel 90 m^3/s Frischluft fördern kann[25]). Mit Lüftungsanlagen nach gleichem System waren anfänglich auch der Lötschberg- und der 8578 m lange Grenchenbergtunnel der Linie Münster-Lengnau versehen. In beiden, sowie auch im Gotthardtunnel erwies sich aber der natürliche Luftzug als ausreichend bei elektrischer Zugförderung. Bei den beiden erstgenannten Tunneln wurde die Lüftungsanlage später wieder ausgebaut. Die des Gotthardtunnels wurde stillgesetzt, blieb aber als Reserve für den Fall notwendigen Dampfbetriebes bestehen. Der Simplontunnel muss jedoch ständig gelüftet werden, einerseits wegen der hohen Temperaturen, anderseits wegen der den heissen Quellen entsteigenden Dämpfe, die den Oberbau angreifen und den Lokomotivführern die Sicht nehmen.

Wir können die grossen Alpendurchstiche nicht verlassen, ohne der Namen Louis Favre, Franz Lusser, E. v. Stockalper, J. Stapff (Gotthard), K. Brandt, K. Brandau, Eduard Locher, K. Pressel (Simplon I) und F. Rothpletz (Simplon I und II und Lötschberg) zu gedenken.

*

Auch der offene Linienbau hatte, ausser den Brücken, noch manche besondern Aufgaben zu lösen. Die Unebenheiten des Geländes verursachten eine sehr gewundene Linienführung mit vielen Kurven und Radien, die in ebenen Ländern unzulässig erscheinen würden (z. B. 300 m für Hauptbahnen). Es müssen bei uns auch grössere Bahnneigungen in Kauf genommen werden. (Gotthard und Lötschberg bis 27 ‰, bei Nebenbahnen weit mehr — Uetliberg 70 ‰!). Dazu kommen alle typischen Schwierigkeiten des Gebirgsbahnbaues: Lehnenbau mit seinen Gefahren, Rutschungen, Steinschlag, Lawinen usw., die Schutzbauten verlangen wie Galerien, Lawinen- und Wildbachverbauungen, Aufforstungen usw.[10]). Mit diesen Schwierigkeiten musste sich der Eisenbahnbau in andern Gebirgsländern (z. B. in Oesterreich) zwar auch auseinandersetzen, in der Schweiz jedoch in vermehrtem Masse.

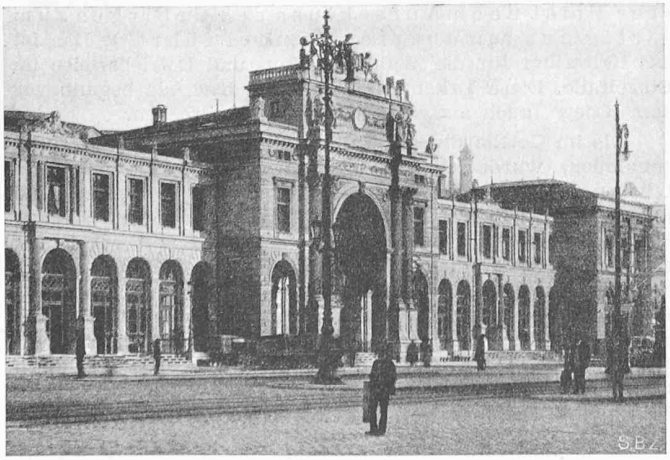
Dass auch die Schweizerischen Bahnen stetsfort auf die Verbesserung ihres Oberbaues hinarbeiteten und es weiter tun, besonders auf die Verminderung der schädlichen Wirkungen des Schienenstosses durch Einführung langer Schienen und Schweissen von Stössen, sowie auf die stete Vervollkommnung der Zugsicherungseinrichtungen, ist selbstverständlich.

Die Eisenbahn kam zu uns aus dem Ausland. Auf langen Strecken der Entwicklung ging der schweizerische Eisenbahnbau mit dem ausländischen Hand in Hand, von ihm geführt, gelegentlich auch selber führend. Auf einigen Gebieten war er jedoch durch die besondern Verhältnisse des Landes genötigt, eigene Wege zu suchen und andern voranzugehen. Dabei war er bei den verschiedensten Wissenschaften zu Gast. Er kam aber jeweilen nicht nur als Nehmender, sondern auch als Gebender; vor allem durch seine Problemstellungen, sodann aber auch durch seine Erfahrungen und Aufschlüsse. So ist in 100 Jahre langer Equipearbeit ein Werk entstanden, das bestimmt war, die Menschen einander näher zu bringen zu gegenseitigem Verstehen, zur Hebung ihres Wohlstandes, zu ihrer Freude und zum Frieden.

[Die Unterlagen zu den Bildern 7 und 8 verdanken wir dem Verfasser, jene zu den Bildern 2, 9 und 10 Dr. A. Bühler, Obering. der Abteilung für Bahnbau und Kraftwerke der SBB, Bern.]

[24]) E. Mermier: La ventilation et la réfrigération du tunnel du Simplon. «Bulletin Technique de la Suisse romande», 1907.

[25]) F. Rothpletz: Die Ventilationsanlage des Simplontunnels. SBZ Bd. LXXIII, 1919.



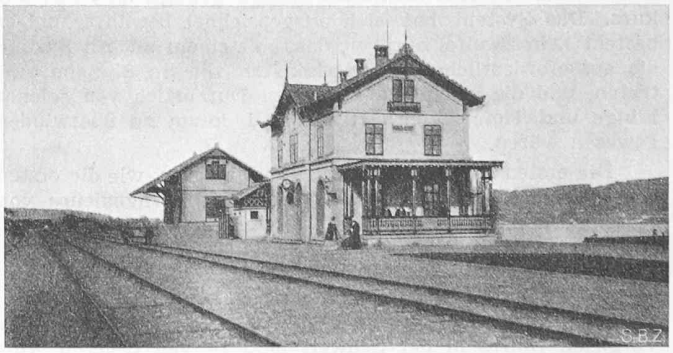


Bild 6. Bendlikon-Kilchberg, 1875. «Laideur inoffensive»; Haustypus mit schüchternen «Chalet»-Anklängen, ein Beispiel unter hunderten

Bild 5. Hauptbahnhof Zürich, 1871. Der Bahnhof als Eingangspforte der Grosstadt, und stadtbaulicher Abschluss der Bahnhofstrasse. Spätklassizismus, im Uebergang zur Neurenaissance, aber noch trocken und exakt komponiert, mit vorzüglichem, zartem Detail. Die grosszügig-klare Disposition noch heute vielen moderneren Bahnhöfen überlegen