Die Kraftanlagen, Leitungen und Fahrzeuge der Jungfraubahn

Autor(en): **Strub, E.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **29/30 (1897)**

Heft 3

PDF erstellt am: **28.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-82489

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

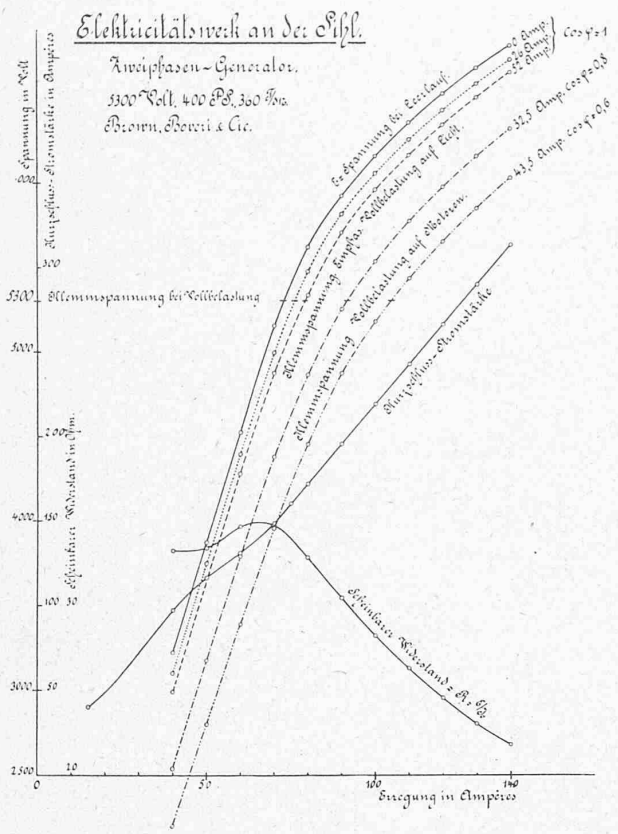
Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

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

http://www.e-periodica.ch

Eine Polbewickelung mit gewöhnlichem, isoliertem Runddraht würde bei der vorhandenen Umfangsgeschwindigkeit durch Uebereinanderschieben der Drähte unbedingt bald

Fig. 39.



eine Zerstörung der Isolation durch Reibung und Druck erfahren haben. Die Herren Brown, Boveri & Cie. wählten daher eine Bewickelung mit über Hochkante spiralförmig gebogenen blanken Kupferstreifen, deren einzelne Windungen durch kräftige Zwischenlagen schellakierten Papiers isoliert sind. Der Druck der Centrifugalkraft wirkt daher nur auf die breite Fläche dieser Bänder und des Papiers, und wird aussen durch einen vorgelegten Stahlring aufgenommen, der seinen Rückhalt an den Vorsprüngen des rechteckigen Polschuhs findet.

Bemerkenswert ist die kegelförmige Gestaltung des die Pole tragenden Magnetkranzes, welche behufs Unterbringung des obern Halslagers in Höhe der Pole gewählt ist; auf diese Weise ist der unschöne Aufbau eines Lagers *über* dem Magnetkranz vermieden. Lagerung und Festigkeitskonstruktion der Pole und ihrer Bewickelung haben sich bis jetzt bewährt, und bei zufälligem „Durchbrennen" der Turbine (Oeffnung aller Zellen bei Leerlauf) sowohl als bei durch Unvorsichtigkeit entstandener Ausbrennung des Weissmetalls eines obern Lagers einige harte, unfreiwillige Proben bestanden.

Der Anker, dessen Bleche aus Stücken zusammengesetzt und in zwei Horizontalschichten behufs Ventilation unterbrochen sind, ist als Lochanker gebaut; die Löcher sind zunächst mit erheblich über den Anker vorstehenden, aus Mica und Papier mit Schellak geleimten Röhren isoliert, durch welche die Wickelung gesteckt ist. Diese erzeugt direkt Hochspannung von 5000 Volt. Um die Gefahr der Zerstörung durch Blitz für die Hochspannungswickelung zu vermindern, wurde das Ankergestell von der Erde isoliert durch Zwischenlage sehr starker Scheiben und Büchsen aus Stabilit zwischen Gestell und Bolzenbefestigung an dessen Tragfüssen, wogegen dann zum Schutz der Maschinisten im ganzen Lokale ein isolierender Holzboden angebracht und die benachbarten an Erde liegenden Maschinenteile (Drosselklappentrieb) durch Holzummantelung vor direkter Berührung geschützt sind.

Für die *Erreger* hätte ein Antrieb mit separaten Turbinen den Vorteil, von einer Steigerung der Tourenzahl der Generatorturbinen nicht beeinflusst zu werden, und damit eine gewisse Garantie gegen allzugrosse Steigerung der Spannung in solchen Fällen geboten; wegen Platzmangels und hoher Kosten wurde jedoch hievon abgesehen und die Erreger mittels Riemen von der Generatorwelle angetrieben. Es sind Zweipolmaschinen des Manchester-Typs mit vertikaler Welle, an der äussern Wand des Maschinensaals aufgestellt. Aus der Ansicht des Maschinensaals (Fig. 36 letzter Nummer) sowie dem Querschnitt des Maschinenhauses (Fig. 33 letzter Nummer) ist diese Anordnung ersichtlich. Jeder Erreger wird separat durch Handwiderstand im Nebenschluss reguliert.

Der Wirkungsgrad der Generatoren ist zu 92 $^1/_2$% einschliesslich Erregung bei Vollbelastung garantiert; mangels Turbinenbremsung konnte derselbe nicht genau festgestellt werden; die gleichzeitigen Versuche mit Turbinen und Dynamos, sowie die übrigen vorgenommenen Messungen und Rechnungen lassen indessen erkennen, dass dieser Wirkungsgrad voraussichtlich erreicht sein dürfte. Die Hauptverluste liegen, des geforderten geringen Spannungsabfalls wegen, im Ankereisen.

Spannungsabfall und Erregungssteigerung wurden bei Wasserbelastung direkt ermittelt; aus Versuchen über die Kurzschlussstromstärke (welche das fünf- bis sechsfache des maximalen Betriebsstroms beträgt) wurden nach bekannter Methode die übrigen in den Kurven der Fig. 35 eingetragenen Resultate berechnet. Der Spannungsabfall bei gleichbleibender Tourenzahl und Erregung hat vom Leerlauf bis zur Vollbelastung die bemerkenswert kleinen Werte von

4.9 % bei einphasiger Belastung auf Wasserwiderstände.
11,1 % bei zweiphasiger Belastung mit cos $\varphi = 0{,}8$.
15,3 % „ „ „ „ „ $= 0{,}6$;

die Erregungssteigerung zur Erhaltung der Spannung bei gleichbleibender Tourenzahl beträgt unter vorigen Verhältnissen bezw. 8%, 25% und 44%. (Fortsetzung folgt.)

Die Kraftanlagen, Leitungen und Fahrzeuge der Jungfraubahn.

Von *E. Strub.*

Die *Kraftanlagen* der Jungfraubahn bieten weniger vom hydraulischen als vom elektrischen Standpunkte viel interessantes und wie bei jedem Entwurf einer elektrischen Centrale für den Bahnbetrieb trat auch hier eine grosse Anzahl von Fragen auf, deren Beantwortung verwickelte Verhältnisse erschwerten.

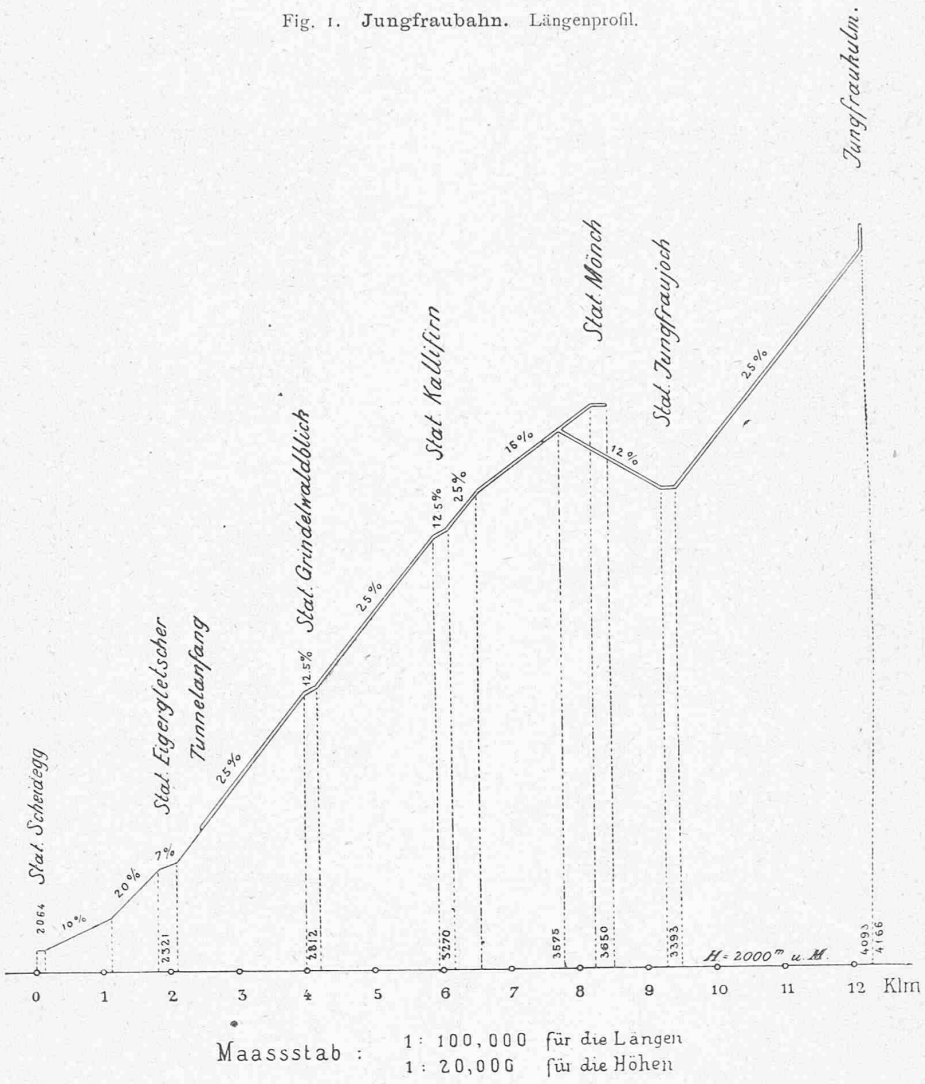
Soll eine Kraftanlage ökonomisch arbeiten, so müssen viele massgebende Punkte berücksichtigt werden. Besonders ist es notwendig, bei Ermittelung der voraussichtlichen Frequenz mit grosser Bedachtsamkeit vorzugehen und die zu erwartende Verkehrssteigerung mit in die Berechnung einzubeziehen. Der Verkehr unterliegt überdies innerhalb des kurzen Sommerbetriebes, sogar innerhalb der einzelnen Tagesstunden einem grossen Wechsel, weshalb bei der Anlage auch der hiedurch entstehende variabele Kraftanspruch in Betracht zu ziehen ist. In unserm Fall ist noch schwieriger die Beantwortung der Frage, welchen Einfluss die elektrischen Entladungen vom Thal in höhere Regionen führende, hochgespannte Ströme ausüben. Ob für die Speiseleitung Kabel, Luftlinie, gemischte Linie richtiger sei oder ob man für eine vom Standpunkte der Betriebssicherheit vollkommene Anlage Kabel und Luftleitung bauen soll, ist noch nicht ganz entschieden. Ob weiter die Gletscher für den elektrischen Zustand der Luft indifferent sind, darüber bestehen wenig Erfahrungsresultate. Ausser über die Leitungen auf den Bürgenstock, den Salvatore und das Stanserhorn sind uns vor-

nehmlich nur die Resultate dreissigjähriger Beobachtungen des graubündnerischen Telegrapheninspektors von Salis bekannt. Er hat gefunden, dass der Blitz viel häufiger tiefer gelegene Landesteile besucht als die Höhen; es erweisen sich nach ihm die Telegraphenleitungen, welche durch niedrige Landesteile und in von hohen Bergen eingeschlossene Thäler führen, durch den Blitz vielmehr gefährdet, als die über die höchsten Alpenstrassen ziehenden Linien. Mit seltenen Ausnahmen und speziell nur da, wo auf ein grosses Quantum Grundwasser geschlossen werden kann, finden Blitzschläge auf die Leitungen in unmittelbarer Nähe von Bächen und Flüssen, auch mit Vorliebe in der Nähe von Seen statt. Dagegen kamen Zerstörungen auf hohen, den Gletschern benachbarten Alpenpässen nur selten vor. Auf der 23 *km* langen Flüelalinie erfolgte innerhalb elf Jahren nur eine einzige Beschädigung einer Blitzplatte in einer Höhe von 2115 *m*; auf der Berninalinie von Pontresina bis Puschlav ist sogar innerhalb 27 Jahren niemals eine Blitzbeschädigung vorgekommen, und desgleichen nicht auf der 50 *km* langen Albulalinie während 13 Jahren. Sodann erlitten auch die von Lauterbrunnen nach der Scheidegg führenden Telephon- und Telegraphenleitungen nur eine einmalige Beschädigung. Diese Anhaltspunkte über schwach gespannte und gewöhnlich mangelhaft isolierte Ströme genügen freilich nicht, um angesichts der Gefahren, welchen jede noch so gut konstruierte Luftleitung ausgesetzt ist, auf ungehinderte Betriebsführung mit einer einzigen oberirdischen Starkstromleitung rechnen zu können. Es ist aus diesem Grunde vorerst das Verhalten der Primärleitung Lauterbrunnen-Scheidegg abzuwarten für die weitere Entscheidung, ob die vorgesehene Reserveleitung Burglauenen-Scheidegg als Kabelleitung, eventuell in welcher Art sie oberirdisch mit der Lauterbrunnenleitung zu bauen ist. Durch eine Reserveleitung werden freilich die Anlagekosten erheblich vermehrt, die aber bei Abgabe der überschüssigen Kraft von etwa 7000 P. S. für Industrie und Beleuchtung eine reichliche Verzinsung ergeben dürften.

Die örtlichen Verhältnisse sind in Bezug auf die Kraftgewinnung günstig. Der Konzessionsinhaber der Jungfraubahn verfügt über die Wasserkräfte der schwarzen und weissen Lütschine in Burglauenen und Lauterbrunnen. Die am 8. Juni 1896 mit dem Woltmannschen Flügel vorgenommene Wassermessung ergab bei mittlerem Wasserstand in Burglauenen 17,5 m^3/sec. und in Lauterbrunnen 15 m^3/sec. Da gewinnt man bei 1315 *m* Flusslänge und bei Leitungsröhren für 6 m^3 2130 P. S. und dort auf 1900 *m* Flusslänge und bei gleichem Wasserquantum etwa 9000 S. P. Obschon also die schwarze Lütschine bei gleicher Flusslänge ein nahezu dreimal grösseres Gefälle aufweist als die weisse Lütschine, hat dennoch der Konzessionär vorerst mit der Ausführung des Wasserwerkes bei Lauterbrunnen begonnen. Diese Anlage kann auf nächsten September in Betrieb gesetzt werden.

Die Schwankungen des Wasserstandes der Lütschinen bewegen sich genau mit der Flut des Personenverkehrs. Seufzt man im Sommer allerorts über Wassermangel, so schmilzt hier die Sonne Hochwasser. In der Vor- und Nachsaison, bei schwächerem Verkehr, also bei tieferen Temperaturen, haben die Lütschinen mittleren Wasserstand und im Winter, wenn die Thäler touristenleer und die Betriebe eingestellt sind, erreicht der Wasserstand sein Minimum, etwa 1,7 m^3 für jede der beiden Lütschinen.

Fig. 1. **Jungfraubahn.** Längenprofil.



Die Maschineneinheit ist zu 500 P. S. festgesetzt, eine Grösse, welche reichlich bemessen ist, um einen Zug für 80 Personen mit 8,5 *km*/Std. Geschwindigkeit auf Rampen von 25 % zu befördern und die erforderliche Kraft für Heizung und Beleuchtung abzugeben.

Für einen Zug setzt sich der Kraftbedarf etwa wie folgt zusammen:

Leistung am Triebradumfang bei 26 *t* Bruttozugsgewicht:

$$\frac{26\,(250+10)\,8.5}{3{,}6\cdot 75} = 211 \text{ P. S.}$$

Nutzeffekte:

Motor mit Uebersetzung	0,70
Sekundärleitung, Transformator .	0,84
Primärleitung	0,92
Dynamo	0,93
Totalprodukt:	0,50

Arbeit an der Turbinenwelle:

$$\frac{212}{0{,}50} = 424 \text{ P. S.}$$

Die Krafterfordernis eines Zuges niedriger zu halten als die Grösse der Maschineneinheit ist auch wegen den

erheblichen Schwankungen im Kraftbedarf, wegen der Möglichkeit einer leidlichen Turbinenregulierung, wie auch wegen der noch offen stehenden Frage der Beleuchtung und Heizung der Stationen ratsam.

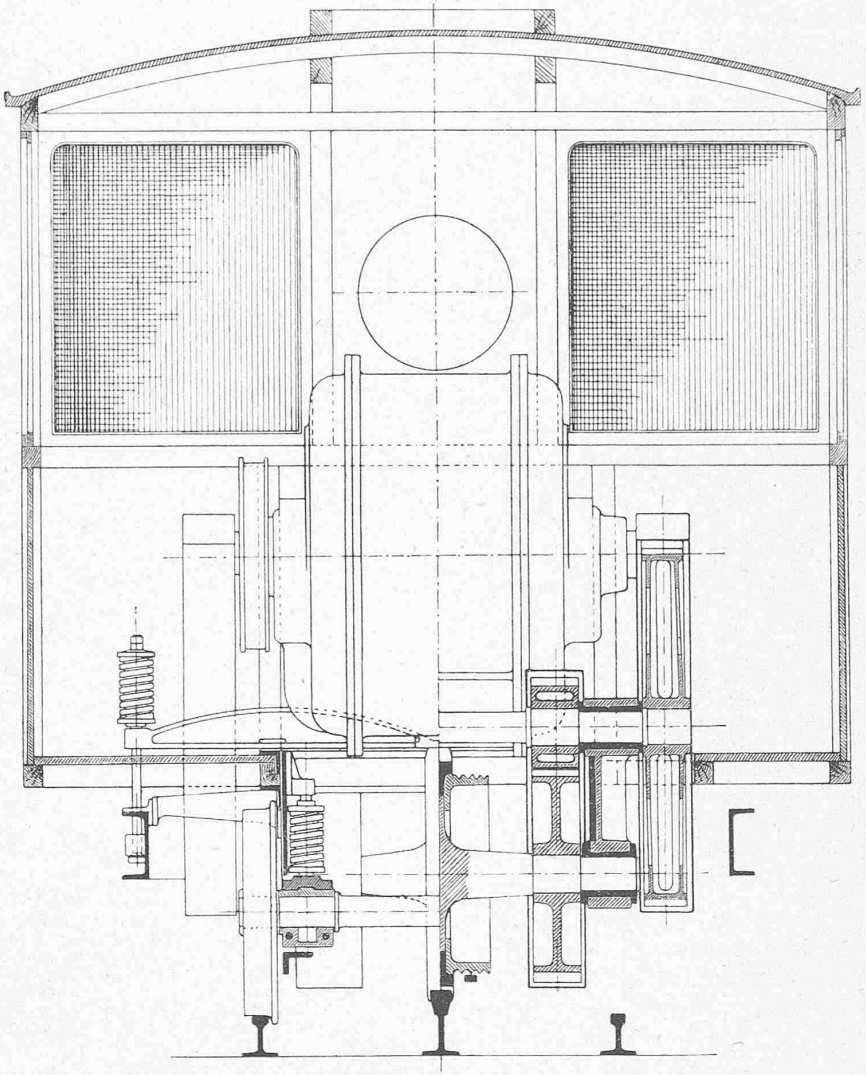
Für die Beleuchtung wäre eine besondere Leitung nicht zuverlässig, weshalb Accumulatorenbatterien vorgesehen sind, die an Ort und Stelle geladen werden und so gross sein müssen, dass sie für die voraussichtliche Dauer einer Störung die notwendige Beleuchtung abgeben könnten. Accumulatorenbatterien für Reserveheizung würden zu gross; für die geringere Bedeutung der Heizung genügt der Strom der Betriebsleitung, so dass Beleuchtung und Heizung keine besondere Leitung fordern. Die Verwendung von Elektricität ist auch für den Antrieb der Gesteinsbohrmaschinen und für das Kochen während der Bauzeit vorgesehen.

Die Anzahl der Maschineneinheiten bestimmten der Fahrplan und die in Aussicht genommene zweite Wasserwerkanlage in Lauterbrunnen. Bei der grossen Wichtigkeit eines gut konstruierten Fahrplanes sollte deshalb, da dieser die Grundlage für den Betrieb bildet, nie versäumt werden, komplett ausgearbeitete Fahrplanentwürfe nicht erst vor der Aufnahme des Betriebes, vielmehr schon bei der Projektverfassung anzufertigen.

Die Vorausbestimmung des Verkehrs und dessen Wandlungen nach Jahreszeiten für eine Jungfraubahn dürfte auch den feinfühligsten Instinkt in Verlegenheit bringen. Eben deswegen war es geboten, die Kraftanlage nicht knapp zu halten, auch aus dem Grunde, weil die Anlagekosten auf die Pferdekraft um so geringer werden, je mehr Kraft gewonnen wird, und weil ein allfälliger Kraftüberschuss für andere Zwecke unschwer zu verwerten wäre. Zur Zeit der Hochflut des Personenverkehrs gelangen auf die Scheidegg von Lauterbrunnen und Grindelwald gleichzeitig bis 400 Personen, wovon 240 für die Jungfraubahn berechnet sind. Es ist ja möglich, dass einstweilen die Hauptzüge der Wengernalpbahn diese Touristenzahl für die Jungfraubahn nicht abgeben, aber es ist, wie schon bewiesen, richtiger, die Anlage nicht nur für die erste Betriebszeit, sondern für Jahrzehnte hinaus zu bauen, sodass nicht, wie es so häufig geschieht und speziell im Berner Oberland geschehen ist, gleich nach der Betriebseröffnung eine Reihe von Jahren hindurch ununterbrochen Ergänzungs-, Erweiterungs- und Umbauten bestellt werden müssen. Die so gefundene Touristenzahl kann mit drei Zügen befördert werden.

Mindestens ebenso ungünstig wie für den Bau ist die tote Steigung der Strecke Kalifirn-Mönchjoch für den Betrieb und beeinflusst den Fahrplan recht ungünstig. Zwar sind im Fahrplanentwurf des Gegengefälles wegen sämtliche Zugskreuzungen auf Station Mönchjoch verlegt, um in der Regel gleichzeitig die thalwärts fahrenden Züge zwischen Mönchjoch-Kalifirn auf 15 % Steigung zu haben, wenn die bergwärts fahrenden Züge zwischen Mönchjoch-Jungfraujoch auf 12 % Steigung sich befinden, so dass in diesem Fall ein besonderer Kraftbedarf durch das Gegengefälle nicht entstünde. Da jedoch Kreuzungsverlegungen nicht immer umgangen werden können und die erste Strecke Scheidegg-Eigergletscher voraussichtlich eine häufigere Befahrung erfordert als die übrigen Sektionen, wurde eine maximale Streckenbelastung von vier Zügen gewählt, mithin die Kraftstation Lauterbrunnen für 2130 P. S. konstruiert.

Fig. 2. **Jungfraubahn. Elektrische Lokomotive,** Querschnitt.



1 : 20.

Legende: Spurweite 1000 *mm*. Maximalsteigung 250 %. Durchmesser des Triebzahnrades 700 *mm*. Anzahl der Triebräder 2. Durchmesser der Laufräder 600 *mm*. Fahr-Geschwindigkeit in der Stunde 8,5 *km*. Maximalzahndruck 6500 *kg*. Leistung der Dynamos 250 P. S. Umdrehungszahl 800. Gewicht der Maschine 13 *t*.

Das Wasserwerk Lauterbrunnen entnimmt seine Kraft der Lütschine gleich oberhalb der Wengernalpbahnbrücke. Die Leitungen sind zusammengesetzt aus eisernen Zulaufröhren von 1800 *mm* Lichtweite und eisernen Druckleitungsröhren gleicher Grösse. Die Zuleitung von 690 *m* Länge und 3 % Gefälle liegt links der Lütschine, enthält Röhren von je 6 *m* Länge und 5 *mm* Blechstärke, ist im Sommer vollaufend und erhält bei Hochwasser etwas Druck. Ein offener Kanal wäre in dem stark coupierten Terrain und auch wegen seiner Benutzung zur Winterszeit unratsam; ein geschlossener Betonkanal würde zu geringe Sicherheit bieten und Röhren nach Monier- oder Hennebiquesystem kämen gegen 40 % teurer als die Eisenröhren. Den

Uebergang von Zuleitung in Druckleitung bildet ein eisernes Wasserschloss zum Zwecke der Wasserreinigung und leichtern Regulierung der Wassermasse.

Bogenbrücke über die Lütschine. In der Leitung befinden sich speziell Vorrichtungen für die Unschädlichmachung der Temperatureinflüsse und der vorkommenden hydrau-

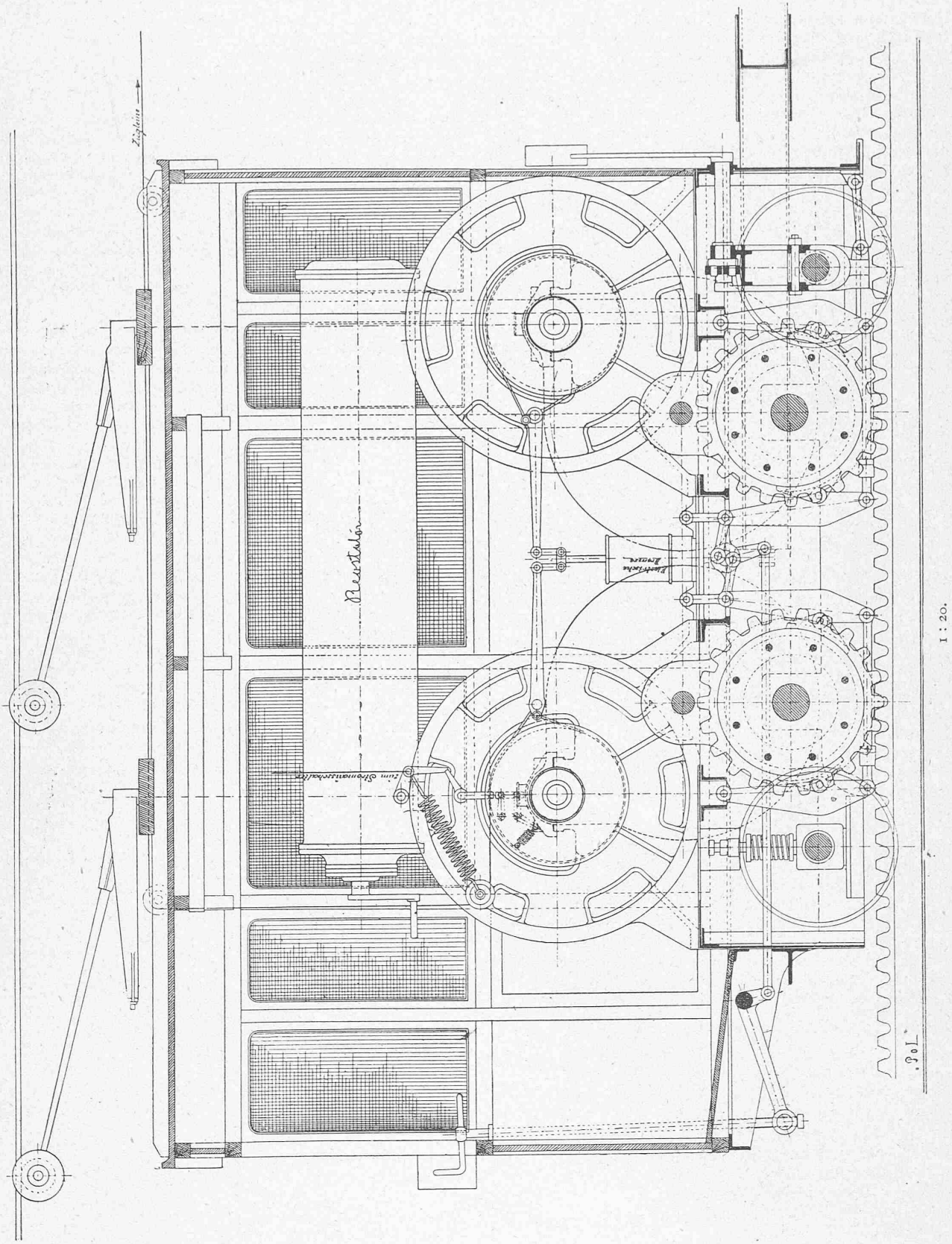


Fig. 3. **Jungfraubahn. Elektrische Lokomotive,** Längenschnitt.

Die Druckleitung von 1625 *m* Länge hat im untern Teil Blechstärken von 7 *mm*, im obern von 6 *mm* bei Rohrlängen von je 7,35 *m*. Etwa 100 *m* oberhalb des Turbinenhauses führt die Druckleitung auf einer eisernen

lischen Stösse. Am Ende der Rohrleitung befindet sich ein Entleerungsschieber. Jede Abzweigung zu den Turbinen kann durch einen Schieber abgeschlossen werden. Der Fluss hat in der rund 1315 *m* langen Strecke ein

mittleres Gefälle von 32 ‰ oder total 40,8 *m*. Für dieses Bruttogefälle zwischen Einlauf beim Wehr und Auslauf bei den Turbinen ist ein Gefällsverlust beim Durchfluss von 6 m^3 Wasser von 5,3 *m* berechnet, so dass ein Nettogefälle von 35,5 *m* bleibt. Die Anlage ist für 2130 P. S. in Ausführung, dagegen werden vorläufig nur zwei Turbinen zu 500 P. S. und zwei Turbinen für die Erreger zu 25 P. S. aufgestellt. Die grossen Turbinen haben horizontale Wellen und sind Doppelturbinen nach System Girard. Jede Turbine wird von einem automatischen Präcisionsregulator reguliert, welchem die Aufgabe zufällt, die beim Bahnbetrieb auftretenden, ganz ungewöhnlichen Kraftschwankungen auszugleichen. Die kleinen Turbinen sind ebenfalls mit automatisch wirkenden Regulatoren versehen.

Die Turbinen sind für folgende Daten berechnet:

	Grosse Turbinen.	Erreger-Turbinen.
Gefälle effektiv	35,0 *m*	35,0 *m*
Wassermenge in der Sekunde .	1430 Liter	72 Liter
Garantierte Leistung	500 P. S.	25 P. S.
Tourenzahl	380	700

Die Kosten der ganzen Kraftanlage in Lauterbrunnen betragen etwa 558800 Fr., die sich auf die verschiedenen Positionen wie folgt verteilen:

Grunderwerb, Vorarbeiten . . .	19000 Fr.
Zulaufleitung und Wasserfassung .	147500 »
Druckleitung mit Rohrbrücke . .	107300 »
Vier Maschineneinheiten komplett .	230000 »
Turbinenhaus mit Werkstätte, Krahn, eisernem Dachstuhle	55000 »
Total	558800 Fr.

Sonach stellt sich für die Ausbeutung von 2130 P. S. der Preis der Pferdekraft an der Turbinenwelle auf 260 Fr. Diese Anlagekosten verglichen mit denjenigen anderer ausgeführter Elektricitätswerke sind ziemlich niedrig.

Unsere Elektrotechniker haben fast ohne Ausnahme den Drehstrom als den vorteilhaftesten empfohlen, weil er namentlich bei Ueberwindung weiter Entfernungen wirtschaftlich und betriebstechnisch den übrigen Sytsemen überlegen sei. Entsprechend den vier Turbinen sind vier Drehstrom-Generatoren aufgestellt, die mit ersteren direkt gekuppelt sind. Ihre Spannung beträgt 7000 Volt, die Tourenzahl 380 und die Periodenzahl 38. Zur Erregung dieser Generatoren dienen zwei separate Gleichstromdynamo, von besonderen Turbinen angetrieben, direkt und fest an diese gekuppelt, eine genügend für vier gleichzeitig im Betriebe befindliche Generatoren. Der Antrieb der Erregermaschinen durch besondere Turbinen geschieht vornehmlich im Interesse der notwendigen Spannungshaltung bei dem sehr wechselnden Kraftbedarf.

Der Konzessionär ist durch die Regierung des Kantons Bern verpflichtet worden, der Gemeinde Lauterbrunnen unentgeltlich eine Kraft ab Dynamo bis zu 50 P. S. während des ganzen Jahres abzugeben. Da die Drehstromgeneratoren mit Sternschaltung versehen sind, so können dieselben mit Zuhilfenahme einer einzigen Phase als Einphasengeneratoren mit der Spannung $\frac{7000}{\sqrt{3}}$ und für etwa $^1/_3$ ihrer Leistung benützt werden. Man erreicht hiedurch geringe Spannung und ein einfacheres Netz für die Beleuchtung.

Vom Turbinenhaus aus führt die Primärleitung mit 7000 Volt Spannung möglichst direkt zur Station Scheidegg, wo die Spannung nach Transformierung auf 500 Volt der Arbeitsleistung übertragen wird, die bis zum Tunneleingang offen liegt. Wir haben im ganzen rund 8,5 *km* offene Leitung. Die Speiseleitung ist so berechnet, dass die ganze Energie von 2130 P. S. bis zur Scheidegg mit etwa 8 % Verlust befördert werden kann und ist in der gleichen Stärke separat bis zur letzten Transformatorenstation geführt. Sie besteht aus drei Drähten von je 7,5 *mm* Durchmesser aus hartgezogenem Kupferdraht und ist an Stangen von 10 *m* Länge aus bestimprägniertem Holz verlegt. Die Speiseleitung Lauterbrunnen-Scheidegg überwindet auf 6,5 *km* Länge 1300 *m* Höhendifferenz. Der strenge Winter, die heftigen Stürme, die schwierige Begehung der grösstenteils von Strasse und Bahnlinie abseits stehenden Leitung verlangen hinreichende Stabilität derselben, weshalb sehr kräftige und häufig zwei gegeneinander geneigte Stangen gestellt werden. Sodann wurden die Kupferdrähte auf 2 % der Stangenabstände reguliert und den Verbindungsstellen der Drähte wird besondere Sorgfalt zugewendet werden.

Die Arbeitsleitung Scheidegg-Tunnelportal aus zwei Kupferdrähten von 9 *mm* Stärke wird durch Holzstangen getragen, die zu beiden Seiten der Bahn aufgestellt sind. Ueberdies tragen die Stangen der einen Seite die Telephon-, die der andern die Messdrähte zur Ausgleichung der Spannung. Die Arbeitsleitung liegt 4 *m* über Schienen-Oberkante und wird in Abständen von 18 bis 25 *m* an Spanndrähten vermittelst Isolatoren aufgehängt, welche verhindern, dass der Strom in die Spanndrähte übertritt. Ausserdem sind die letztern nochmals isoliert, so dass ein Uebertreten des Stromes in die Erde durch doppelte Isolation sicher verhütet wird.

Die auf 700 Volt vorgesehene Spannung der Arbeitsleitung wurde auf Verlangen des Eisenbahndepartements auf 500 Volt verringert und die Hochspannungsleitung zwischen Scheidegg-Tunnelportal aussen am Gestänge der Arbeitsleitung aus gleichem Grunde verlassen und ganz getrennt geführt. Das Leitungssystem für den Tunnel ist noch nicht bestimmt.

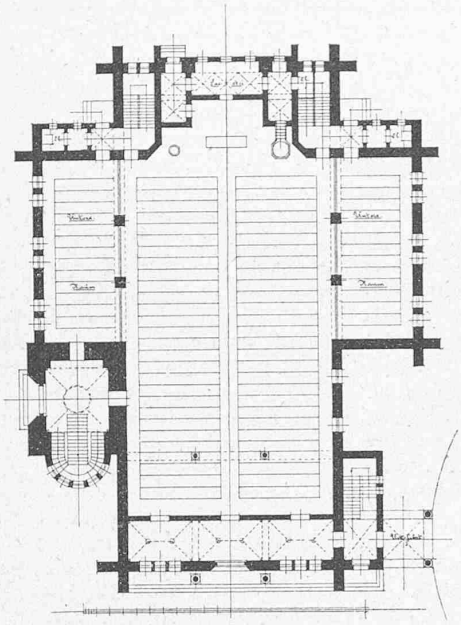
Die Anordnung der Transformatorenstationen erfolgt auf ungefähre Zugsdistanz, d. i. auf Rampen von 25 % auf 1 *km*, auf Rampen von 10—15 % auf $1^3/_4$ bis 2 *km*. Es ergeben sich sonach für die ganze Bahnlinie zwölf Transformatorenstationen, von denen eine ausschliesslich für den Betrieb des Elevators vorgesehen ist und elf dem eigentlichen Bahnbetrieb dienen. Diese grosse Anzahl von Transformatorenstationen hat den Vorteil grösserer Sicherheit als eine geringere Anzahl grösserer Stationen. Wichtig ist besonders, dass bei Versagen einer Transformatorenstation bei Anwendung nur weniger grosser, der Betrieb ganz unmöglich werden, während dies bei Versagen einzelner kleiner, auf kleinern Distanzen angebrachter Stationen nicht eintreten kann.

Wie soeben gesagt, folgen sich die bergwärtsfahrenden Züge bei starkem Verkehr in Abständen von 1 *km* oder sieben Minuten und da die Zugskreuzung im Mönchjoch stattfinden soll, erhalten hier die niedergehenden Züge bei der grössten Streckenbelastung von drei Zügen 20 Minuten Aufenthalt. Diese Zeit kann auf jener Station am besten ausgenützt werden durch den Besuch der Station, die ein Quertunnel von einigen hundert Meter Länge mit dem durchgehenden Geleise verbindet. Voraussichtlich wird dieser Seitentunnel durch ein eigenes, leichtes elektrisches Fahrzeug befahren.

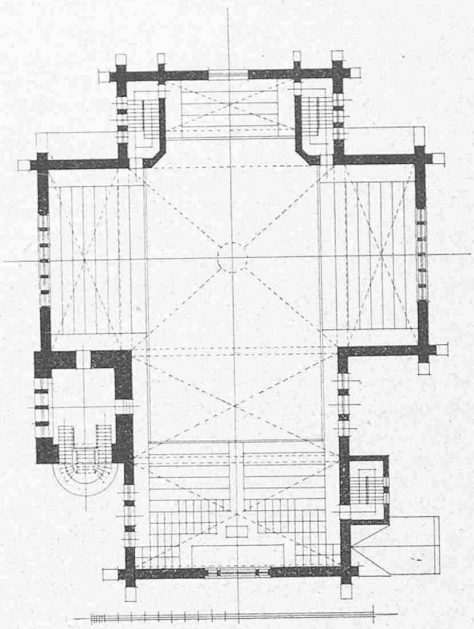
Fahrzeuge. In der Oberbaubeschreibung*) ist bereits begründet, dass an der Jungfraubahn die Rücksichten auf grosse Leistungsfähigkeit und grosse Betriebsökonomie zu schweren Zügen führten, die sich aus einem mit dem Lokomotor kombinierten Wagen und einem Anhängewagen zusammensetzen. Das Gewicht der blossen Lokomotive beträgt 12 *t*. Nach der Berechnung des Zahndruckes beim raschen Bremsen könnte die aufwärts gerichtete Seitenkraft die Belastung der obern Achse überschreiten, was trotz der Anwendung von Zangenbremsen unzulässig wäre und deshalb zur Kombination der Lokomotive mit dem Wagen führte. Es ist klar, dass man hiedurch grosse Betriebssicherheit bei geringem Gewicht und grosse Leistung erreicht. Der Wagen lässt sich zur leichtern Vornahme von Reparaturen bequem von der Lokomotive trennen, braucht keine Bremsen, da die Lokomotive mit solchen genügend ausgerüstet ist. Die Erschütterungen werden nicht auf den Wagen übertragen, und die gelenkige Verbindung beider Fahrzeuge giebt eine gute Kurvenbeweglichkeit.

*) V. Bd. XXIX, S. 97.

Wettbewerb für eine neue reformierte Kirche in der Kirchgemeinde Aussersihl (Zürich).



Erdgeschoss-Grundriss 1 : 500.



Emporen-Grundriss 1 : 500.

II. Preis (ex aequo). Verfasser: Arch. *Karl Bern* in Westerland auf Sylt.

Die Lokomotive ruht auf zwei Tragachsen mittelst ziemlich steif abfedernder Spiralfedern. Dies Federspiel ist nach oben und unten durch Anschläge auf 10 *mm* begrenzt. Der Rahmen ist wie ein gewöhnlicher Lokomotivrahmen aus Blechen und Façoneisen von bestem Flusseisen gebaut und nimmt zwischen den Tragachsen die zwei Zahntriebachsen auf. Zwei Elektromotoren mit 800 Touren und je 125 P. S. treiben jeder mittelst Zahnradübersetzungen, welche symmetrisch beidseitig der Dynamos angeordnet sind, auf die Zahntriebachsen. Diese Höchstleistung von 300 P. S. entspricht etwa 285 Kilo-Watt oder etwa 235 Ampères pro Phase der verketteten Spannung von 500 Volt des Betriebsstromes. Zu den Kolben wird Aluminiumbronze, zu den grossen Stirnrädern Stahlguss und zu den Triebzahnrädern geschmiedeter Gusstahl von 75 kg/mm^2 Festigkeit bei 12 % Minimaldehnung verwendet. Die Uebersetzungsräder sind mit nur 45 *mm* Teilung ausgeführt und symmetrisch schief geschnitten, so dass ein ruhiger Gang bei aufgehobenem Seitendruck gesichert ist. Die Triebzahnräder sind möglichst gross gewählt, um einen sichern Zahneingriff und geringe Zahnabnutzung zu erzielen.

Das Führerhaus ist geschlossen und wegen der tiefen Temperaturen in Holz konstruiert. Die Lokomotive hat folgende Bremsen:

1. An der Dynamowelle eine elektrische Bremse, welche in Thätigkeit tritt, sobald der Strom durch die Motoren geht. Diese Bremse ist mit dem elektrischen Regulator in dem Sinne kombiniert, dass derselbe, wenn die Maschine aus irgend einem Grunde zu schnell laufen sollte, den Strom unterbricht und dadurch die elektrische Bremse auslöst. Der Strom kann auch von der obern Wagenplattform aus mittelst Zugleine unterbrochen, bezw. die Bremse in Thätigkeit gesetzt werden.

2. Eine Handbremse wirkt mittelst Hebelübersetzung auf je eine Bremsscheibe an dem Triebradzahne. Die Bremsklötze sind in Bronze.

3. Eine Schienenzangen-Hebelbremse. Diese Notbremse soll sowohl vom Führer als auch von dem auf der obern Plattform stehenden Kondukteur in Thätigkeit gesetzt werden können. Die Konstruktion der Zangenbremse kann auch als Regulierbremse benutzt werden, um damit bei allfälliger Stromunterbrechung die Thalfahrt fortsetzen zu können. Die Zangenbremsen tragen Bronzesohlen.

Die Jungfraubahn-Lokomotive mit 6600 *kg* Zugkraft ist die stärkste aller bisher ausgeführten elektrischen Zahnrad-Lokomotiven.

Güterwagen. Die Ladefläche der zwei offenen Güterwagen ist 2,00 *m* breit und 4,00 *m* lang. Das Eigengewicht beträgt 2600 *kg*, die Tragfähigkeit 8000 *kg*, infolge hievon ist das Verhältnis der toten Last zur Nutzlast nur 32 %. Alle Wände sind zum Wegnehmen, die Seitenwände ausserdem zum Niederklappen eingerichtet, und es können die Wagen als Plattform und für Transporte von Schienen, Stangen u. drlg. als Schemelwagen benutzt werden. Der Wagen hat kein Zahnrad, sondern nur eine kräftige Zangen-Handbremse.

An der Ausführung der Wasserwerk- und elektrischen Anlage nehmen teil: Rieter & Cie., Escher Wyss & Cie., Maschinenfabrik Oerlikon und Brown, Boveri & Cie. Die Lokomotiven liefert die Schweiz. Lokomotivfabrik und die Güterwagen die Giesserei Bern.

Wettbewerb zur Erlangung von Entwürfen für den Neubau einer reformierten Kirche in der Kirchgemeinde Aussersihl-Zürich.

(Mit einer Tafel.)

III.

In Fortsetzung unserer Darstellungen über diesen Wettbewerb geben wir obenstehend die Grundrisse und auf beigelegter Tafel eine perspektivische Ansicht des gleichfalls mit einem zweiten Preise ausgezeichneten Entwurfes von Arch. *Karl Bern* im Nordseebad Westerland auf Sylt.

Miscellanea.

Die feierliche Eröffnung der Thalbrücke bei Müngsten hat zugleich mit der Eröffnung der neuen Bahnlinie Remscheid-Solingen am 15. d. M. stattgefunden. Durch genannte Bahnlinie wird der Schienenweg zwischen den beiden in der Luftlinie nur 8 *km* von einander entfernten Städten Remscheid und Solingen von 42,9 *km* auf 10,5 *km* abgekürzt und die direkte Verbindung mit dem Rhein hergestellt. Die nach einem Entwurf der Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft in Nürnberg die Thalsohle mit einem Bogen von 170 *m* Weite und die Thalwände mit sogenannten Gerüst-