

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 79/80 (1922)
Heft: 12

Artikel: Die Hochspannungsleitung Bevers-Albulawerk der Rhätischen Werke für Elektrizität
Autor: Lorenz, G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-38153>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 29.01.2025

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

INHALT: Die Hochspannungsleitung Bevers-Albulawerk der Rhätischen Werke für Elektrizität. — Ein Kapitel aus dem Wege- und Strassenbau. — Wettbewerb für ein Monument des Schweiz. Schützenvereins in Aarau. — Ausbau des Rheins zwischen Basel und Bodensee. — Miscellanea: Die Technische Kommission des Verbandes Schweizer. Brückenbau- und Eisenhochbau-Fabriken. Ein „internationales“ Institut für

Archäologie in Rom. Untertunnelung der Schelde in Antwerpen. Neue Brücke über den Rio Salado. Ueber zusätzliche Verluste im Kupfer von elektrischen Maschinen und Transformatoren. Zur Architektur der Reformierten Kirche. Die Deutsche Gesellschaft für Metallkunde. — Nekrologie: Ed. Meister. Gisbert Kapp. — Konkurrenzen: Eine Wettbewerbs-Satyre. — Literatur. — Stellenvermittlung.

Band 80.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 12.

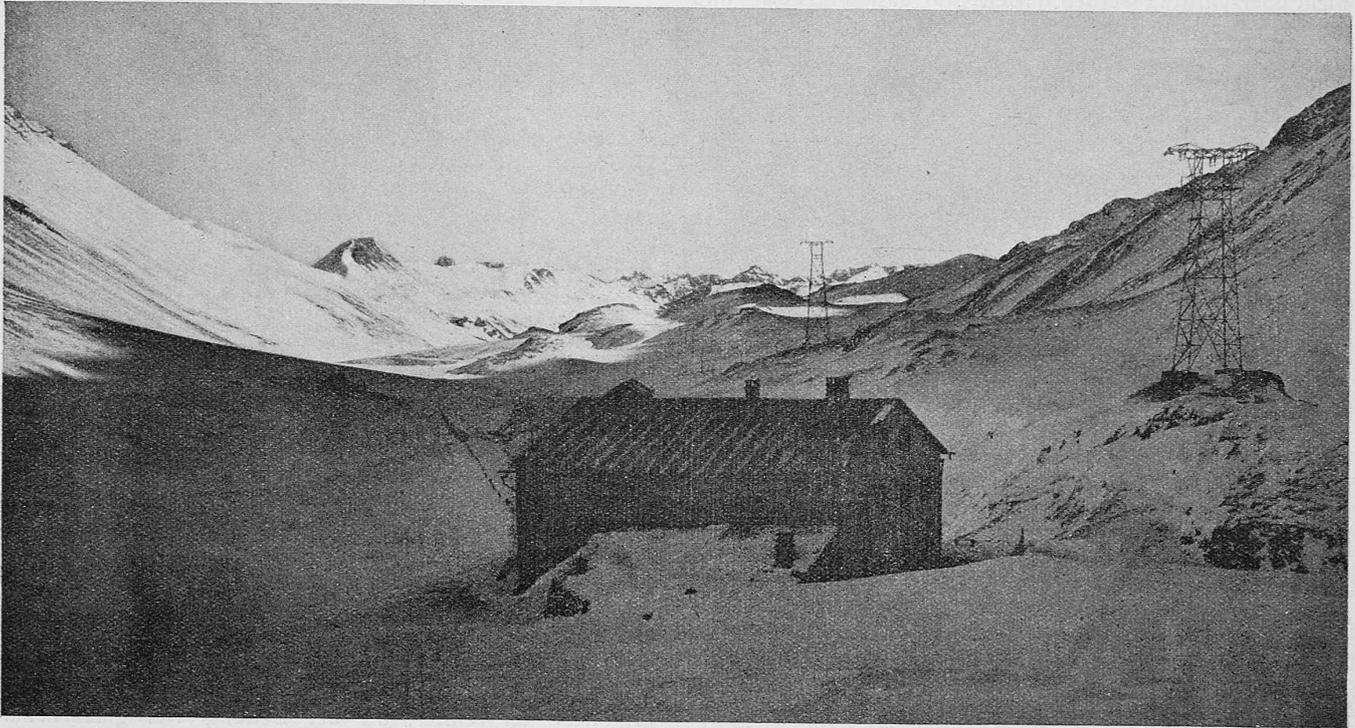


Abb. 10. Das Albulahospiz, Blick gegen Südost, mit der Hochspannungs-Fernleitung der Rhätischen Werke.

Die Hochspannungsleitung Bevers-Albulawerk der Rhätischen Werke für Elektrizität.

Von Ingenieur G. Lorenz, Direktor der Rhätischen Werke, Thusis.

Anschliessend an die Veröffentlichung von Herrn Obering. W. Dürler über den Abschluss der Elektrifizierungsarbeiten der Rhätischen Bahn¹⁾ soll im folgenden eine Anlage beschrieben werden, deren Entstehung zum Teil auf die Elektrifizierung dieser Bahn zurückzuführen ist.

Durch die Abgabe von Bahnenergie während täglich rund 17 Stunden mit verhältnismässig grosser Spitzenleistung und geringem kWh-Verbrauch wird die im Kraftwerk Thusis der „Rhätischen Werke für Elektrizität“ während der Wintermonate für andere Zwecke verbleibende Drehstrom-Energie bedeutend entwertet, da keine ausreichende Möglichkeit für Spitzendeckung mehr vorhanden ist. Berücksichtigt man ferner, dass der schweizerische Energiemarkt alljährlich im Winter unter einem empfindlichen Energiemangel leidet, so erschien der Wunsch, die ausserordentlich leistungsfähigen Kraftwerke Brusio an das schweizerische Verbrauchsgebiet anzuschliessen nicht nur begreiflich, sondern beinahe als dringende Notwendigkeit.

Die Rhätischen Werke für Elektrizität haben diese Aufgabe übernommen und in Verbindung mit den Kraftwerken Brusio durchgeführt. Diese erweiterten zur Energielieferung in die Schweiz das Kraftwerk Robbia und führten den Umbau der einen Bernina-Leitung auf eine Uebertragungsspannung von 55 kV durch. Anschliessend an diese Leitung haben die Rhätischen Werke eine Fernleitung im Weitspannsystem von der Umformerstation Bevers über den Albulapass ausgeführt und im Albulawerk der Stadt Zürich an dessen Sammelschiene angeschlossen, mit der auch das Kraftwerk Thusis seit langer Zeit ebenfalls verbunden ist. Dadurch sind dem schweizerischen Energiemarkt eine

Energiebezugsquelle und ein Transitweg erschlossen worden, die dem Energie-Ausgleich wertvolle Dienste leisten werden.

1. Die Ausführungs-Grundlagen.

Die Transitleistung der Fernleitung Bevers-Albulawerk soll zunächst 10 000 kW betragen, bei einer den Zusammenschluss-Verhältnissen ungefähr entsprechenden Uebertragungsspannung von 47 bis 55 kV. Sie kann aber zur Spitzendeckung mit durchaus erträglichen Verlusten bis auf 15 000 kW gesteigert werden. Um später aus den Kraftwerken Brusio oder anderen, im Einzugsgebiet der Fernleitung etwa neu zu erstellenden Werken bedeutend grössere Leistungen den Verbrauchsgebieten am Nordfusse der Alpen zuführen zu können, wurde von vorneherein eine Spannungserhöhung auf etwa 110 kV in Aussicht genommen und bei der Ausführung soweit berücksichtigt, dass der Umbau für diese höhere Uebertragungsspannung leicht und mit möglichst geringen Aufwendungen erfolgen kann. Liessen schon die topographischen Verhältnisse fast durchweg die Anwendung des Weitspannsystems als gegeben erscheinen, so wird dies für die Zukunft wegen der in Aussicht genommenen Höchstspannung ohnehin erforderlich sein. Andererseits ergaben sich vorläufig aus dem Einbau von Holzmastenstrecken mit vergrösserten Spannweiten von bis zu 125 m unter günstigen Gelände-Verhältnissen namhafte Ersparnisse, trotz des später notwendig werdenden Umbaues dieser Teilstrecken auf Weitspannung mit Gittermasten.

Der Ausführung der Fernleitung im sogenannten Weitspannsystem stand, soweit Eisenmasten in Frage kamen, nichts im Wege, indem seitens des Bundesrates schon in den Jahren 1912, 1914 und 1918 Ausnahmestimmungen

¹⁾ Vergl. Band LXXIX, S. 180 u. ff. (April u. Juni 1922); auch als Sonderabdruck erhältlich. Red.

in Bezug auf die Anwendung der Vorschriften betr. Erstellung und Instandhaltung elektrischer Starkstrom-Anlagen (vom 14. Februar 1908), getroffen worden waren. Dagegen waren diese Vorschriften dem Einbau von Holzmastenstrecken mit grossen Spannweiten von bis zu 125 m ein Hindernis, da nach Art. 61 für Freileitungen auf Holzstangen in geraden Strecken Maximalabstände von 50 m nicht überschritten werden dürfen. Nur ausnahmsweise sind

der Tracéwahl wegleitenden Gesichtspunkte sollen deshalb hier kurz aufgezählt werden.

- a) Das Tracé muss während des ganzen Jahres begehbar sein und es dürfen für die Heranschaffung von Werkzeug und Material bei etwaigen Reparaturen keine allzu grossen Schwierigkeiten entstehen, eine Forderung, die im Gebirge nicht immer leicht zu erfüllen ist.
- b) Die Talsohle, d. h. die Nähe des Flusses ist mög-



Abb. 2. Albulaleitung der Rh. W., Teilstück Filisur-Sils i. D. — 1:100 000.

grössere Spannweiten zulässig. Wir sahen uns deshalb veranlasst, beim Bundesrat Gewährung von Ausnahmebestimmungen betr. Beachtung der einschlägigen Vorschriften nachzusuchen, sowohl in Bezug auf die Eisenmasten als auch für die Verwendung von Holztragwerken in geraden Strecken für Spannweiten bis maximal 125 m.

Die Montage-Spannung der Kupferseile wurde derart gewählt, dass selbst bei einer Temperatur von -30°C , unter blosser Berücksichtigung des Eigengewichts, die Kupferseile noch eine mindestens fünffache Sicherheit gegen Drahtbruch aufweisen (bei Spannweiten unter 125 m) oder aber unter Berücksichtigung eines Schneewulstes von 80 mm Durchmesser und eines spez. Gewichtes des Schnees von 0,16 bei der Temperatur $\pm 0^{\circ}$ noch eine mindestens $2\frac{1}{2}$ -fache Sicherheit gegen Drahtbruch (für Spannweiten über etwa 125 m). Für die Bronze- und Kupferseile sowie das Blitzschutzseil für die Bahnüberkreuzungen musste die Montagespannung bezw. der Durchhang entsprechend dem Verlangen des Schweiz. Eisenbahndepartementes derart

licht zu meiden wegen der dort oft sehr starken Rauhreif-Bildungen im Winter, die der Leitung viel gefährlicher werden als der Schneeansatz in höheren, aber vom Rauhreif weniger gefährdeten Lagen an den Talhängen.

c) Die Durchquerung von Waldbeständen ist tunlichst zu vermeiden, weil den Wäldern meistens der Charakter des Schutzwaldes zukommt und deshalb Schneisen-Kahlschläge unter Umständen gefährlich werden können. Eine weitgehende Schonung der Wälder entspricht ausserdem den berechtigten Wünschen der Forstwirtschaft und des Heimatschutzes.

d) Die geologischen Verhältnisse sind zu berücksichtigen. Talhänge mit bergwärts einfallenden Schichten bieten bessere Fundationsmöglichkeit und geringere Rutschgefahr, als solche mit talwärts fallenden Schichten.

e) Rutschgebiete, Rufen und Lawenzügen müssen unter Zuzug ortskundiger Leute genaurekognosziert, bei der Bestimmung der Stützpunkte möglichst vermieden und unter Anwendung entsprechender Spannweiten überwunden werden.

Zu diesen allgemein geltenden Forderungen gesellen sich im Einzelfalle noch besondere örtliche Verhältnisse, wie z. B. vorhandene Stark- und Schwachstromleitungen, Bahn-

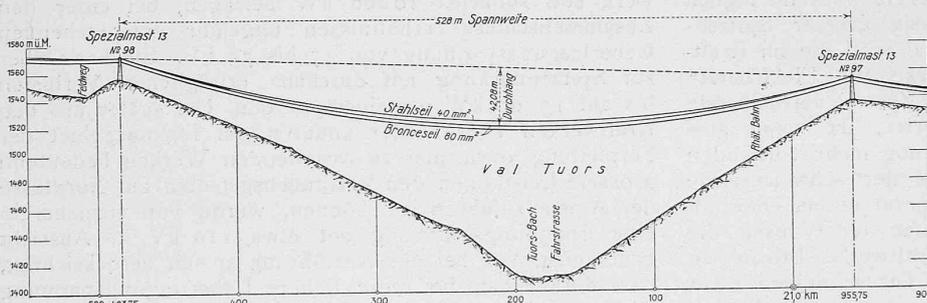


Abb. 3. Weitspannung von 528 m über Val Tuors bei Bergün. — 1:5000.

gewählt werden, dass sämtliche übergeführten Seile an den am stärksten beanspruchten Stellen (obere Aufhängung) bei $\pm 0^{\circ}$ unter Zugrundelegung einer Schneezusatzlast von 1,5 kg pro Meter Leitungslänge noch eine mindestens 1,5-fache Sicherheit gegen Drahtbruch aufweisen.

2. Die Linienführung.

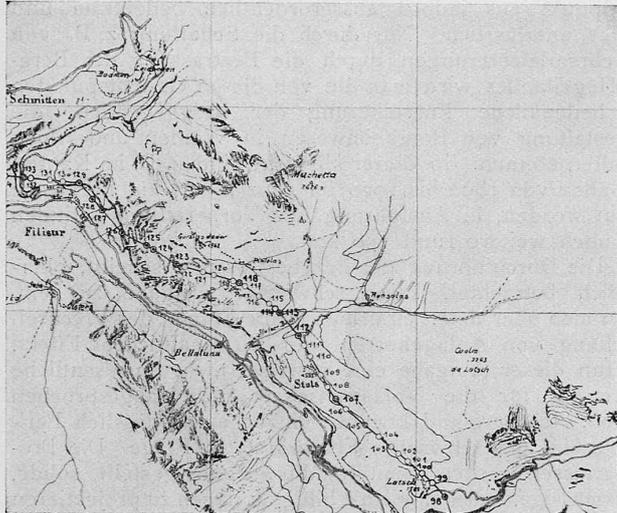
Bietet schon im Flachlande die Auswahl eines Fernleitungstracé oft bedeutende Schwierigkeiten, so vervielfachen sich diese doch noch bei der Verlegung einer derart wichtigen Transitleitung im Hochgebirge und über Alpenpässe in Höhenlagen von über 2000 m ü. M. Die bei

linien, Strassenzüge und Ortschaften, die die Leitungsführung stark beeinflussen.

Aus allen diesen Erwägungen heraus ergab sich für die Fernleitung Bevers-Albulawerk schliesslich die in den beiliegenden Abbildungen 1 und 2 dargestellte Linienführung, die zwar nicht sämtlichen Forderungen in idealer Weise, aber doch am besten entspricht.

Die totale Leitungslänge (schiefe Leitungslänge) von der Umformerstation Bevers bis zum Albulawerk bei Sils i. D. beträgt 47,6 km, wovon 30,0 km bereits auf Eisenmasten montiert sind, während für die übrigen 17,6 km Holztragwerke zu Verwendung kamen. Die gesamte Leitungslänge

erforderte 140 Eisenmasten und 140 Holztragwerke, welche letztere beim späteren Ausbau durch 66 Eisenmasten ersetzt werden, sodass alsdann total 206 Eisenmasten vorhanden sind; dies entspricht einer durchschnittlichen Spannweite zwischen zwei Tragwerken von rund 230 m. Aus der Linienführung ergab sich eine Anzahl grösserer Spannweiten von 300 bis 500 m und in einem Einzelfalle sogar eine solche von 528 m zur Ueberquerung des tief eingeschnittenen Val Tuors bei Bergün (Abbildung 3). Ausserdem erforderten die Teilstrecken bei Filisur, Weissenstein und an einigen anderen Orten besondere Massnahmen.



3. Die Tragwerke.

Für die Holzmaststrecken konnte das übliche Mastbild der einsträngigen Drehstromleitung mit etwas vergrösserten Leiterabständen Verwendung finden. Als hölzerne Tragwerke sind durchweg Kuppelstangen mit einer Gesamtlänge von 12 bzw.

15 m zur Verwendung gelangt. Die Eingrabetiefe beträgt je nach Beschaffenheit des Untergrundes 1,8 bis 2,5 m. In sumpfigem Boden ist ausserdem ein oberer und ein unterer Betonring um das Stangenpaar gestampft. Auf der Nordseite des Passes konnten in der Nähe des Tracé gewachsene Lärchen Verwendung finden, während auf der Südseite imprägnierte Fichtenmasten mit Stockschutz bevorzugt wurden. Lärchen sind in passenden Abmessungen und genügend geradem Wuchs schwer zu beschaffen und wegen ihrer meist unnötig grossen Durchmesser teuer und schwer zu transportieren.

Für die eisernen Trag- und Abspannmasten für Spannweiten bis etwa 300 m lagen normale Typen vor, deren Aufbau aus den Abbildungen 4 und 7 ersichtlich ist. Die Fundamente mussten ausnahmslos als Klotzfundamente ausgebildet werden, da die Herstellung von Einzelfundamenten für die vier Eckwinkel sich durchweg als unmöglich erwiesen hat. So gross auch bei technisch einwandfreier Wirkungsweise die wirtschaftlichen Vorteile der Einzelfundamente sind, so wird man dieselben leider eben doch nur in einem kompakten Alluvialboden herstellen können und solchen trifft man in Hochgebirgstälern nur ganz aus-

nahmsweise an. Meistens hat man es mit lockerem Kiesboden (Alluvium oder Verrutschung) zu tun, was die Fundation erschwert und verteuert.

Die Spannweiten über 300 m erforderten ein Mastbild mit vergrösserten Leiterabständen und haben ausserdem eine Verbreiterung der Basisfläche bedingt, um das Konstruktionseisen möglichst gut ausnützen zu können. Es bot sich deshalb beim Entwurf solcher Spezialmasten dem Konstrukteur Gelegenheit, neben technischen Vorteilen auch die Aesthetik gebührend zu berücksichtigen. Inwieweit dies gelungen bzw. nicht gelungen ist, mag der Leser durch Vergleich der Vorschläge in Abbildungen 5 und 6 selbst beurteilen; wir glauben, mit der getroffenen Wahl des Typ A (Abbildungen 5, 8 und 9, sowie 10 auf S. 129) eine auch dem Aesthetiker genehme Lösung gefunden zu haben.

Die Masthöhen von Fundamentoberkante bis zum untersten Draht konnten trotz der grossen Spannweiten verhältnismässig niedrig gehalten werden und betragen bei Normalmasten 10, 12, 14, 16 und 18 m und bei Spezialmasten 10, 13, 16 und 19 m. Wie dabei das Gelände ausgenützt werden konnte, zeigt mit besonderer Deutlichkeit Abbildung 3.

Bei sämtlichen Masten wurden die Eckwinkel in die Fundamente eingelassen und vergossen. Das Eingiessen erfolgte für die normalen Trag- und Abspannmasten schon bei der Fundamentherstellung mittelst einer vom „Motor“ sehr sinnreich erdachten und leicht zu handhabenden Schablone. Selbstverständlich muss diese Arbeit mit grosser Sorgfalt ausgeführt werden, damit der fertig montierte Mast genau auf die Verankerungen passt und schliesslich nicht schief zu stehen kommt. Diese Bauweise hat sich aber vorzüglich bewährt und in keinem einzigen Falle zu irgend welchen Unstimmigkeiten Veranlassung gegeben. Bei den Spezialmasten war dieses Vorgehen wegen der starken Spreizung der Mastfüsse nicht anwendbar. Die Verankerungslöcher wurden deshalb in den Fundamenten zunächst

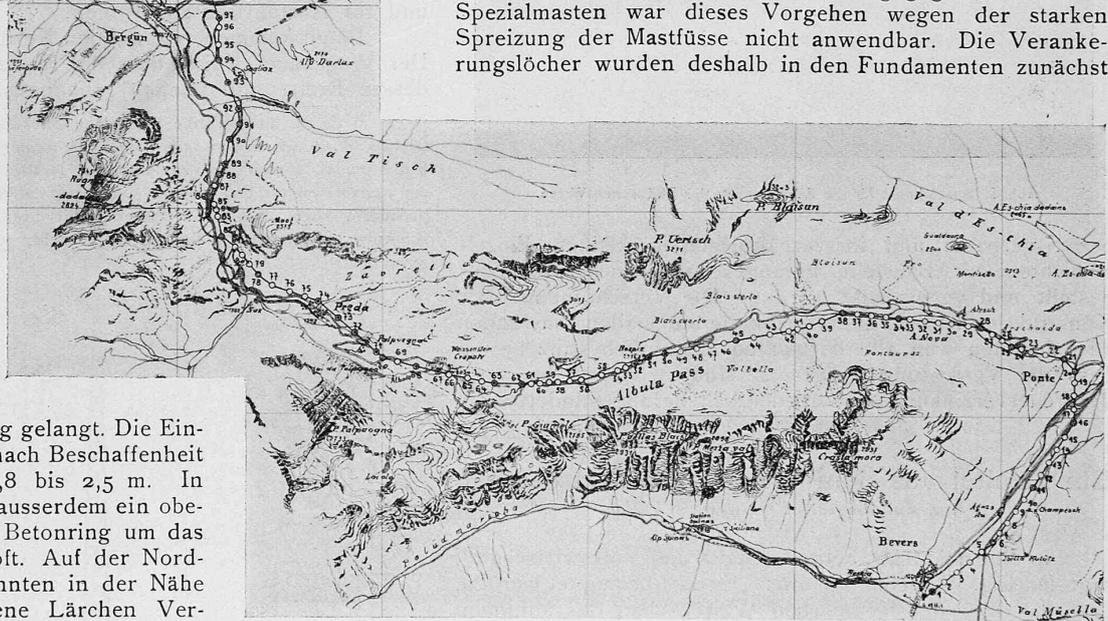


Abb. 1. Uebersichtskarte der Albulaleitung der Rh. W., Teilstück Bevera-Filisur. — 1:100000.

offen gelassen und erst nach erfolgter Montage und genauer Ausrichtung der Eisenkonstruktionen vergossen. Für die Montage genügte ein vorläufiges Verkeilen der Eckwinkel in der Fundamentaussparungen vollständig. Vollständig zusammengestellte Masten haben in diesem Zustande selbst starken Föhnstürmen Stand gehalten.

Die besonderen Geländeverhältnisse brachten es mit sich, dass ein zweimaliger Anstrich der Eisenkonstruktionen nach Montage teurer geworden wäre, als die viel dauerhaftere Feuerverzinkung. Infolgedessen wurde diese für die Masten gewählt.

Der Transport zur Baustelle erlaubte nicht eine teilweise Werkstatt-Montage und Vernietung der Masten, wie sonst allgemein üblich. Alles Material musste gebündelt

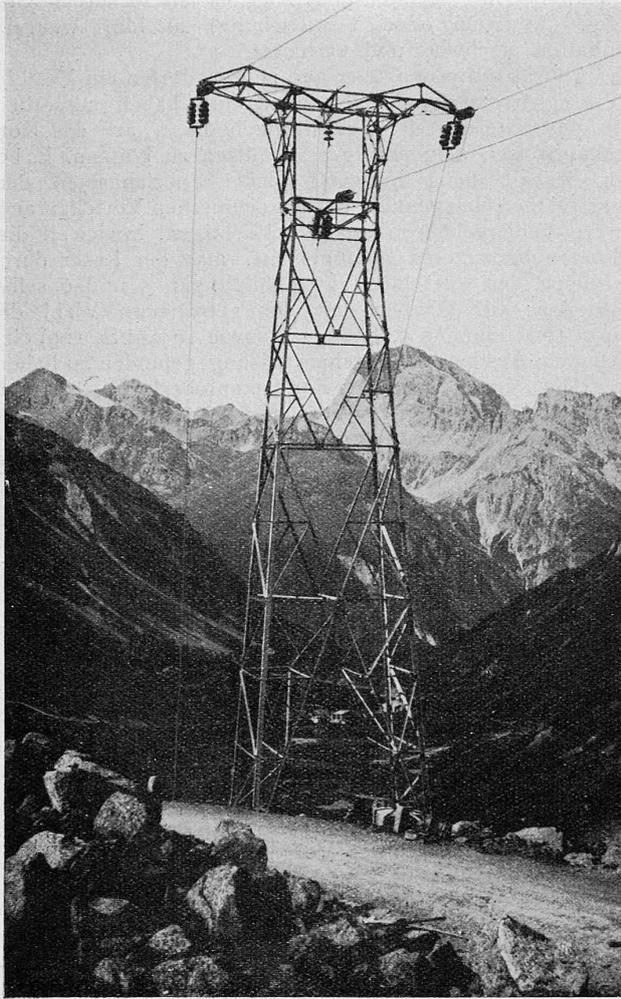


Abb. 8. Spezialmast für die Albulaleitung der Rhätischen Werke.

bezw. verpackt und in verhältnismässig kleinen Einzelgewichten zur Baustelle herangeschafft, dort zusammengestellt und verschraubt werden. Die Verschraubung der Konstruktion ist bei Feuerverzinkung unter allen Umständen zu empfehlen weil alle Nietstellen bekanntlich ganz besonders der Verrostung ausgesetzt sind, wodurch der Wert der Feuerverzinkung ausserordentlich herabgemindert wird. (Schluss folgt.)

Ein Kapitel aus dem Wege- und Strassenbau.

Von Kulturingenieur O. Giger, St. Gallen.

In einem Aufsatz, betitelt „Statik und Volkswirtschaft“, sagt Dr. Ing. W. Schmidmann: „Es darf behauptet werden, dass das Ziel der technischen Wissenschaft das Minimum an Energieverbrauch durch den Menschen ist.“¹⁾

Mir scheint, dass damit Ziel und Tätigkeit der Technik im allgemeinen vorzüglich interpretiert werden. Für die restlose praktische Anwendung dieses Satzes muss indessen doch ein Vorbehalt gemacht werden. Die Mittel zur Herbeiführung eines Minimums an Energieverbrauch müssen in einem solchen Verhältnis zum erstrebten Effekt stehen, dass ein positives wirtschaftliches Ergebnis zu erwarten ist, sofern es sich nicht um Luxusdienst und Luxusarbeit handelt. Der Begriff Wirtschaftlichkeit ist allerdings nicht ein absoluter, in engem Rahmen begrenzter. Der Kaufmann versteht unter Wirtschaftlichkeit Gewinn, Rendite. Die schöpferische Tätigkeit des Maschineningenieurs richtet sich nach dem kaufmännisch verstandenen Prinzip der

¹⁾ Vergl. «Soziale Stellung und wirtschaftliche Aufgaben der Technik». Rede von Prof. C. Andreae, an der Generalversammlung des S. I. A., Band LXXVI, S. 117 (II. Sept. 1920).

Wirtschaftlichkeit. Beim Bauingenieur ist dies nur teilweise der Fall. Bachverbauungen und Flusskorrekturen wären nicht immer wirtschaftliche Anlagen im Sinne einer Rendite und zwar hauptsächlich dann nicht, wenn die finanziellen Aufwendungen vollständig vom Einflussgebiet getragen werden müssten. In solchen Fällen, wo es sich um den Schutz ganzer Täler, ja sogar Landesteile handelt, stehen gemeinwirtschaftliche Interessen im Vordergrund. Diese Fälle erfordern die tatkräftigste Mithilfe grosser Körperschaften, vor allem des Staates, um ein positives gemeinwirtschaftliches Ergebnis zu erzielen. Für den Staat sind derartige Subventionen, kaufmännisch gedacht, zwar durchaus unwirtschaftlich, vom volkswirtschaftlichen und staatspolitischen Standpunkt aus jedoch ausserordentlich bedeutsam und absolut unerlässlich. Nur durch die Schaffung z. B. von Verkehrserleichterungen durch die Bestrahlung des Berg- und Hügellandes wird man die von diesen Gesichtspunkten aus bedenkliche Entvölkerung der Berggegenden, die Umgestaltung von Bergheimwesen in Weiden und Alpen aufhalten können. In dieser Hinsicht sind z. B. im Kanton St. Gallen von 1892 bis 1920 im ganzen 187 km Bergwege gebaut worden, in Ausführung und Vorbereitung befinden sich noch weitere rund 150 km.

Die Durchführung der Bergbestrahlung scheint, oberflächlich betrachtet, keine schwierige Aufgabe zu sein. Wenn man aber tiefer eindringt in die Fragen der Wechselbeziehung von Anlagekosten und wirtschaftlichem Effekt, so kann dieser Aufgabe eine gewisse, nicht unwesentliche Bedeutung für die Volkswirtschaft nicht abgesprochen werden. Im Bergland kommt beinahe ausschliesslich Perimetergebiet mit schwacher Finanzkraft in Frage. Die Projektverfasser werden somit vor die Aufgabe gestellt, solide, zweckmässige, dabei möglichst billige Anlagen zu projektieren und zur Ausführung zu bringen.

Damit kommen wir auf den Kernpunkt des Aufsatzes. Der Wegebauer weiss, dass die Kosten eines Weges von dessen Breite und Länge¹⁾ abhängig sind, letztere aber

¹⁾ Es sei hier an eine bezügliche Anekdote erinnert, die den praktischen Wert der Beschränkung auf das unumgänglich Nötige beleuchtet: Ein Fremder sprach sich anerkennend darüber aus, dass in Graubünden ein weitverzweigtes Strassennetz auch die entferntesten Täler erschliesse, bedauerte aber, dass die Strassen nicht breiter seien. Man gab ihm zur Antwort: Hätten wir sie breiter gemacht, so wären sie nicht so lang geworden. Red.

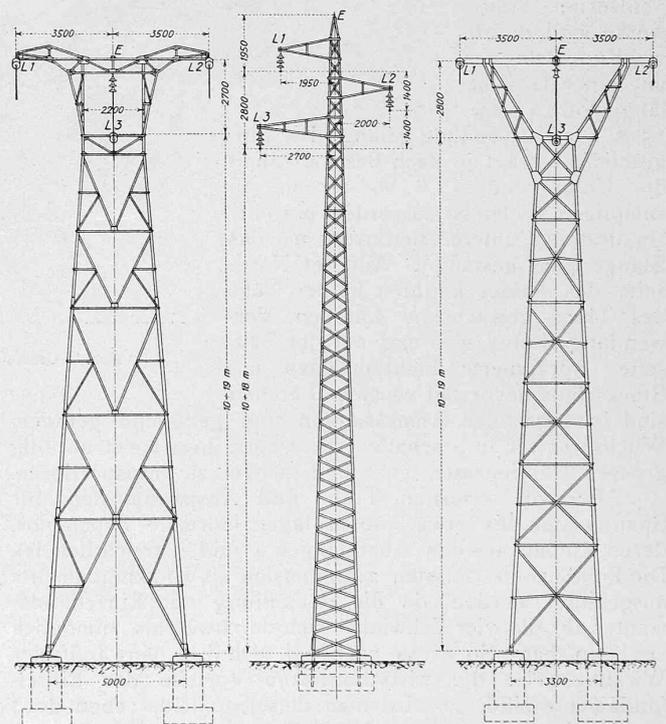


Abbildung 5.

Abbildung 4.

Abbildung 6.



Abb. 7. Normalmast am Albulapass.

eine Funktion der Wegsteigung ist. Die Frage der Maximalsteigung erhält dadurch fundamentale Bedeutung. Dabei ist die richtige Projektierung von Alp- und Güterwegen gerade mit Rücksicht auf die Festsetzung der Maximalsteigungen oft schwieriger, als die von Staats- und Gemeindestrassen, weil nicht nach gesetzlich festgelegten Normen verfahren werden kann. Die Abklärung dieser wesentlichen Projektfrage ist vielmehr bei jedem Objekt jeweilen dem Ermessen des Projektverfassers anheim gestellt. Die zweckmässige Pro-



Abb. 9. Spezialmast am Stulser-Tobel.

ganzen Anlage anstellen zu können, muss in erster Linie die Weglänge ermittelt werden. Diese erhält man bei einer Steigung von z. B. 12%, indem man den Punkt sucht, wo die Steigungslinie von 12% die horizontale Höhenlinie von 220 m schneidet. Dieser Punkt ist mit A bezeichnet. Wenn man von diesem Punkte eine Senkrechte zur Abszissenaxe zieht, so schneidet diese Gerade auf der horizontalen Axe in B die Weglänge ab; sie beträgt rund 1830 m. Es ist nun möglich, dass die Bedeutung des Weges und der

zu erwartende Verkehr eine grössere Steigung zulässt, z. B. 15%; nach dem vorhin angegebenen Verfahren kann man sofort die entsprechende Weglänge bestimmen, sie beträgt 1467 m. Die Strecke BD gibt den Weglängen-Unterschied der Wege von 12% und 15% an.

Diese graphische Tabelle kann aber auch benützt werden zur approximativen Bestimmung der Gesamtkosten eines Weges, wenn die Kosten pro lfd. m Weg bekannt sind. Sie ist nämlich so eingerichtet, dass die horizontalen Höhenlinien zugleich als Gesamtkostenlinien, die Steigungslinien als Kosteneinheitenlinien verwendet werden können. Das Verfahren zur Ermittlung der Gesamtkosten ist folgendes: Angenommen, die nach Prüfung der Lokalverhältnisse ungefähr festzustellenden Baukosten pro lfd. m seien etwa 40 Fr.; die Kostensumme kann dann direkt abgelesen werden, indem man den Schnittpunkt der Ordinate über Punkt B, der die Weglänge mit 12% Steigung angibt, mit der Einheitskostenlinie von 40 Fr. sucht. Der betreffende Punkt E liegt zwischen den Gesamtkostenlinien

Projektierung von Bergstrassen erfordert daher eine langjährige, praktische Schulung, ein sicheres Herausfühlen der wirklichen Verkehrsbedürfnisse und ein sorgfältiges Abwägen und Gegenüberstellen der mutmasslichen Kosten, der Verkehrsformen und Verkehrsintensitäten. Um nun möglichst rasch schon bei der ersten Lokalbegehung den Behörden und Interessenten einigermassen Aufschluss geben zu können, hat der Verfasser eine graphische Tabelle konstruiert, wie sie hier im Bilde vorgeführt wird.

Diese Darstellung beruht auf einem Koordinatensystem, auf dessen Abszisse die Weglängen und auf den Ordinaten die zu überwindenden Höhen aufgetragen sind. Von Null aus geht ein Strahlenbündel, das aus Steigungslinien von 1, 2, 3, bis 20% besteht. Aus dieser Darstellung kann nun folgendes herausgelesen werden:

Diese Darstellung beruht auf einem Koordinatensystem, auf dessen Abszisse die Weglängen und auf den Ordinaten die zu überwindenden Höhen aufgetragen sind. Von Null aus geht ein Strahlenbündel, das aus Steigungslinien von 1, 2, 3, bis 20% besteht. Aus dieser Darstellung kann nun folgendes herausgelesen werden:

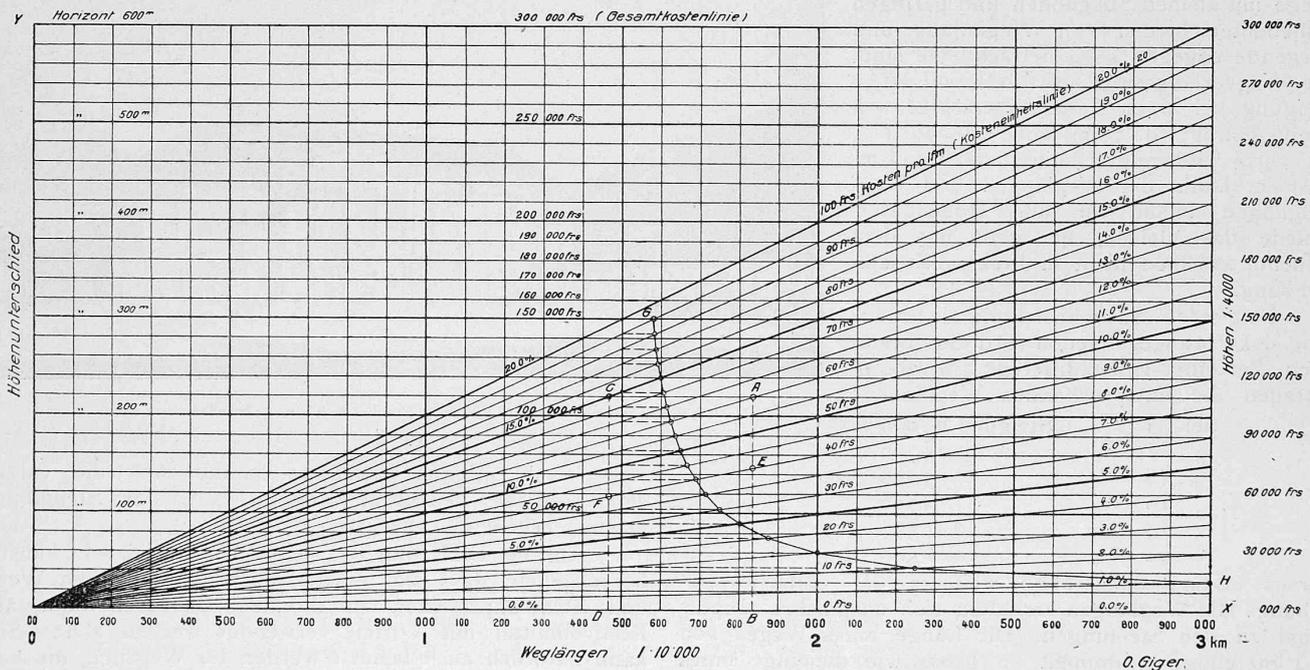


Tabelle zur raschen Ermittlung der Beziehungen zwischen Steigung, Länge und Kosten von Wegen.