

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 97/98 (1931)
Heft: 25

Artikel: 50 kV-Hochspannungs-Leitungen Guttannen-Innertkirchen der Kraftwerke Oberhasli A.-G.
Autor: Dietrich, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-44706>

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: 15.05.2025

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

50 kV-Hochspannungs-Leitungen Guttannen-Innertkirchen der Kraftwerke Oberhasli A.-G.

Von W. DIETRICH, Oberingenieur, Innertkirchen.

In der Zentrale Handeck sind vier vertikalaxige Maschinengruppen von je 30 000 PS Leistung (bei einem Netto-Gefälle von 540 m) aufgestellt. Die erzeugte gleichmässige Jahresenergieproduktion beträgt 230 Mill. kWh, die mögliche Winterenergieabgabe rund 130 Mill. kWh. Diese Energie wird von der Zentrale über Guttannen nach der talwärts gelegenen Hauptabgabestelle in Innertkirchen übertragen (Abb. 1). Die 5 km lange Talstrecke von Handeck bis Guttannen ist tief eingeschnitten und von hohen, mit vielen Runsen durchfurchten Steilhängen flankiert, über die zahlreiche und schwere Lawinen niedergehen. Die Erstellung einer betriebsicheren Freileitung, die im Winter bei schlechtem Wetter begangen werden könnte, ist in diesem Teil des Tales ausgeschlossen. Deshalb erfolgt die Energieübertragung von der Zentrale bis nach Guttannen mit Hilfe von Kabeln, die in einem begehbaren Stollen verlegt sind. Dieser dient im Winter ausserdem als sicherer Zugang zur Zentrale. Trotzdem auch das untere, etwa 7 km lange Talstück von Guttannen bis nach Innertkirchen tief eingeschnitten und schweren Lawinen und Föhnstürmen ausgesetzt ist, war es möglich, hier ein Tracé zu finden, das für eine störungsfreie Energieübertragung durch Freileitungen Gewähr bietet. Da diese Uebertragung von grosser Bedeutung ist, durch eine rauhe und gebirgige Gegend führt und aus diesem Grunde von den normalen Leitungen im Flachland abweicht, seien im folgenden Konstruktion und Bau beschrieben.

Bei der Erstellung war in erster Linie die Erreichung einer grösstmöglichen Betriebsicherheit Bedingung. Aus diesem Grunde verlegte man die vier erforderlichen Drehstromleitungen nicht auf eine gemeinschaftliche Eisenkonstruktion,

sondern auf zwei von einander unabhängige Gestänge, in der Meinung, dass bei einer allfälligen Störung einer Doppelleitung die andere im Betriebe bleibt. Dadurch liess sich ausserdem die Erstellung dem fortschreitenden Ausbau in der Zentrale gut anpassen. Jede Doppelleitung besteht aus

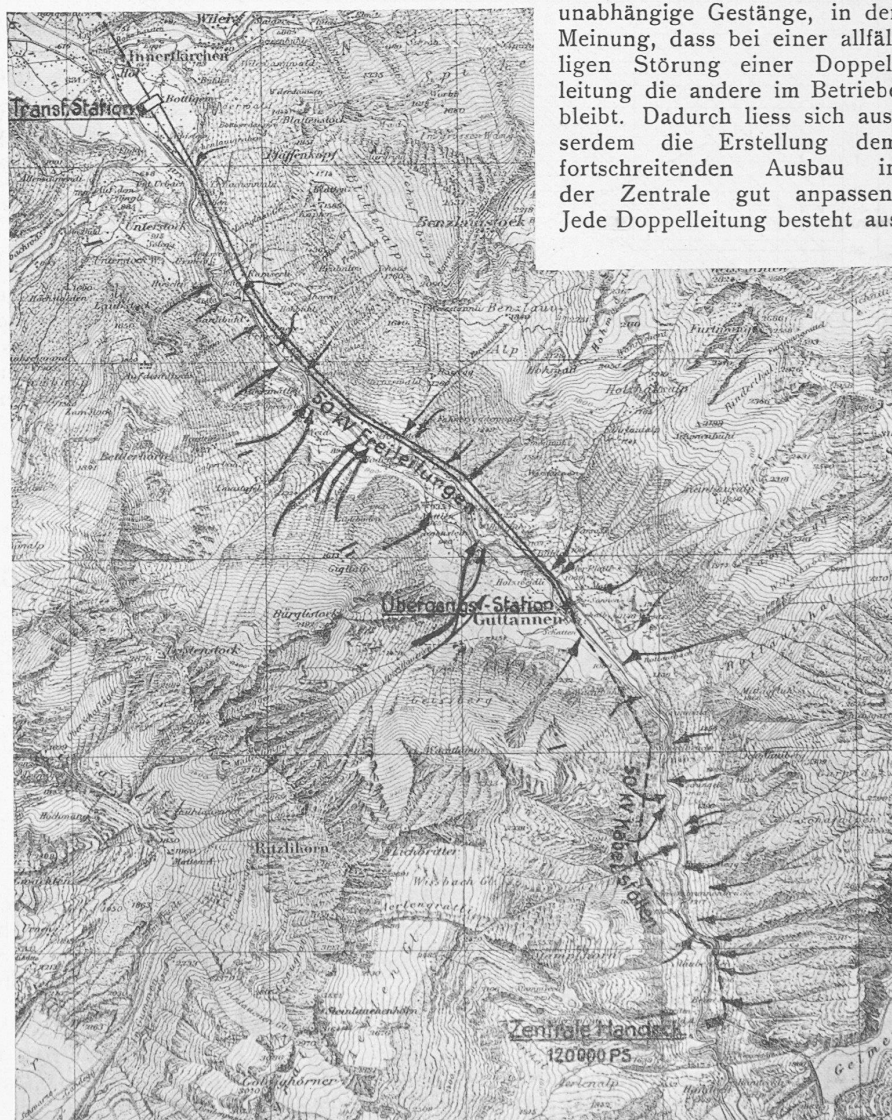


Abb. 1. Uebersichtskarte 1:70 000. (Mit Bewilligung der eidgen. Landestopographie vom 20. Januar 1931.) (Die auf beiden Hängen des Aaretals eingezeichneten Pfeile bedeuten Lawinenzüge.)

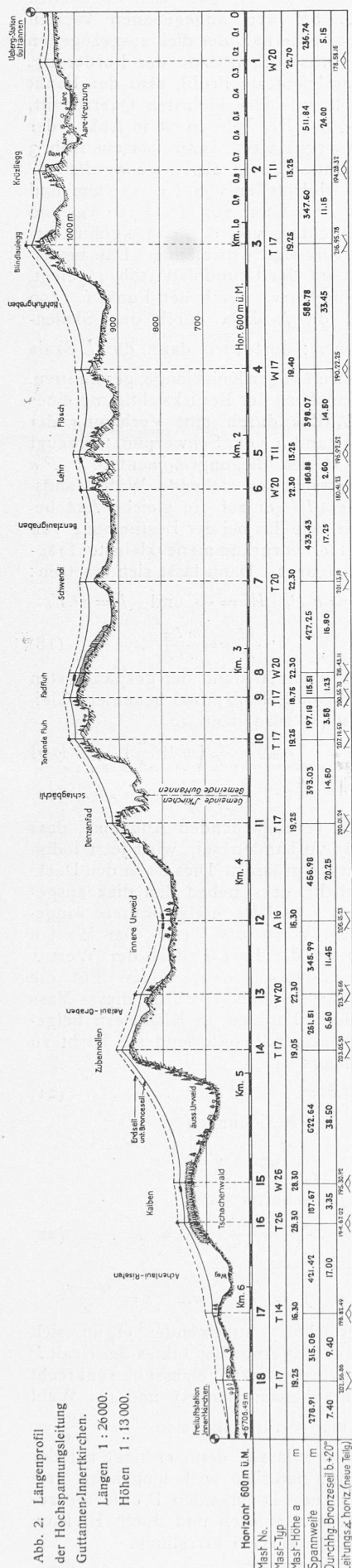


Abb. 2. Längenprofil der Hochspannungsleitung Guttannen-Innertkirchen. Längen 1:26 000. Höhen 1:13 000.

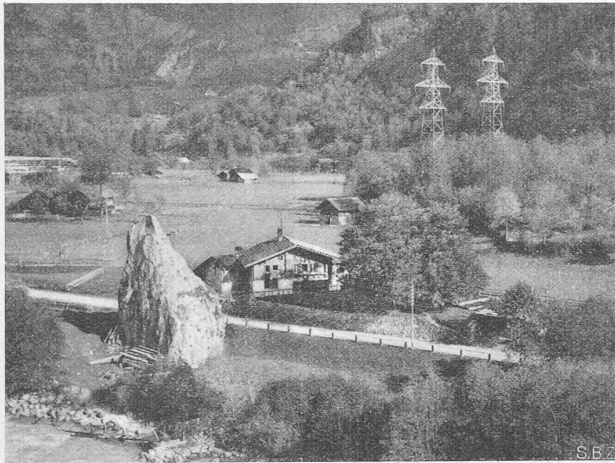


Abb. 4. Ueberspannen eines Wäldchens in Innertkirchen.

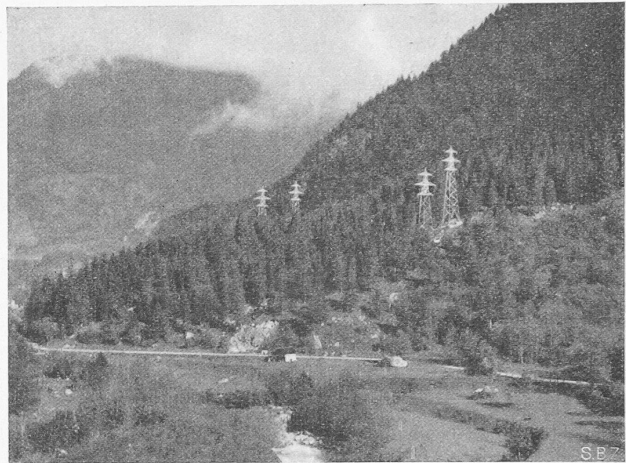


Abb. 5. Ueberspannen des Tschachenwaldes.

2×3 Leitern und einem Erdseil und hat die Leistung zweier Maschinengruppen, d. h. 2×28000 kVA bei einem Nennstrom von 2×324 Amp. mit einer Nennspannung von 50 kV zu übertragen.

Die Leitungsführung wurde sorgfältig studiert und vorerst sämtliche Lawinen aufgenommen und durch ortsansässige Leute auch jene festgestellt, die nur ganz ausnahmsweise, in Abständen von Jahrzehnten, niedergehen. Aus Abb. 1 ist ersichtlich, dass zwischen Guttannen und Innertkirchen die schweren Lawinenzüge in der Hauptsache an den Hängen westlich der Aare liegen. Diese Talseite musste somit gemieden werden. Die Leitungen verlaufen deshalb grösstenteils östlich der Aare. Um sie dem gefährlichen Luftdruck der Staublawnen, die von den westlichen Gräten niedergehen, zu entziehen, verlegte man sie an den gefährdeten Stellen etwas höher an den öst-

lichen Talhang hinauf. Dadurch gelang es auch, die kleinern Lawinenzüge, die die Leitung kreuzen, in genügender Höhe zu überspringen.

Da die Leitungen auf der ganzen Strecke das Tal nirgends kreuzen, fällt die Windrichtung mit der Leitungsrichtung zusammen und die Seile sind der direkten Einwirkung der heftigen Föhnstürme, die die Gegend im Frühjahr und Herbst heimsuchen, gut entzogen.

Das Längenprofil der östlichen Leitung ist aus Abb. 2 ersichtlich. Die Masten konnten nicht, wie dies im Flachland meistens der Fall ist, in regelmässigen Abständen voneinander aufgestellt werden; ihre Standorte waren durch die stark vorspringenden steilen Felsrippen gegeben (Abb. 3). Dies hatte zur Folge, dass auf der ganzen Strecke nirgends drei Masten in eine Gerade zu liegen kamen. Die mittlere Spannweite beträgt 350 m, bei einer grössten von 623 m.

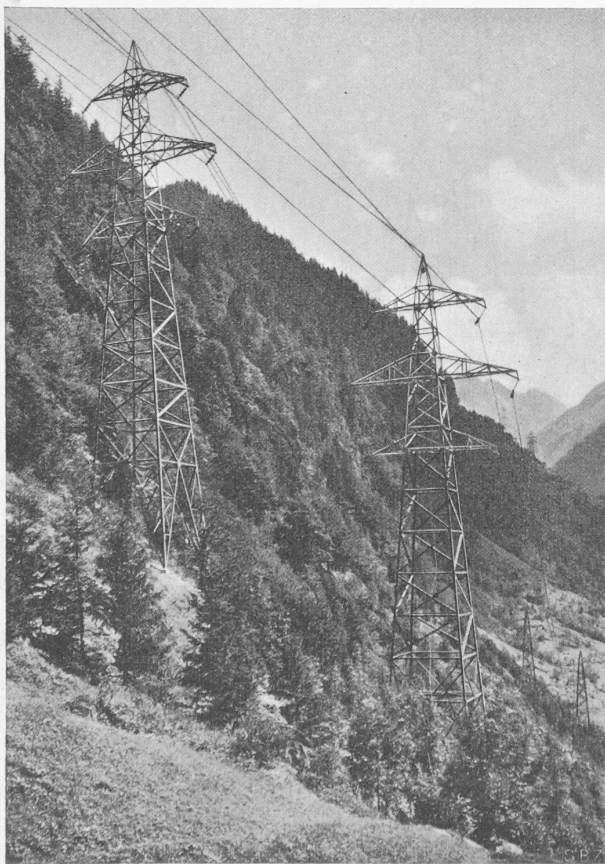


Abb. 6. Ueberspannen des Waldes in Urweid.

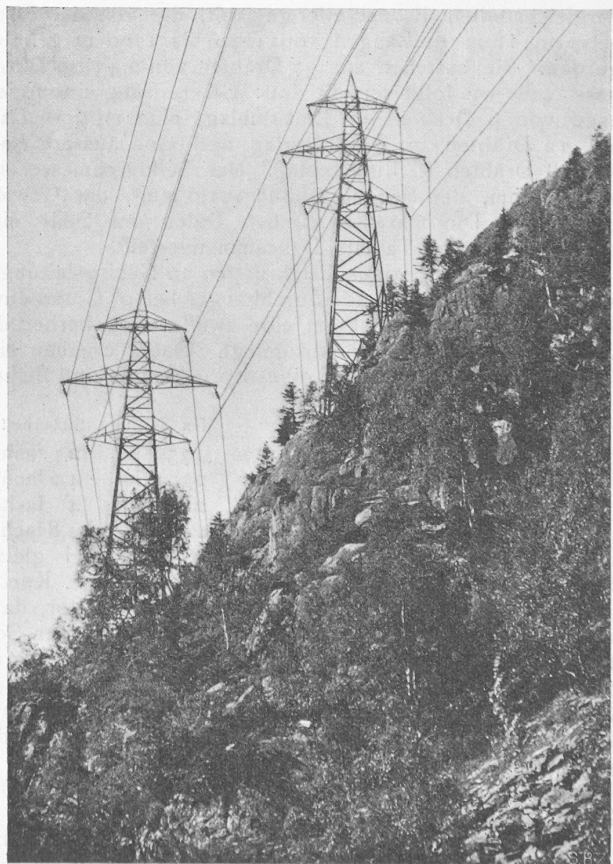


Abb. 3. Masten auf steiler Felsrippe aufgestellt.

Dem Wald wurde besondere Beachtung geschenkt. Ausbauen von Schneisen war, weil er grösstenteils als Schutzwald angesprochen werden muss, nicht zulässig. Ausserdem war auf die vielen Besucher des Oberhasli angemessene Rücksicht zu nehmen und hässliche, weit sichtbare Veränderungen im Landschaftsbild zu vermeiden. Dadurch ergab sich die Notwendigkeit, die Leiter über die Tannenwipfel hinweg zu ziehen, was durch Vergrösserung der Masthöhen ohne weiteres möglich wurde (Abb. 4, 5, 6). Diese Lösung bot

technisch keine Schwierigkeiten. Die Kosten der Waldüberspannung erhöhten sich gegenüber jenen beim Schneisen-ausbau nicht wesentlich, sodass es sich auch beim Bau von Leitungen im Unterland wohl lohnt, diese Art der Waldkreuzung jeweils in Erwägung zu ziehen. Lässt sich aus irgendeinem Grunde eine Waldüberspannung nicht durchführen, dann kann durch Verwendung hoher Masten und normaler Spannweiten die Schneisenbreite stark vermindert werden. In der Schneise lässt sich ohne Nachteil für die Leitung Jungwald aufziehen.

Als Leiter wurden nach Durchführung verschiedener Vergleichstudien Bronzeseile gewählt, die von der Firma Selve in Thun in Längen von 1200 bis 1700 m geliefert wurden. Sie bestehen aus 37 Drähten von 2,43 cm Durchmesser, die wie folgt verseilt sind: 1 Kerndraht, eine innere Lage von 6 Drähten in Linksschlag, eine mittlere Lage von 12 Drähten in Rechtsschlag und eine äussere Lage von 18 Drähten in Linksschlag. Der Seildurchmesser beträgt 17 mm, der Seilquerschnitt $171,6 \text{ mm}^2$, das Gewicht $1,57 \text{ kg/m}$. Die charakteristischen Daten des Seils sind in untenstehender Tabelle I zusammengestellt.

Nach den bisherigen Erfahrungen an Gebirgsleitungen wurde der Berechnung des Durchhanges bei 0°C und einer Schneebelastung von 2 kg/m eine zweifache Sicherheit der Leiter gegen Bruch zugrunde gelegt. Dabei ergaben sich die rechnerisch ermittelten Seilbeanspruchungen und Sicherheiten wie folgt:

	Max. Seilzug	Sicherheit
Bei 0°C und 2 kg/m Schnee	4750 kg	2 fach
" 0°C ohne Schnee	2300 kg	4,2 fach
" -30°C ohne Schnee	2400 kg	4 fach
" $+40^\circ \text{C}$	2000 kg	4,8 fach

Die Bruchschneelast beträgt $9,6 \text{ kg/m}$ bei gleichmässiger Verteilung über die ganze Leitungslänge. Kommt diese Belastung nur auf vereinzelter Spannweiten vor, dann werden die Isolatorenketten schief gezogen und der Seilzug geht zurück, sodass eine grössere Schneebelastung erforderlich wäre, um das Seil zu zerreißen. Bei allzugrossem Belastungsunterschied des Seils in den verschiedenen Spannweiten und bei bereits erfolgtem Schiefziehen der Isolatorenketten tritt überdies ein Gleiten des Seils in den Aufhängeklammern ein. Der durch Versuch festgestellte Gleitwiderstand beträgt 1900 kg .

Als Erdseil ist ein feuerverzinktes Stahldrahtseil von 10 mm Durchmesser und 60 mm^2 Querschnitt verwendet worden. Es besteht aus 7 Drähten zu $3,3 \text{ mm}$ Durch-

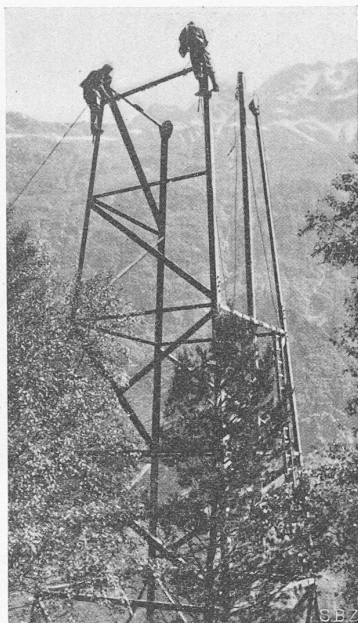


Abb. 11. Aufbau eines Gittermastes.

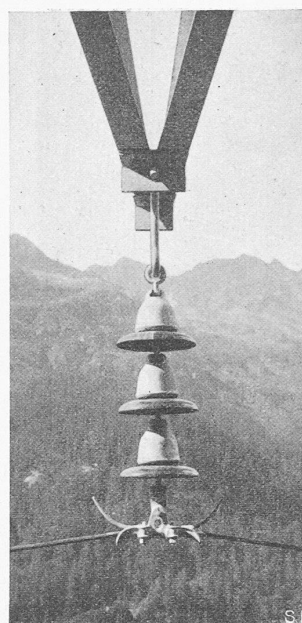


Abb. 7. Normale Isolatorenkette.

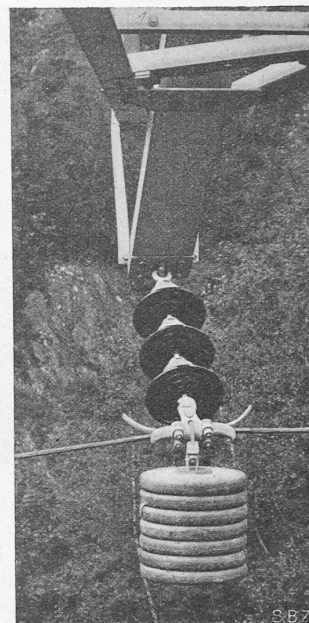


Abb. 8. Isolatorenkette für Winkelmast.

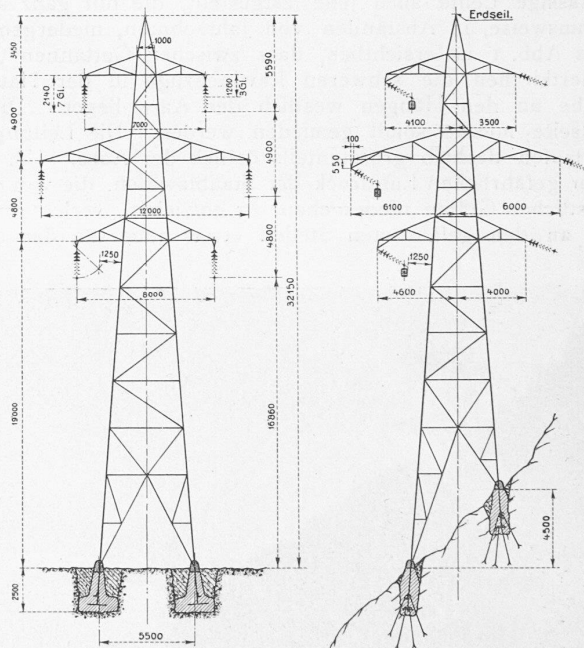


Abb. 10. Normaler Tragmast (links) und Winkelmast. — Masstab 1 : 400.

Tabelle I. Charakteristische Daten der Bronzeseile.

		Garantierte Werte	Versuchsergebnisse
Zerreissfestigkeit des Drahtes	kg/mm ²	58 bis 60	58,2 bis 66
Zerreissfestigkeit des Seiles	kg	9500	9490 bis 9800
Streckgrenze der Einzeldrähte	kg/mm ²	—	51,3 bis 56
Streckgrenze des Seiles	kg/mm ²	—	48,9
Elastizitätsgrenze der Einzeldrähte	kg/mm ²	42	etwa 45
Elastizitätsgrenze des Seiles	kg/mm ²	—	34,9 bis 36
Elastizitätsmodul der Einzeldrähte	kg/cm ²	13×10^5	$[13,5 \text{ bis } 13,9] \cdot 10^5$
Elastizitätsmodul des Seiles	kg/cm ²	$12,5 \times 10^5$	$[12,1 \text{ bis } 12,5] \cdot 10^5$
Abnahme d. Festigkeit infolge Verseilung	%	6,5	9
Dehnung der Einzeldrähte	%	1 bis 2	1,5 bis 2
Dehnung des Seiles	%	—	1,36
Wärmeausdehnungs-Koeffizient d. Seilmast.		$1,7 \times 10^{-5}$	$1,45 \times 10^{-5}$
Anzahl Biegungen über $R = 5 \text{ mm}$		5	5 bis 10
Anzahl Torsionen bei 150 mm Länge		20	21 bis 53
Spez. Leitfähigkeit bei 15°C	$\frac{\text{m}}{\Omega \text{ mm}^2}$	50	46,6 bis 56,7
Temperaturkoeffizient		0,003	—
Widerstand pro km Seil bei 15°C	Ω	0,1166	—

Montageabschnittes verankerten Umlenkrolle geführt wurde. Die Länge eines Seilzugabschnittes war durch die Fabrikationslänge der Seile gegeben und betrug 1200 bis 1700 m, wobei die Winde so aufgestellt war, dass der Zug ohne ihre Versetzung nach beiden Richtungen ausgeführt werden konnte. Das Auslegen des Zugseiles geschah in schwierigem Gelände unter Zuhilfenahme eines leichten Hilfseiles, das mittels Raketen über grössere Hindernisse, wie Schluchten, Hochwald u. dgl. geschossen wurde. Wie aus der Abb. 12 hervorgeht, lief das Zugseil vorerst über die obersten Tragrollen. Das Bronzeseil wurde mittels einer Spezialklemme am Zugseil befestigt und durch die erste Tragrolle S_1 hindurchgezogen, hierauf das Zugseil in die Rolle S_2 des untern Auslegers gelegt, während das Bronzeseil in der Rolle S_1 weiterlief. Dieser Vorgang wiederholte sich bei jedem Mast, bis die drei untereinanderliegenden Bronzeseile aufgehängt waren. Zum Auslegen der Seile auf der andern Mastseite lief das Zugseil in entgegengesetzter Richtung. Diese Art der Seilauslegung hat sich in dem zerrissenen, bewaldeten und teilweise ganz ungangbaren Gelände sehr gut bewährt und war in kurzer Zeit durchgeführt.

Die Verbindung der Bronzeseile in der freien Strecke und die Abspannung erfolgte durch Hedderheimer Zieh-muffen, die mittels einer hydraulischen Presse von 10 t Druckkraft hergestellt wurden. Die in der Eidg. Materialprüfungsanstalt in Zürich durchgeführten Zerreissversuche mit diesen Seilverbindern und Abspannklemmen ergaben eine 100%ige Festigkeit der Muffen. Der Bruch trat bei allen Versuchen im freien Seilende auf, ohne dass das Seil in der Muffe zum Gleiten kam. Das Ausregulieren der Seile erfolgte nach der Visiermethode.

Die Montage beider Doppelleitungen wurde von der Firma Furrer & Frey in Bern ausgeführt.

In Abb. 14 ist die prozentuale Aufteilung der Kosten graphisch dargestellt. Dabei darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass die Bronzeseile zur Zeit eines verhältnismässig hohen Kupferpreises beschafft werden mussten.

Die östlich gelegene Leitung wurde im Herbst 1928, die andere ein Jahr später fertig erstellt und in Betrieb genommen. Die Leitungen passen sich dem Gelände gut an, sodass das landschaftliche Bild nicht beeinträchtigt wird. Die getroffenen Massnahmen hinsichtlich Konstruktion und Tracé haben sich bewährt. Es sind trotz schweren Lawinengängen, grossem Reifansatz und häufigen Föhnstürmen bis heute keine Störungen aufgetreten.

Wettbewerb für einen Bebauungsplan der Gemeinde Langenthal (Kanton Bern).

Aus dem Bericht des Preisgerichtes.

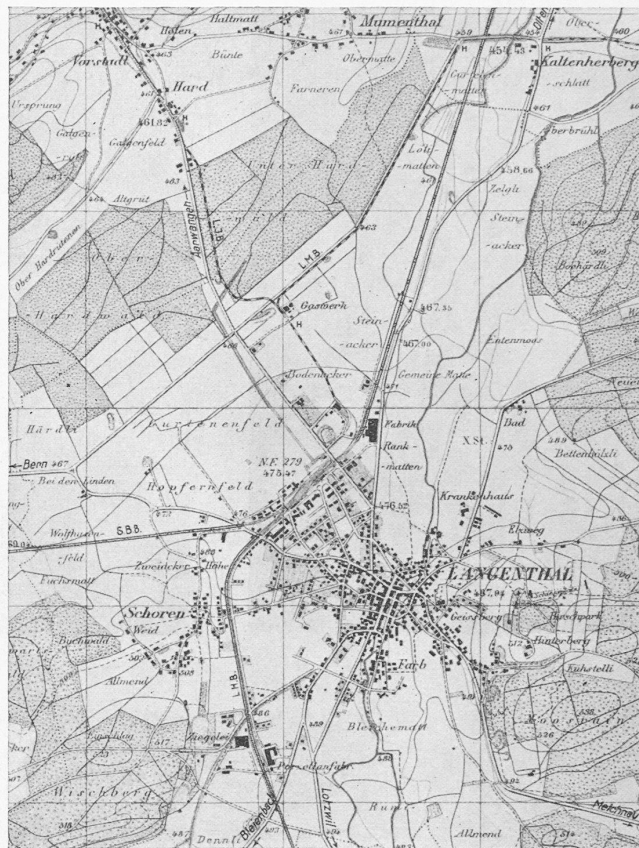
Das Preisgericht versammelte sich Montag, den 2. Februar 1931, 9 Uhr im Gemeindehaus und tagte bis zum 5., und vom 7. bis zum 8. Februar. Es stellte fest, dass von den 36 eingereichten Entwürfen einer ausser Wettbewerb eingereicht worden ist und deshalb aus der Beurteilung fällt. Alle Eingaben sind rechtzeitig eingeleistet worden; es sind keine wesentlichen Verstösse gegen das Wettbewerbsprogramm zu vermerken.

Auf Grund eingehender Ortsbesichtigungen und Prüfungen scheidet das Preisgericht im ersten Rundgang 12 Projekte wegen wesentlicher Mängel aus.

Im zweiten Rundgang kommen weitere 13 Entwürfe, deren Lösungen nicht befriedigen, zur Ausscheidung.

In engerer Wahl verbleiben die Entwürfe: 2, 3, 11, 14, 16, 19, 23, 25, 30 und 33. Diese werden vom Preisgericht wie folgt beurteilt [Wir beschränken uns übungsgemäss auf die Wiedergabe der Beurteilung der prämierten Entwürfe. Red.].

Projekt Nr. 2: „Zwischen Dorf und Stadt“. Der Verfasser drängt die Bützbergstrasse bei den Bahnübergängen in südwestlicher Richtung gegen Schoren, überführt die S.B.B. und unterführt die L.H.B., was kostspielig ist und ein schlechtes Längenprofil ergibt. Die Strassenanschlüsse gegen den Güterbahnhof und gegen Schoren liegen zu nahe der Ueberführung. Für die Verbindung mit der Kaltenherberge wird die Murgenthalstrasse beibehalten und



Uebersichtskarte von Langenthal und Umgebung. — Masstab 1:35 000.
(Mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 11. Juni 1931.)

in südlicher Fortsetzung dieser Strasse die Verbindung zwischen Post und Löwen an Stelle der Marktgasse mit der Mittelstrasse hergestellt, was als richtig zu betrachten ist. Hingegen sind die Einmündung dieser Verbindungsstrasse in die Bahnhofstrasse, sowie die Niederlegung des Gasthofes zum Löwen zu beanstanden. Der Zusammenschluss der Mittelstrasse mit der Bleienbachstrasse ist an sich ebenfalls richtig. Die Fortsetzung der östlichen Umgehungsstrasse in der Richtung Roggwil ist als unwirtschaftlich abzulehnen. Der Durchbruch von der Löwenbrücke nach der Spitalgasse ist nicht gerechtfertigt. — Die Ausscheidung des Industriegebietes ist zweckmässig. Inbezug auf die Zonen- und Bauvorschriften äussert der Verfasser zum Teil wertvolle Gedanken, die aber auf grössere städtische Verhältnisse eingestellt sind. Die Festlegung von fünf Zonen geht zu weit und überdies ist die Abgrenzung der einzelnen Zonen etwas unbestimmt. Die Ueberbauungsvorschläge sind im ganzen wohl überlegt, im besonderen ist anzuerkennen, die Berücksichtigung des Reihenhauses im Hopferenfeld. Abzulehnen ist das für verschiedene Zonen vorgeschlagene ausgebaut Dach. Zu begrüssen ist ferner die weitgehende Unterdrückung der Einmündung von Nebenstrassen in die Hauptverkehrsstrassen. — Wenn auch im allgemeinen die Grünflächen richtig angeordnet sind, wären sie doch da und dort, wie beispielsweise auf dem Hopferenfelde, besser zusammenzufassen. Durch das Strassenkreuz wird die Grünanlage in den Matten unschön zerstückt.

Projekt Nr. 19: „Und trotzdem vorwärts“. Die durchgehende Eisenbahnstrasse von der Ziegelei bis zum Bahnhof wird ohne Gefällsverlust zum Bahnhof geführt und der Anschluss an die Bützbergstrasse parallel zur Unterführung ist hervorzuheben. Der Anschluss der Dorfstrasse von Schoren an die Unterführung ist nach diesem Vorschlag, wenn auch verkehrstechnisch nicht besonders günstig (Gabelung in der Tiefe der Unterführung und zu kleiner Radius), doch noch möglich. Auf eine Verlegung der L.H.B. ist verzichtet worden, was zur Folge hat, dass sich die Auffahrtsrampe bis zur Ringstrasse erstreckt und die Verbindung aus der Richtung Bützberg nach dem Bahnhof verlängert. Inbezug auf die Verlegung der Unterführung der Aarwangenstrasse nach Nordosten wird auf das bei Projekt Nr. 14 Gesagte verwiesen. Die Lösung ist insofern