

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 21/22 (1893)
Heft: 8

Artikel: Wengernalpbahn
Autor: Strub, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-18165>

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: 05.04.2026

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

INHALT: Wengernalpbahn. — Arbeiter-Wohnungen (Schluss). — Formeln zur Berechnung auf Knickung beanspruchter Stäbe aus Schweiss- oder Flusseisen. — Der internationale Ingenieur-Kongress in Chicago. — Die XXXIV. Hauptversammlung des Vereins deutscher In-

genieure in Barmen-Elberfeld und Remscheid vom 14.—16. Aug. (Schluss). — Miscellanea: Eisenbahnunglück bei Zollikofen. Neues Post- und Telegraphen-Gebäude in Zürich. — Nekrologie: † Achilles Thommen. † Robert Lauterburg. — Vereinsnachrichten: Stellenvermittlung.

Wengernalpbahn.

Von E. Strub.

Von allen schweizerischen Bergbahnen bietet keine dem für die Schönheiten der Natur empfänglichen Touristen grössere Genüsse und dem technischen Fachmann interessantere Belehrung, als die Bahn auf die Wengernalp. Den Reisenden versetzt sie in ein paar Viertelstunden vom Thal unmittelbar in diejenige Partie der schweizerischen Gebirgswelt, welche von den Kennern des Hochgebirges einstimmig als die imposanteste erklärt wird. Von der Wengernalp aus erreicht er ohne Anstrengung in ein bis zwei Stunden die berühmtesten Höhenpunkte des Berner Oberlandes: das Lauberhorn, den Tschuggen, den Männlichen. Auf der Wengernalp selber aber erfreut den Reisenden ein anmutiges Hirten- und Aelplerleben; man steht sozusagen mit dem einen Fuss auf Alpenflor und mit dem andern auf dem Gletscher. Mönch, Jungfrau, Eiger, scheinen auf Büchsen-schuss-Entfernung nahe gerückt, und ungläubig, seinen Augen kaum traugend, starrt namentlich der Reisende aus der Tiefebene die in nächster Nähe aufragenden eisgepanzerten Giganten an. Auge und Sinn, solch ungeheurer Bilder ungewohnt, suchen umsonst nach einem vergleichenden Masstab. Aber auch der mit solchen Eindrücken vertrautere Schweizer fühlt sich immer von neuem wieder ergriffen von der hohen Einfachheit der Natur in ihrer feierlichen Weltabgeschlossenheit.

Aber wir wollen hier keine Schilderung der Schönheiten der Wengernalp und ihres Panoramas entwerfen. Wir schreiben für den nach Belehrung suchenden Eisenbahntechniker. Diesem bietet die Wengernalpbahn viel des Interessanten; namentlich in Bezug auf den Unterbau, wie er durch die schwierige Beschaffenheit des Terrains bedingt wurde und sodann hinsichtlich der hier zum erstenmale angewandten neuen Leiterzahnstange und der beiderseitigen Beschienung des Berges.

Geschichtliches. Die glänzenden Erfolge unserer Rigibahn hatten seiner Zeit die Spekulation mächtig angeregt. Dem ersten Versuche folgten in rascher Ausführung die zwei andern Rigibahnen und die Rorschach-Heiden-Bahn. Für die beiden ersten bestand kein Bedürfnis, alle drei aber waren viel zu teuer gebaut und sind daher auch unrentabel geblieben. Gleichzeitig tauchte eine Unzahl von Projekten auf. Unter diesen befand sich selbstverständlich

auch das einer Wengernalpbahn, für welche die Konzession den Ingenieuren Ott, Gubser, Baur und Baumeister Egger im Jahre 1873 erteilt wurde. Nach dieser Konzession war für den Betrieb der den Thälern Grindelwald und Lauterbrunnen zunächst gelegenen steileren Strecken die Verwendung der vorhandenen Wasserkräfte geplant und für den der zwischenliegenden Strecke mit geringern Steigungen Lokomotivbetrieb auf Zahnstangen. Die Kosten der 16 km langen *normalspurigen* Bahn waren zu 5 700 000 Fr. veranschlagt.

Dieses Projekt gelangte nicht zur Ausführung. Die Thätigkeit auf dem Gebiete des Baues von Zahnradbahnen ruhte während 15 Jahren vollständig. Später zeigte die im Jahre 1890 eröffnete, beispiellos billig gebaute Generosobahn, wie es möglich ist, in einfacher Weise und mit geringen Mitteln eine verhältnismässig grosse Leistung zu erzielen, und da erfolgte ein neuer, nur zu intensiver Aufschwung; der Bau von Bergbahnen ist seither so eifrig betrieben worden, dass man ein langsames Tempo oder noch besser ein zeitweiliges Aufhören des Baues solcher Anlagen dringend wünschen muss. Was wird denn am Baue dieser Bahnen verdient? Die Arbeitslöhne fliessen nach Italien, den Oberbau liefert Deutschland, das Kapital aber ist Schweizergeld, zum grossen Teil das unserer gewerbthätigen Bevölkerung. Die schlechte ökonomische Lage fast sämtlicher Zahnradbahnen zwingt sie zu noch weiterem Herunterschrauben der Anlage- und Betriebskosten, zu Ersetzung des Dampfes durch Wasserkräfte. Die bedeutendste Ausgabe bei Zahnradbahnen ist der Fahrdienst; er verschlingt über $\frac{1}{3}$ der Betriebsausgaben, und hievon entfallen wiederum nahezu $\frac{1}{3}$ auf den Kohlenverbrauch. Die Transportkosten des Brennmaterials bis Grindelwald machen die dreifache Summe des Kohlenpreises loco Zeche aus. Längs der Ufer der Berner Oberland-Bahnen aber wühlen die mächtigen, wilden Wasserläufe der Lütschinen und ihre steil niederstürzenden Zuflüsse, schadenfroh neckend. Dieser Erkenntnis, Bau- und Betriebskosten in ein günstigeres Verhältnis zu den Einnahmen zu stellen, verdankt man bereits einzelne Steilbahnanlagen mit von dem bisherigen abweichenden Bau- und Betriebssystem. So haben die Erbauer der Pilatusbahn das Bruttogewicht des Zuges auf die doppelte Grösse der Zugkraft herabzusetzen verstanden. Doch wird diese Linie infolge der zu hoch gestellten Anforderungen an den Betrieb eine vereinzelte Anlage bleiben. Die Seilbahn auf das Stanserhorn sodann mit ihrer elektrischen Kraftübertragung zeigt, wie

Arbeiter-Wohnungen.

(Schluss.)

4) Ein wichtiger Punkt bei kleinern Wohnungen ist eine gute Beleuchtung. Es hängt davon vielerlei ab, woran die Bewohner kaum denken. Namentlich im Innern der Städte, in den engen Gässchen, wo auch die Wohnhäuser mit ihren schmalen Fronten dicht ineinander gedrängt sind, wird der Raum möglichst nach der Tiefe der Grundstücke ausgenützt, und Küchen, selbst Schlafkammern, werden in der Mitte des Hauses eingerichtet, wo sie nur indirektes, höchst ungenügendes Licht aus den anliegenden Zimmern erhalten. Dass von Lufterneuerung bei einer solchen Einrichtung nicht gesprochen werden kann, liegt auf der Hand. Zudem erschwert die schlechte, kaum dämmerige Beleuchtung dieser innern Räume, die gerade bei beschränkten und enggedrängten Wohnungen doppelt erwünschte Reinhaltung; die aus Mangel an Lufterneuerung ohnedies verdorbene Luft wird durch Staub und Schmutz noch mehr verunreinigt und zu einem wahren Krankheitsherd; und wenn eine Hausmutter auch Freude an Sauberkeit und Ordnung hätte, so wird sie durch die sie erschwerenden Umstände entmutigt, um so

mehr, wenn sie durch die mannigfaltige Sorge und Arbeit für eine zahlreiche Familie ohnedies fast über ihre Kräfte in Anspruch genommen ist.

Die Bestrebungen zur Verbesserung der Wohnungsverhältnisse haben zu den vielseitigsten Versuchen geführt; suchen wir das schliessliche Resultat aus denselben uns zu vergegenwärtigen. Die Arbeiterfamilien sind sowohl nach Zahl ihrer Glieder, als nach der Erwerbsfähigkeit ihrer Ernährer sehr ungleich gestellt; *es giebt also kein bestimmtes Ideal* einer Arbeiterwohnung, nach welchem man ganze Quartiere ausführen könnte, so schön sich auch der Gedanke, von weitem besehen, ausnimmt. Das Bild eines idyllischen Familienlebens in solchen ideal ausgedachten Wohnungen findet sich in Wirklichkeit höchst selten verwirklicht.*) Gleichgültigkeit gegen eine bessere Lebenshaltung, die Eingewöhnung in den von Eltern oder früherem Wohnsitz mitgebrachten Schlendrian, oft auch Mutlosigkeit oder Trägheit, drückende Sorgen um zahlreiche Angehörige sind auch bei sonst rechtschaffenem Charakter Faktoren, die solch einer idealen Lebensführung stets und überall

*) Vergl. die Wohnungsenquête in der Stadt Basel von Karl Bücher. Basel, Georg 1891.

man mit den geringsten und sparsamsten Mitteln selbst hohe Berge ersteigen kann. Ihr Betrieb wird 3 bis 4 Mal billiger zu stehen kommen wie der mittels Lokomotiven. Die Salève-Bahn aber wird ohne Zweifel als Vorläuferin für allgemeine Einführung des elektrischen Zugbetriebs angesehen werden müssen. Lokomotivfabriken, von diesem Zug der Technik beeinflusst, errichteten, wenn auch mit sauerer Miene, schon vor Jahren besondere Abteilungen für den Bau elektrischer Fahrzeuge, und nicht unwahrscheinlich ist es, dass die Glion-Naye-Bahn in der Schweiz die letzte Zahnradbahn mit Lokomotivbetrieb sein wird. Die Anlagen der Zahnradbahnen können kaum noch sparsamer eingerichtet werden: Spurweite und Kurvenradien stehen

ansteigende Seilbahn sollte nach dem System der Bürgenstockbahn betrieben werden. Für die 17,4 km lange elektrische Schmalspurbahn mit 12% Höchststeigung war Luftleitung mit Kontaktwagen vorgesehen. Der letztere, schöne Entwurf kam nicht zur Ausführung, weil Lieferanten elektr. Anlagen keine genügende Garantie für einen zuverlässigen Betrieb boten, was die Beschaffung des Baukapitals sehr erschwert hätte. Dann mangelte wohl auch für die Durchführung etwas Ausdauer und Interesse. Der Devis für die Anlage mit elektr. Betrieb sah 3 500 000 Fr. Anlagekosten und 140 000 Fr. Betriebsausgaben voraus, gegen 4 500 000 Fr. und 170 000 Fr. nach dem für das ausgeführte Projekt. In dritter Linie trat Oberst Hofer mit einem vom Oktober

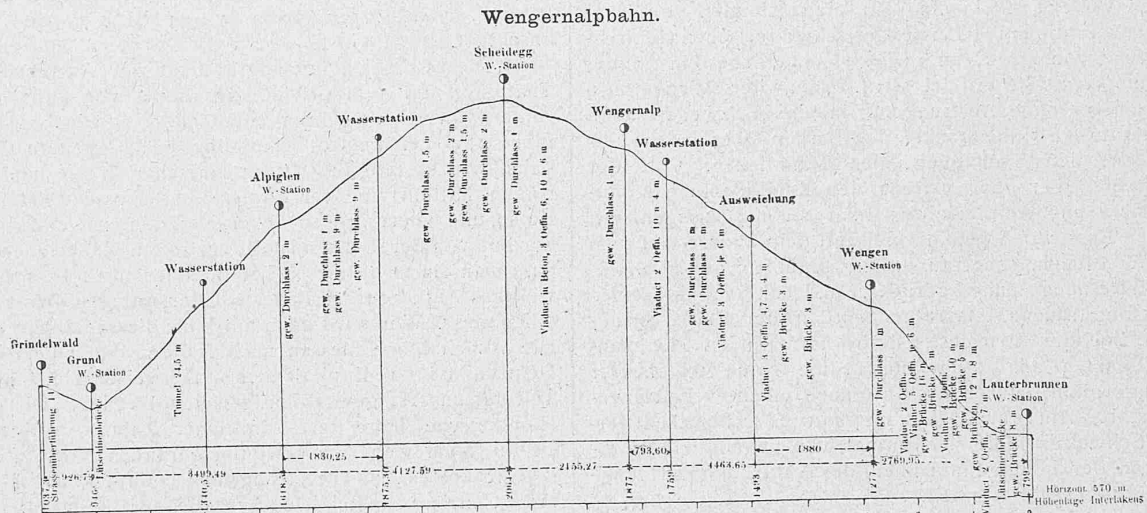


Fig. 1. Längenprofil. Masstab: Längen 1 : 12500, Höhen 1 : 25000.

jetzt schon an der Grenze des Zulässigen; die Profil-Elemente des Unterbaues hat das Eisenbahndepartement im wesentlichen festgesetzt und die von ihm gestellten Anforderungen an Bau und Betrieb steigern sich von Jahr zu Jahr.

Doch fahren wir fort in der Erzählung der Vorgeschichte unserer Wengernalpbahn.

Im August 1889 bewarben sich die Herren Pümpin & Herzog um die Konzession für eine Zahnradbahn von Grindelwald nach der Wengernalp und im September gleichen Jahres wurde von Herrn Heer-Betrix ein Konzessionsgesuch eingebracht für eine Seilbahn von Lauterbrunnen nach Wengen und eine elektrische Bahn von Wengen über die Scheidegg nach Grindelwald. Die 1100 m lange, um 60%

1889 datierten Konzessionsbegehren für eine Seilbahn von Lauterbrunnen nach Wengen auf.

Infolge Vereinbarung mit Heer zogen später die Herren Pümpin & Herzog ihr Konzessionsgesuch zurück. Heer stellte sein ursprüngliches Projekt auf eine andere Grundlage; er nahm eine durchgehende Zahnradbahn von Lauterbrunnen über die Wengernalp nach Grindelwald in Aussicht und erhielt hierfür in der Junisitzung 1890 der Bundesversammlung die Konzession.

Im August 1890 wurde die Subskription für das Kapital der Wengernalpbahn eröffnet und nach Verlauf von 2 Stunden wurden sämtliche Zeichnungsstellen geschlossen: das aufgelegte Obligationen-Kapital von 2 000 000 Fr. und dasjenige der Aktien von 2 500 000 Fr. war mehrfach über-

hemmend in den Weg treten. „Wer die Wohnungsverhältnisse der ärmern städtischen Bevölkerung durch Errichtung neuer Häuser verbessern will, für den beginnt der schwerere Teil der Aufgabe erst nach dem Bauen, und er kann *niemals durch Verkauf*, sondern *nur durch Vermietung* und rationelle Verwaltung von Miethäusern zum Ziele gelangen“ . . . „Man muss jedem Mieter den Raum so zuteilen, wie er ihn für sein eigenes Bedürfnis gerade braucht und dann ihn einer fortgesetzten wohlwollenden Ueberwachung unterstellen. Das Halten von Schlafgängern soll damit nicht unmöglich gemacht werden; im Gegenteil hat die Verwaltung da, wo dasselbe nach den Verhältnissen der betreffenden Arbeiterfamilie zweckmässig geschehen kann, diesem Bedürfnis möglichst entgegenzukommen. Nur das Wiedervermieten an ganze Familien, das Entstehen gemeinsamer Küchen und küchenloser Wohnungen, die *Ueberfüllung* soll verhütet werden. Und zwar nicht bloß die bauliche, sondern auch die sanitarische Ueberfüllung. Darum ist auch die Zahl der Schlafgänger, die ein Mieter halten darf, mit ihm genau zu vereinbaren und in unauffälliger Weise zu kontrollieren.“ *)

*) Bücher, Wohnungsquöte etc, p. 392.

„Es ist schon oft gepredigt worden gegen das System der sozialen Klassentrennung, welche die Gründung von Arbeiterquartieren am äussersten Ende der Städte unausbleiblich mit sich führt. Und dann hat man mit einem merkwürdigen logischen Widerspruch wieder geklagt, dass die arbeitende Bevölkerung nicht hinaus wolle aus den engen düstern Gässchen im Innern der Stadt in die freundlichen luftigen Wohnungen, die man doch eigens für sie hergerichtet habe. Statt den Armen einzuladen, die gewohnte Stätte zu verlassen, suche man ihn da auf, wo er wohnt, wohnen will und aus Erwerbsrücksichten vielfach auch wohnen muss. Man kaufe die alten Häuser auf, und zwar diejenigen zuerst, in denen sich die schlechtesten Wohnungen befinden, löse die schwachen, oft wucherischen Hände, in denen sie sich zu einem grossen Teile befinden, ab durch eine kapitalkräftige Gesellschaft; man schaffe den alten Schmutz hinaus, verbessere was sich an Treppen, Küchen, Abtritten, Beleuchtung etc. ohne allzugrosse Kosten verbessern lässt, und nachdem die Wohnungen in einen einigermaßen menschenwürdigen Zustand gebracht worden sind, vermiete man sie in der oben beschriebenen Weise. Man treibe dabei das Geschäftliche geschäftsmässig und lasse die Tätigkeit von Pflegern

zeichnet. Die Wengernalpbahn sollte nach dem Projekt ununterbrochenen Zahnradbetrieb haben und ausschliesslich für Touristenverkehr und Sommerbetrieb bestimmt sein.

Die Aktiengesellschaft der Wengernalpbahn hatte deren Bau samt zugehöriger Landerwerbung und Lieferung des Betriebsmaterials der Bauunternehmung Pümpin & Herzog und Frey & Haag für die Pauschalsumme von 4 000 000 Fr. übertragen. Die Unternehmer hatten demnach als Verfasser des Projektes und der Kostenvoranschläge alles Risiko zu

zu hinterlegen. Sie wurde verpflichtet, die Arbeit so zu fördern, dass die ganze Bahn bis 1. Juli 1893 zum Betriebe fertiggestellt werde. Die Konventionalstrafe wurde zu 2000 Fr. für jeden Tag Verspätung vereinbart.

Die Trace-Studien wurden vom Juli bis Ende September 1890 ausgeführt und sodann die Erdarbeiten gleichzeitig von Lauterbrunnen und Grindelwald aus mit einem Arbeitercorps von etwa 800 Mann mitte April 1891 in Angriff genommen. Bis zum Juli 1892 waren alle Erd- und Kunstbauten hergestellt. Es ist die durchschnittliche monat-

Fig. 2. Wengernalpbahn. Tracé.



Bearbeitet nach der Dufour-Karte.

1 : 100 000.

Mit Bewilligung des eidg. topogr. Bureau.

übernehmen, welches aus unrichtigen Voraussetzungen oder unvorhergesehenen Umständen und Ereignissen im Verlaufe des Baues und der Garantiezeit entstehen konnte. Die Abschlagszahlungen fanden monatlich statt. Ein Zehntel wurde von der Verwaltung als Garantie für die vollständige Erfüllung des Vertrages zurückgehalten und wird erst zur Hälfte nach vollzogener Collaudation, zur Hälfte ein Jahr nach der Betriebseröffnung an die Unternehmung ausbezahlt. Die Beträge werden von der Collaudation an zu 4⁰/₁₀₀ verzinst. Die Unternehmung hatte nach dem am 24. Juli 1890 stattgefundenen Vertragsabschluss eine Kautions von 100 000 Fr.

liche Leistung in der Herstellung des Unterbaues in zehn Monaten 1,8 km. Am 10. August 1892 erreichte die erste Lokomotive die Scheidegg.

Die Grunderwerbungsstabellen enthalten im ganzen 145 Parzellen, wovon auf die Gemeinde Grindelwald 41 und auf die Gemeinde Lauterbrunnen 104 entfallen. Wegen Ueberforderung oder sonstigen Gründen mussten 50 Fälle der eidg. Schatzungskommission überwiesen werden, deren Entscheid, einen einzigen Fall ausgenommen, zu Ungunsten der Exproprianten ausfiel. Die Entschädigungsforderungen beliefen sich im ganzen auf 2 068 000 Fr., zuerkannt wur-

nebenher gehen, oder besser sie das eigentlich gemeinnützige Mittelglied zwischen Vermieter und Mietern bilden.“*)

Zum Schluss sei noch auf die segensreichen Erfolge hingewiesen, welche die schon genannte Miss Octavia Hill in ihrer Fürsorge für die Aermsten Londons erreicht hat. Ihr leitender Grundsatz ist, die unbemittelten Familien mit gesunden und billigen Wohnungen zu versorgen, ohne sie durch Unterstützung zu demoralisieren. Ihre Häuser bringen eine gute Verzinsung ein, einige vier, die meisten fünf Prozent und ausserdem wird noch eine Entschädigung für das Einsammeln der Miete erzielt. So ruht ihr Unternehmen auf „geschäftlicher Grundlage“. Octavia Hill führt das gute finanzielle Ergebnis auf zwei Gründe zurück: die Umgehung von Mittelspersonen und strenges Fordern pünktlicher Zinszahlung. Diese Strenge, sagt sie, sei das beste Erziehungsmittel. Ausserdem wird für jedes Haus jährlich eine bestimmte Summe für Ausbesserungen festgesetzt. Wird diese Summe nicht verbraucht, so wird der Rest zu Verbesserungen nach den Wünschen der Mieter verwendet. Dies Verfahren hat ausgezeichnete Folgen gehabt, da die Mieter,

welche sonst unsäglich roh gewesen seien und in rücksichtslosester Weise alles zerschlagen hätten, zur Achtsamkeit und zu schonendem Verfahren geführt worden seien.

Octavia Hill baut nicht nur neue Häuser, sondern kauft auch alte an, bringt sie wieder in ordentlichen Zustand und vermietet sie weiter. Welche Art von Häusern sie zuweilen angekauft hat, ergibt sich aus der Thatsache, dass in einigen gleichzeitig erworbenen Häusern von 192 Fensterscheiben nur 8 unzerbrochen waren oder aus folgender Schilderung: „Der Bewurf fiel von den Wänden, auf einer Treppe war ein Eimer hingestellt, um den Regen aufzufangen. Alle Treppen völlig dunkel, das Gelände von den Mietern als Heizmaterial verbrannt etc. Diesem Zustand entsprachen die Sitten der Mieter . . .

„Es ist schwer, den Segen, welchen diese seltene Frau der unbemittelten Londoner Bevölkerung gebracht hat, genügend zu würdigen. Ehre ihr und ihren edeln Helferinnen, die uneigennützig und selbstlos eine so mühevollen und keineswegs angenehme Arbeit unternommen haben.“*) J.B.

*) Bücher p. 333.

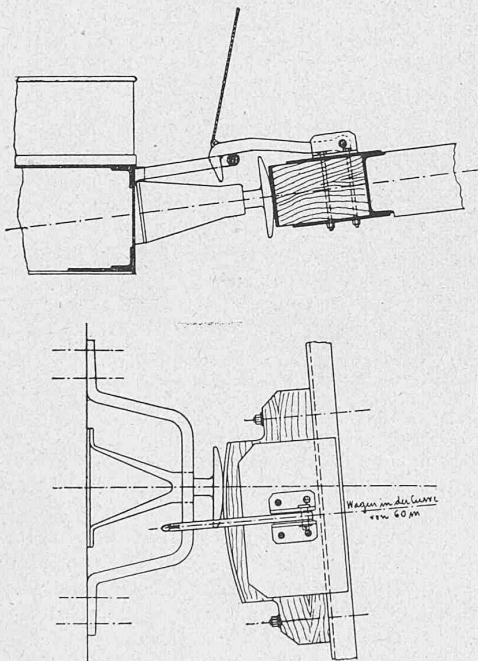
*) Ruprecht, die Wohnungen der arbeitenden Klassen in London, p. 113.

den 363,000 Fr. Demnach betragen die Mehrforderungen 470%. Der Preis eines Quadratmeters Land stellt sich danach auf 20 Cts. bis 300 Cts., je nach der Lage und Beschaffenheit desselben.

Bau.

Trace. Die Bahn hat die Bahnhöfe in Lauterbrunnen und Grindelwald gemeinschaftlich mit denjenigen der Berner Oberland-Bahnen. Nach dem Verlassen des Bahnhofes Grindelwald und Unterführung der Kantonsstrasse wendet sich die Linie nach der Lüttschine, indem sie zu der um 91 m tieferliegenden Thalsole „Grindelwald-Grund“ herabsteigt, wo die Werkstätte und Remisen gebaut sind und wo die Züge mittels einer Spitzkehre gewendet werden. Hier beginnt die Bergfahrt auf schwach gekurvtem, schön gestrecktem Trace durch den Brandeggwald nach Alpiglen. Ungefähr in der Mitte zwischen dieser und der untern Station liegt der einzige und kurze Tunnel der Bahn, ein wegen den ungünstigen Rauchverhältnissen längerer Tunnels

Fig. 3 und 4. Kuppelung zwischen Lokomotive und Wagen.



hoch zu schätzender Vorzug einer Zahnradbahn. Weiter zieht sich die Bahn, mit nur 10,85% mittlerer Steigung, dem gewellten Alpenrosen-Terrain ohne viele Kurven sich anschmiegend zur Station Scheidegg. Von hier fällt die Bahn wieder mässig bis zur Wengernalp und wendet sich dann nördlich über Faulenwasser, Blesswald und Grossenmatte und den Bergsturz nach dem Dorfe Wengen, die letzte Zwischenstation. Hierauf wendet sich das Trace wieder südwärts und gewinnt mit 25% Gefälle und starker Entwicklung, zahlreiche Kunstbauten passierend, die Thalsole.

Die schwierigste Partie des Trace liegt zwischen Lauterbrunnen-Wengen. Schwierig war sie schon durch die gestellte Aufgabe, bei der grossen Höhendifferenz Wengen mit nicht über 25% Steigung zu erreichen. Dann mussten mehrere Wildbäche mit schluchtförmigem Bett, ab sehr steilem Hange schiessend, überbrückt werden. Auf der Strecke Grindelwald-Scheidegg verursachte mehr Schwierigkeit die Entwässerung einiger Anschnitte mit ihren versteckten Wasserläufen und dem bei nasser Witterung haltlos werdenden Material.

In folgender Zusammenstellung sind die wesentlichen Daten in Bezug auf Längen-, Höhen- und Steigungsverhältnisse der einzelnen Strecken enthalten:

Höhe	Steigung mittlere %	Fahrzeit Min.	Stationen	Entfernung horizontal	
				vom Anfangspunkt	von Station zu Station
799			Lauterbrunnen	0	
1277	17,25	25	Wengen	2770	2770
1877	13,44	41	Wengernalp . .	7234	4464
2064	8,21	17	Scheidegg . . .	9389	2155
1618	10,85	32	Alpiglen	13498	4109
946	19,27	33	Grund	16985	3487
1037	9,82	8	Grindelwald . .	17912	927

Die **Spurweite** ist die seit dem Baue der Pilatusbahn allgemein angenommene von 80 cm. In den Kurven von 200 m Radius ist die Spur um 2 mm, bei 100, 80 und 60 m R. um 4 mm vermehrt, was durch Verwendung von zwei Sorten Klemmplättchen bewerkstelligt wurde. In den Kurven ist der äussere Strang überhöht und zwar bei 200 m R. um 10, bei 100 um 20, bei 80 um 25 und bei 60 m R. um 30 mm.

Man kann bis jetzt nicht geradewegs behaupten, die 80 cm Spur habe sich nicht bewährt, andererseits lässt sich dreist sagen, dass für Bahnen mit Schotterbettung eine grössere Spur, etwa 90 cm besser wäre, indem bei gleichem Materialaufwand eine grössere Widerstandsfähigkeit erzielt wird. Denn eine gewisse Kronenbreite, etwa 2,7 bis 3 m müssen die Erdarbeiten haben, um stabil und ökonomisch in der Unterhaltung zu sein und darauf lässt sich ebensogut ein Geleise von 90 wie von 80 cm legen. Dabei bleibt das Verhältnis der Nutzlast zur toten Last bei beiden Spurmassen unverändert. Die Behauptung, die schmalere Spur gestatte ein besseres Anschmiegen an das Terrain, sie lasse schärfere Kurven zu, dürfte doch in Frage gestellt werden, indem das zulässige Minimum des Kurvenhalbmessers vielmehr von dem Radstand der Fahrzeuge abhängt, der stets dem Bedürfnis angepasst werden kann. Uebrigens hat sich ergeben, dass 60 m Kurven auf 25% Steigung eine etwas gewaltsame Leistung sind und es ist vorzuziehen, nicht unter 70 bis 80 m herabzugehen. Eine breitere Basis wäre aber erwünscht, vornehmlich wegen der grösseren Stabilität gegen Winddruck. Die schmale Basis, verbunden mit der ungleichmässigen, von der variablen Bahneigung herrührenden Verteilung des Lokomotivgewichtes erheischen eine penible Abfederung derselben. Wird diese unterlassen, so leidet die Stabilität des Ganges der Lokomotive, wozu sich einseitiges Scharflaufen der Spurräder gesellt, indem das leichter belastete Rad aufzusteigen sucht und der Spurräder des schwerer belasteten Rades von der Schiene abgedrückt wird.

Kurven. Als Tracierungsmaximum ist der übliche Radius von 60 m eingehalten worden, mit dem auch die zahlreichen Weichen konstruiert sind. Ausserdem kommen Kurven von 80, 100 und 200 m vor. Die ganze Bahn enthält nur 6187 m Kurven oder 34,5% der Gesamtlänge, ein Beweis, dass die Horizontalprojektion der W. A. B. nicht ungünstig beschaffen ist. Die Kurven mit dem kleinsten Radius entsprechen einer Länge von 2660 m d. s. 43% der Gesamtkurvenlänge. Sie konnten leider auf der Maximalsteigung nicht wohl umgangen werden. Die Länge der Geraden zwischen den Anfangspunkten zweier Krümmungen beträgt mindestens eine Schienenlänge. Die Gefällsbrüche sind mit einem Radius von wenigstens 300—400 m abgerundet. Auch damit wurde etwas weit gegangen; bei Gefällsaurundungen von weniger als 500 m kann die Fahrgeschwindigkeit kaum noch gleichmässig eingehalten werden. Da die Bogenanfänge und Enden im allgemeinen nicht mit einem Schienen-, bzw. Zahnstangenstoss zusammenfallen,

so war eine besondere Einteilung bei den Bogenübergängen notwendig; die durch Verwendung von Segmenten mit entsprechend grösserem Radius bewerkstelligt worden ist.

Steigung. Die Maximalsteigung, 25%, kommt im ganzen nur auf 1590 m oder 11,2% der ganzen Länge vor. Die durchschnittliche Steigung Lauterbrunnen-Scheidegg beträgt 13,5% und die von Grund-Scheidegg 14,7%. Grund liegt um 147 m und Grindelwald um 238 m höher als Lauterbrunnen. Gegengefälle kommen nirgends vor. Die Stationen Lauterbrunnen-Wengernalp, Scheidegg, Grund und Grindelwald liegen horizontal. Die Station Wengen hat 7% und Alpiglen 2% Neigung. Die schwächste Steigung auf offener Bahn beträgt 3%. Diese Verhältnisse nötigten zur Kuppelung der Fahrzeuge auf den horizontalen und schwach geneigten Strecken, da sonst bei der Bergfahrt der Wagen leicht vorprallen und bei der Thalfahrt leicht zurückbleiben und aufrennen könnte. Vor der Befahrung jener Strecken wird der Kuppelungshaken (Fig. 3 u. 4) mittels eines über das Wagendach geführten Drahtseilzuges vom Kondukteur heruntergelassen. Obwohl sich bis dahin diese Kupplung bewährt hat, so ist doch nicht zu verkennen, dass die Fahrt ruhiger und der Betrieb einfacher sein würde, wenn sowohl auf offener Strecke wie auf den Bahnhöfen eine Neigung von wenigstens 4% möglich gewesen wäre. Dadurch würden auch die in die Station hineinragenden vertikalen Uebergangskurven und die Stationslängen zwischen den Steilrampen verkürzt.

Die grosse Entfernung Wengen-Wengernalp forderte in der Mitte in Rücksicht auf möglichst ungehinderte Cirkulation der berg- und thalwärts fahrenden Züge die Anlage einer Kreuzungsstelle mit Bude für den Telegraphisten. Dieser Umstand ist ein nicht unwesentlicher Faktor des Betriebes; es sollten daher schon bei der Projektverfassung einer Bahn Fahrplanentwürfe aufgestellt werden, weil nachträglich Unterbau- und Steigungsverhältnisse wohl die Einschaltung von Schiebebühnen, nicht immer aber von diesen weit vorzuziehenden Zahnstangenweichen ermöglichen würden. (Fortsetzung folgt.)

Formeln zur Berechnung auf Knickung beanspruchter Stäbe aus Schweiss- und Flusseisen.

Von Prof. L. Tetmajer in Zürich.

In einer Abhandlung der Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins vom 23. Juni l. J. (Nr. 25, Seite 358) liefert Herr R. F. Mayer, Suppleant an der k. k. technischen Hochschule in Wien, unter Benützung unserer Knickungsformeln einen beachtenswerten Beitrag zur Dimensionenberechnung auf Knickung beanspruchter Stäbe in Eisenkonstruktionen.

Bezeichnet in t pro cm^2

- β_k die Knickspannung,
- σ_k die zulässige Inanspruchnahme auf Knickung, mit
- β_d die Druckfestigkeit,
- σ_d die zulässige Inanspruchnahme des Eisens auf Druck; bezeichnet endlich
- α den Abminderungskoeffizienten der zulässigen Druckspannung wegen Knickgefahr, so wäre

$$\sigma_k = \alpha \cdot \sigma_d,$$

worin nach Mayers Ermittelungen α zu setzen wäre
bei Schweisseisen; Flusseisen.

für Stäbe mit Längenverhältnissen $l:k = 10$ bis 110

$$\alpha = 1 - 0,0043 \frac{l}{k}; \quad = 1 - 0,0036 \frac{l}{k},$$

für Stäbe mit Längenverhältnissen $l:k \geq 110$

$$\alpha = 6500 \left(\frac{k}{l}\right)^2; \quad = 6900 \left(\frac{k}{l}\right)^2,$$

wenn l die freie Knicklänge,
 k den Trägheitshalbmesser des Stabquerschnitts in der Knickrichtung bedeutet.

In dieser Form der Wiedergabe unserer Versuchsergebnisse liegt eine Fehlerquelle vor, die vorstehende Formeln

mit der Schwarz-Rankine'schen teilen, und welche in ihren Konsequenzen zu einer unbewussten Abminderung des angenommenen Sicherheitsgrades der gedrückten Organe der Konstruktion führen kann. In der Schwarz-Rankine'schen Formel

$$\sigma_k = \frac{\sigma_d'}{1 + \eta \left(\frac{l}{k}\right)^2},$$

ist, wie wir s. Z. nachgewiesen haben*), für das schmiedbare Konstruktionseisen σ_d' nicht eigentlich die zulässige Inanspruchnahme auf Druck, sondern ein Wert $<$ als diese, welchen der Konstrukteur Fall für Fall unter zu Grundelegung des Erfahrungskoeffizienten und des gewählten Sicherheitsgrades zu ermitteln hat, während man wohl mit Recht gewohnt ist, die auf Grundlage irgend eines der bekannten Verfahren ermittelte Grösse der zulässigen Inanspruchnahme auf Zug, derjenigen auf Druck und Biegung gleichwertig anzusehen und in die Dimensionenberechnung von Eisenkonstruktionen einzustellen ($\sigma_z = \sigma_d = \sigma_b$). Gleiches gilt von den Mayer'schen Formelgruppen, sofern σ_d nicht auch Fall für Fall ermittelt, sondern etwa, wie dies wohl in der Regel auch geschieht, der zulässigen Inanspruchnahme des Eisens auf Zug gleichwertig angenommen wird. Wie uns scheint ist dieser Punkt in der Mayer'schen Abhandlung nicht genügend scharf hervorgehoben, obschon bei Anlass der Konstanten-Bestimmung angeführt wurde, dass für seine Formelgruppe

$$\sigma_d = \frac{A}{n}$$

bedeutet, worin

A nach unseren Ermittelungen für Schweisseisen: 3,03 t ,
für Flusseisen: 3,21 t pro cm^2 zu setzen wäre und
 n den gewählten Sicherheitsgrad der Konstruktion bedeutet.

Die Gültigkeitsgrenzen unserer Knickungsformeln sind angegeben. Man weiss, dass dieselben für Stäbe mit Längenverhältnissen $l:k < 18$ (vergl. das 4. Heft unserer offiziellen Mitteilungen, S. 167 — 168) keine Gültigkeit mehr besitzen, dass vielmehr für Stäbe mit Längenverhältnissen $l:k < 18$ die Knickfestigkeit in Druckfestigkeit übergeht, für welche verschiedene Experimentatoren sehr verschiedene Zahlenwerte angegeben haben. Wir erinnern nur an Bauschingers einschlägige Arbeiten, aus welchen für das Schweisseisen eine Druckfestigkeit schwankend zwischen 3,5 und 5,5 t pro cm^2 resultiert, während amerikanische Ingenieure für diese schlechtweg 3,0 t pro cm^2 setzen. Nach unsern Erfahrungen (vergl. das 4. Heft, S. 50—81) ist die Druckfestigkeit des schmiedbaren Konstruktionseisens angenähert der Zugfestigkeit gleich; bei Anstrengungen über dieses Mass des Kohäsionswiderstandes hinaus, tritt das Eisen in eine Zustandsform plastischer Deformabilität, die sich in der Zugprobe durch lokales Zerfliessen, durch Kontraktionserscheinungen, die Vorläufer der Trennung der Teile, des eigentlichen Bruches, geltend macht. Die Resultate unserer Beobachtungen begründen somit auch die Berechtigung, die zulässige Inanspruchnahme des Eisens auf Zug jener auf Druck gleich zu setzen und als numerisch gleichwertig zu behandeln.

Anlässlich der Beratungen des Entwurfs der schweiz. Brückenverordnung haben wir in einer unberücksichtigt gebliebenen Eingabe vom 26. Januar 1892 das techn. Inspektorat schweiz. Eisenbahnen auf die Sachlage in eingehender Weise aufmerksam gemacht und zur Berücksichtigung der Knickgefahr die Einführung von Abminderungskoeffizienten der zulässigen Inanspruchnahme auf Druck (gleich jener auf Zug und Biegung) schon deshalb empfohlen, um das anderseits aufgebrachte Korrektiv der Inanspruchnahme auf Druck bei Stäben mit Knickgefahr ($l:k \leq 18$) aus der Welt zu schaffen, durch welches Konstruktionen entstehen können, deren gedrückte, also durch die Möglichkeit seitlicher Ausweichungen stets in höherem Masse gefährdeten Organe einen geringern Sicherheitsgrad aufweisen als die gespannten, was ebenso unlogisch als unrationell ist.

Die Forderung gleicher Sicherheit für sämtliche

*) Vergl. die Anmerkung auf Seite 169 des 4. Heftes unserer offiziellen Mitteilungen.