

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: 09.02.2026

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 Gebirgs-welt, 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 trauend, starrt namentlich der Reisende aus der Tiefebene die in nächster Nähe aufragenden eisgepan-zerten Giganten an. Auge und Sinn, solch ungeheuer Bilder ungewohnt, suchen umsonst nach einem vergleichen-den Maßstab. Aber auch der mit solchen Eindrücken ver-trautere Schweizer fühlt sich immer von neuem wieder er-griffen von der hohen Einfachheit der Natur in ihrer feier-lichen Weltabgeschlossenheit.

Aber wir wollen hier keine Schilderung der Schön-heiten der Wengernalp und ihres Panoramas entwerfen. Wir schreiben für den nach Belehrung suchenden Eisenbahn-techniker. 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 Rigi-bahn 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 un-rentabel 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. ver-anschlagt.

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 Generoso-bahn, wie es möglich ist, in einfacher Weise und mit ge-ringem 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 langsameres Tempo oder noch besser ein zeit-weiliges 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 gewerbsthätigen Bevölkerung. Die schlechte ökonomische Lage fast sämtlicher Zahnradbahnen zwingt sie zu noch weiterem Herunterschrauben der Anlage- und Betriebskosten, zu Ersetzung des Dampfes durch Wasser-kräfte. 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 Kohlen-verbrauch. Die Transportkosten des Brennmaterials bis Grindelwald machen die dreifache Summe des Kohlenpreises 100 Zeche aus. Längs der Ufer der Berner Oberland-Bahnen aber wühlen die mächtigen, wilden Wasserläufe der Lütschinen und ihre steil niederstürzenden Zuflüsse, schaden-froh 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 herabzu-setzen verstanden. Doch wird diese Linie infolge der zu hoch gestellten Anforderungen an den Betrieb eine verein-zelte 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 ausgenutzt, 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 Beleuch-tung dieser innern Räume, die gerade bei beschränkten und enggedrängten Wohnungen doppelt erwünschte Reinhaltnng; 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.

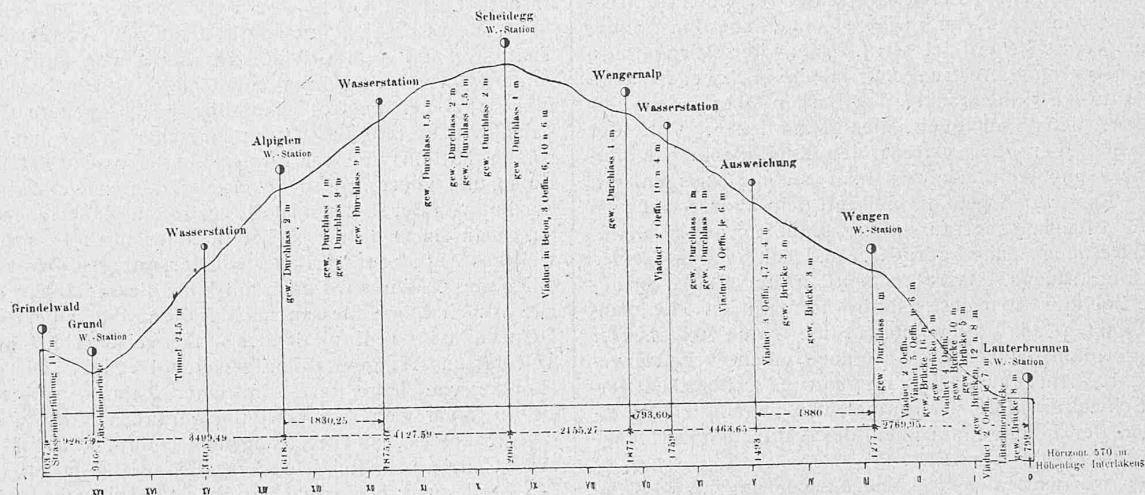
Die Bestrebungen zur Verbesserung der Wohnungs-verhältnisse haben zu den vielseitigsten Versuchen geführt; suchen wir das schliessliche Resultat aus denselben uns zu vergegenwärtigen. Die Arbeiterfamilien sind sowohl nach Zahl ihrer Glieder, als nach der Erwerbsfähigkeit ihrer Er-nährer sehr ungleich gestellt; es gibt 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 Lebenshal-tung, die Eingewöhnung in den von Eltern oder früherm 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 sauerfüßer 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

Wengernalpbahn.



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 fertigerstellt 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 Kunstdämmen hergestellt. Es ist die durchschnittliche monat-

Fig. 2. Wengernalpbahn. Tracé.



Bearbeitet nach der Dufour-Karte.

1 : 100 000.

Mit Billigung des eidg. topogr. Bureaus.

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 zurückbehalten 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 4% verzinst. Die Unternehmung hatte nach dem am 24. Juli 1890 stattgefundenen Vertragsabschluss eine Kaution von 100000 Fr.

nebenher gehen, oder besser sie das eigentlich gemeinnützige Mittelglied zwischen Vermieter und Mietherrn 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 Mittelpersonen 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. Dieses Verfahren hat ausgezeichnete Folgen gehabt, da die Mieter,

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

Die Grunderwerbungstabellen 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 Entschädigungsförderungen beliefen sich im ganzen auf 2068000 Fr., zuerkannt wur-

welche sonst unsäglich roh gewesen seien und in rücksichtsloser 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, ergiebt 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 Geländer von den Mietherrn 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 edlen Helferinnen, die uneigennützig und selbstlos eine so mühevolle und keineswegs angenehme Arbeit unternommen haben.“*) J.B.

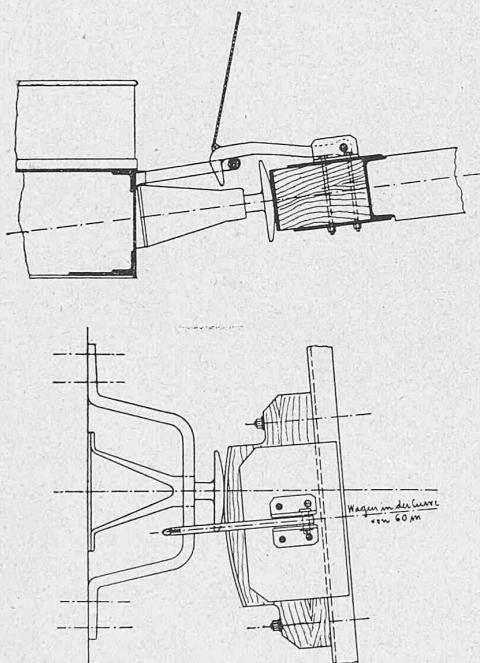
*) Ruprecht, die Wohnungen der arbeitenden Klassen in London, p. 113.

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 Lütschine, indem sie zu der um 91 m tieferliegenden Thalsohle „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 gekrümmtem, 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 anschmiegender zur Station Scheidegg. Von hier fällt die Bahn wieder mässig bis zur Wengernalp und wendet sich dann nördlich über Faulenwasser, Blessiwald 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 Thalsohle.

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 schluchtformigem 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 hältlos werdenden Material.

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

Höhe über Meer	Steigung mittlere %	Fahr- zeit Min.	Stationen	Entfernung horizontal	
				vom Anfangspunkt	vom Station zu Station
799	478	17,25	25	Lauterbrunnen . . .	0 2770
1277	600	13,44	41	Wengen . . .	2770 4464
1877	187	8,21	17	Wengernalp . . .	7234 2155
2064	446	10,85	32	Scheidegg . . .	9389 4109
1618	672	19,27	33	Alpiglen . . .	13498 3487
946	91	9,82	8	Grund . . .	16985 927
1037				Grindelwald . . .	17912

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, anderseits 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 ebenso gut 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 Bahnneigung herrührenden Verteilung des Lokomotivgewichtes erheischt eine penible Abfederung derselben. Wird diese unterlassen, so leidet die Stabilität des Ganges der Lokomotive, wozu sich einseitiges Scharflaufen der Spurkränze gesellt, indem das leichter belastete Rad aufzusteigen sucht und der Spurkranz 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 Gesamtkurvrlänge. 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 Gefällsaufrundungen 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 aufrinnen 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 Kuppelung bewährt hat, so ist doch nicht zu erkennen, 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 Übergangskurven 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 1. 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 Ermittlungen 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 Trägheitshalbesser 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 Erfahrungskoeffizient 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 ($\sigma_z = \sigma_d = \sigma_b$). Gleches gilt von den Mayer'schen Formelgruppen, soferne 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 Ermittlungen für Schweisseisen: $3,03\text{ t}$,

für Flusseisen: $3,21\text{ t}$ 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 $5,5\text{ t}$ pro cm^2 resultiert, während amerikanische Ingenieure für diese schlechtweg $3,0\text{ t}$ 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 geringeren 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.