

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 36 (1945)
Heft: 5

Artikel: Die Gemmileitung der Bernischen Kraftwerke A.-G.
Autor: Köchli, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1056454>

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: 25.12.2024

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

Die Gemmileitung der Bernischen Kraftwerke A.-G.

Von W. Köchli †, Bern

621.815.1(494)

Im Jahre 1921 wurde für den Energieaustausch zwischen der Aluminium-Industrie A.-G. und der Bernischen Kraftwerke A.-G. eine 50-kV-Leitung von Chippis über Leukerbad und den Gemmipass nach Kandersteg gebaut. Die Erstellung der neuen Unterstation Wimmis der BKW an der 150-kV-Leitung Innertkirchen-Mühleberg führte 1942 zum Bau einer 65-kV-Leitung Wimmis-Kandersteg und zur Erhöhung der Betriebsspannung der Gemmileitung von 50 auf 65 kV.

Zur Erhöhung der Uebertragungsleistung erfolgte 1944 ein Umbau der Gemmileitung auf der Bergstrecke Kandersteg-Leukerbad, der hier besonders beschrieben wird. Er umfasste den Ersatz des Kupferdrahtes durch Seile aus Reinaluminium und Aldrey unter gleichzeitiger Auslegung eines zweiten Leitungsstranges, in der Regel auf dem gleichen Gestänge. Damit die Tragwerke der grösseren mechanischen Beanspruchung genügen, mussten sie teils umgebaut, teils ersetzt werden. Die Bauarbeiten wurden im Herbst 1944 zeitweise unter sehr ungünstigen Witterungsverhältnissen durchgeführt.

En 1921, une ligne à 50 kV allant de Chippis à Kandersteg, en passant par Loèche-les-Bains et le col de la Gemmi, fut installée pour permettre un échange d'énergie entre la S. A. pour l'Industrie de l'Aluminium et la S. A. des Forces Motrices Bernoises. L'aménagement de la nouvelle sous-station de Wimmis des FMB, reliée à la ligne à 150 kV Innertkirchen-Mühleberg, fut suivi en 1942 de la construction d'une ligne à 65 kV entre Wimmis et Kandersteg et de l'élévation à 65 kV de la tension d'exploitation de la ligne de la Gemmi.

M. Köchli décrit la transformation du parcours de montagne Kandersteg-Loèche-les-Bains de la ligne de la Gemmi, dans le but d'augmenter la puissance transportée. Cette transformation exigea le remplacement des fils massifs en cuivre par des fils câblés en aluminium et en aldrey, ainsi que la pose d'une seconde ligne en général sur les mêmes supports. Ceux-ci durent être également transformés et, en partie, remplacés, afin de résister à l'accroissement des sollicitations mécaniques. Ces travaux furent entrepris en automne 1944, dans des conditions atmosphériques parfois très gênantes.

A. Einleitung

Die Bernischen Kraftwerke A.-G. (BKW) erstellten im Jahre 1921 eine 50-kV-Leitung über den Gemmipass als Verbindung mit den Kraftwerken der Aluminium-Industrie A.-G. (AIAG) in Chippis.



Fig. 1. Südabfall der Gemmi

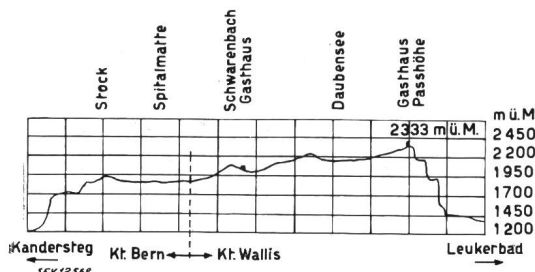


Fig. 2. Längenprofil Kandersteg—Leukerbad
Längen 1 : 200 000 Höhen 1 : 100 000

Die Gemmileitung wurde in Kandersteg an das damals dort endende 50-kV-Netz der BKW angeschlossen. Ihre Länge von Kandersteg bis Chippis beträgt rund 29 km.

Charakteristisch für den Gemmipass sind die beiden Steilstufen auf der Nordseite und auf der Südseite. Im Norden beträgt die Höhendifferenz zwischen Kandersteg und dem Stock etwa 630 m, während auf der Südseite die schroffen Felswände zwischen Leukerbad und der Passhöhe 900 m hoch sind (Fig. 1). Der Passweg führt über diese Steil-

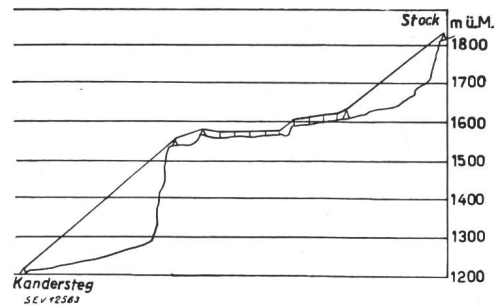


Fig. 3. Längenprofil Kandersteg—Stock
Maßstab 1 : 20 000

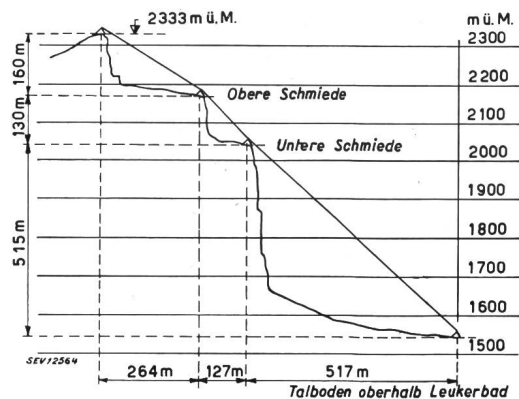


Fig. 4. Längenprofil Passhöhe—Leukerbad
Maßstab 1 : 20 000

stufen in vielen, zum Teil sehr engen Windungen, so dass ein Transport von Stangen und schwerem Material nur mit sehr grossem Zeit- und Kostenaufwand möglich ist (Fig. 2...4).

Da für den Austausch BKW/AIAG nur geringe Energiemengen zur Verfügung standen, genügte ein geringer Leiter-Querschnitt, und die Leitung musste billig sein, so dass die Gemmleitung als einfache «Regelleitung» gebaut wurde. Nur an einigen Stellen, die durch Lawinen gefährdet sind, wurden Weitspannungen angewendet.

Als Tragwerke gelangten zur Aufstellung:

- 560 extra starke Leitungsstangen in Längen von 12...16 m,
- 23 Gittermasten für Bahnkreuzungen und Weitspannungen bis 200 m,
- 30 Spezialtragwerke für die Abspannung je eines einzigen Stromleiters bei Spannweiten über 200 m.

Als Leitermaterial wurde für Spannweiten bis 200 m Kupferdraht von 8 mm \varnothing verwendet, für grössere Spannweiten Bronzeseil von 100 mm² Querschnitt.

Im Zusammenhang mit der neuen 150-kV-Leitung der BKW vom Kraftwerk Innertkirchen über Wimmis nach Mühleberg¹⁾ entstand in Wimmis eine neue 150/50-kV-Unterstation der BKW. Im Hinblick auf die kommende Entwicklung wurde die Gemmleitung im Jahre 1942 in Kandergrund vom allgemeinen 50-kV-Netz abgetrennt und durch eine eigene Leitung mit der Unterstation Wimmis verbunden. Die neue Leitung Kandergrund-Wimmis wurde als Regelleitung für 65 kV gebaut. Ihre

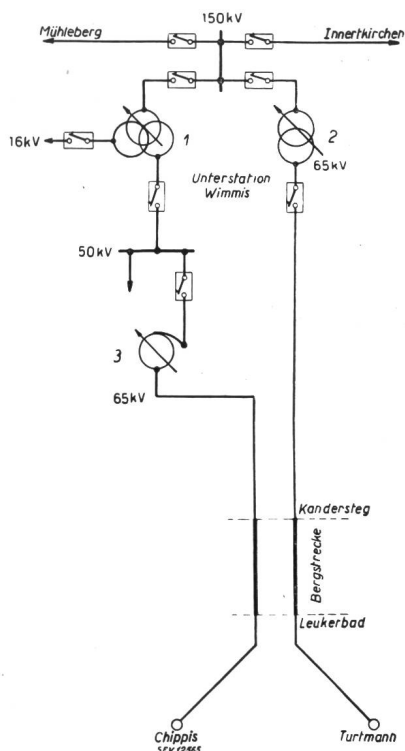


Fig. 5.
Prinzipschema der Gemmleitung
1 Dreiwicklungs-Stufentransformator, 20 MVA
2 Stufentransformator, 25 MVA
3 Auto-Stufentransformator, 25 MVA

Leiter bestehen aus Aldreyseil von 150 mm² Querschnitt. Gleichzeitig erfolgte bei der bestehenden Leitung Kandersteg—Chippis die Erhöhung der Betriebsspannung von 50 auf 65 kV, wofür die vorhandenen Isolatoren und Stützen genühten und vorläufig belassen wurden.

Als sich im Jahre 1944 die Möglichkeit zeigte, bedeutend grössere Energiemengen von der AIAG

1) Bull. SEV 1944, Nr. 3, S. 57...69.

zu beziehen, beschlossen die Verwaltungsbehörden der BKW den Umbau und Ausbau der Gemmleitung für eine Uebertragungsleistung von rund 50 000 kVA (Fig. 5).

Es wurden dafür folgende Massnahmen angeordnet:

1. Ersatz des Kupferdrahtes von 8 mm \varnothing durch Rein-aluminiumseil von 150 mm² Querschnitt auf den Talstrecken und durch Aldreyseil von 150 mm² Querschnitt auf der Bergstrecke Kandersteg-Leukerbad.
2. Montage eines zweiten Leitungsstranges mit dem gleichen Material und dem gleichen Querschnitt.
3. Ersatz der vorhandenen Isolatoren und Stützen auf der Strecke Kandersteg-Chippis (früher 50 kV), siehe Fig. 12.

Der Umbau und Ausbau der Bergstrecke sollte im Herbst 1944 erfolgen, während der Umbau und Ausbau der Talstrecken Wimmis—Kandergrund und Leukerbad—Chippis auf das Jahr 1945 in Aussicht genommen wurde.

B. Tragwerke

Zwischen dem Stock oberhalb Kandersteg und der Passhöhe ist die Gemmleitung auf dem grössten Teil der Strecke als Regelleitung gebaut, mit Abständen zwischen den Stangen von im Mittel 40 m.

Lawinenzüge unterhalb des kleinen Rinderhorns und unter dem Schwarzgrätli werden überspannt. Als Tragwerke beidseitig dieser Lawinenzüge sind normale Gittermasten verwendet. Diese Masten mussten verstärkt werden, da der Ersatz des 8-mm-Kupferdrahtes durch Aldreyseil von 150 mm² Querschnitt erheblich grössere Leiterzüge ergab.

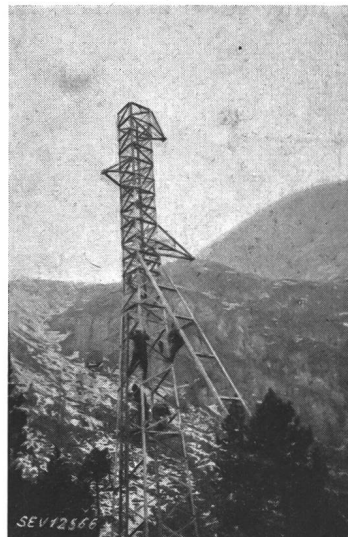


Fig. 6.
Umgebauter Gittermast

Die Verstärkung der Gittermasten (Fig. 6) erfolgte dadurch, dass in die Mastunterstütze Gegen-diagonalen eingebaut wurden. In Leitungsrichtung wurden zudem an den Masten Anker angebracht. Die Mastsäulen und Ausleger wurden ersetzt.

Bei den grossen Steilstufen im Norden und im Süden des Passes waren die bisherigen Leiter einzeln an separaten Tragwerken abgespannt (Fig. 7). Dem Umbau dieser Weitspannungen für zwei Lei-

tungsstränge standen folgende Schwierigkeiten entgegen:

Auf der Nordseite bei Kandersteg durften die Waldschneisen nicht verbreitert werden.

Am Südfall bestand keine Möglichkeit, neben den vorhandenen Spezialtragwerken weitere Tragwerke aufzustellen.

Es war kein Bronzeseil für den zweiten Leitungsstrang erhältlich.

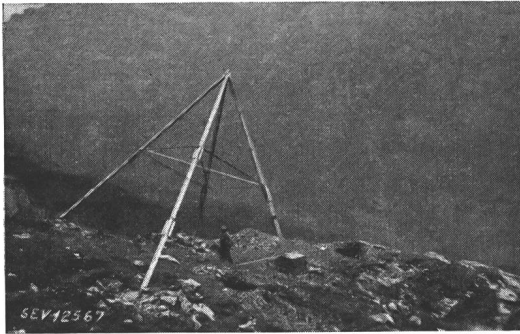


Fig. 7.
Spezialtragwerk für Weitspannungen > 200 m
vor dem Umbau

Es ergab sich eine brauchbare Lösung, indem die Einleiter-Tragwerke durch Anbau eines A-förmigen Trägers in Zweileiter-Tragwerke (Fig. 8) umgebaut wurden. Der seitliche Abstand zweier Leiter beträgt am Tragwerk 3 m.

Ungefähr 1 km nördlich der Gemmipasshöhe liegt in einer langgestreckten Mulde der Daubensee. Der Passweg führt etwas über dem See dem öst-



Fig. 8.
Umgebautes Spezialtragwerk auf der oberen Schmelde

lichen Ufer entlang. Die Leitung befindet sich am Westufer des Sees, teils direkt am See, teils darüber an einem 20...30° geneigten Hang. Der Passweg ist im Winter durch grosse Lawinen von den Plattenhörnern her gefährdet. Auch das Westufer ist nicht lawinensicher. Allerdings erreichen die auf dieser Seite von den Lämmernplatten niedergehen-

den Lawinen nicht die Grösse und Wucht der Lawinen auf der Ostseite des Sees.

Die Gemmleitung wurde 1921 auf dieser Partie als Regelleitung erstellt, wobei die Stangen durch Streben verstärkt wurden. Bei dieser einfachen Bauart sind jedoch immer wieder Beschädigungen durch Lawinen aufgetreten.



Fig. 9.
Bockmast in Montage

Beim Umbau wurde die Leitung auf dieser Strecke als Weitspannleitung erstellt, wobei als Tragwerke Bockmasten aus Holz angewendet wurden (Fig. 9 und 10). Die grösste Spannweite zwischen diesen Bockmasten beträgt etwa 180 m, die kleinste etwa 70 m. Die Bockmasten wurden zum Teil durch besondere Vorbauten gegen Beschädigungen durch Lawinen geschützt.

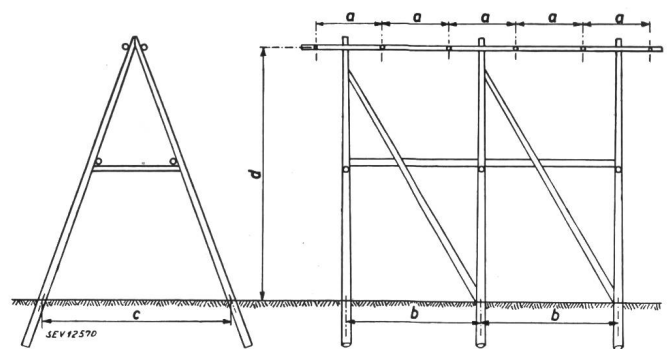


Fig. 10.
Skizze der Abspannböcke am Daubensee
 $a = 2,64$ m $b = 5,40$ m
 $c = 7,50$ m $d = 10,00$ m

C. Leitertypen

Beim Umbau 1944/45 der Gemmleitung kamen 3 Arten von Leitern zur Verlegung: Reinaluminiumseil und Aldreyseil von 150 mm² Querschnitt und Aluminiumstahlseil von (170,5 + 40) mm² Querschnitt. Die mechanischen und elektrischen Daten dieser Leitertypen sind in Tabelle I enthalten. Es

wurde ihnen das bei Spannweiten über 200 m der Bergstrecke vorhandene Bronzeseil mit 100 mm² Querschnitt gegenübergestellt.

Leiter der Gemmilleitung

Tabelle I.

	Einheit	A	B	C	D
Leitermaterial		Rein-Al	Aldreys	Al-Stahl	Bronze
Nennquerschnitt	mm ²	150	150	(170,5+40)	100
Drahtzahl		37	37	30 + 7	19
Drahtdurchmesser	mm	2,27	2,27	2,7	2,7
Seildurchmesser	mm	15,9	15,9	18,9	13
Gewicht	kg/km	417	417	800	940
Bruchlast d. Seils (mindestens)	kg	2500	4300	7500	6300
Elastizitätsmodul	kg/mm ²	5200	5700	7550	11500
Längenausdehnungskoeff.		24 · 10 ⁻⁶	23 · 10 ⁻⁶	16,97 · 10 ⁻⁶	16,6 · 10 ⁻⁶
Kleinster zulässiger Krümmungsradius	mm	40	50	50	50
Elektrische Leitfähigkeit (mindestens)	kg/Ω	5,0	4,5	5,97	3,37

A Rein-Al-Seil (1944/45) auf den Talstrecken.
 B Aldreysseil (1944/45) auf der Bergstrecke Kandersteg-Leukerbad
 C Aluminiumstahlseil (1944/45) } auf Weitspannungen der Bergstrecke
 D Altes Bronzeseil (1921) }

D. Isolatoren und Klemmen

Als Isolator ist auf den Regelstrecken ein Weitschirmisolator verwendet, der auf der v. Roll-Stütze Nr. 16 346 (Typ Motor) aufgehängt ist (Fig. 11 und 12).

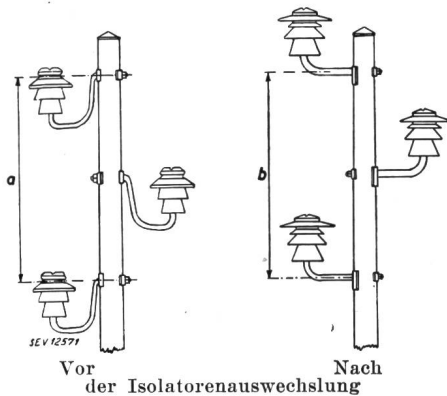


Fig. 11.

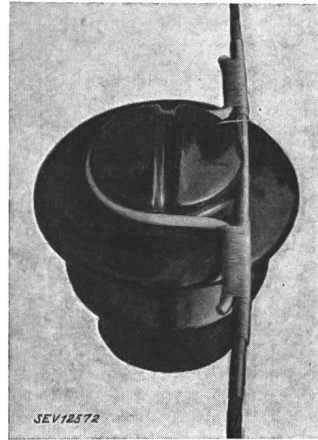
65-kV-Gemmilleitung

Kandersteg—Leukerbad a = 160 cm; b = 160 cm
 Leukerbad—Chippis a = 110 cm; b = 140 cm

Als Abspannklemmen werden bei dem einen Leitungsstrang Fischer-Schraubklemmen verwendet, bei dem anderen Strang AIAG-Abspannklemmen mit Keil.

Bei Weitspannungen sind die Leiter an 5gliedrigen Abspannkettten abgespannt, die Bronzeseile mit Schraubklemmen, die Aluminiumstahlseile mit

Abspannmuffen¹⁾. Für die Abspannkettten sind Kappen-Klöppel-Isolatoren Typ Ohio Brass verwendet, von derselben Ausführung, die für die 150-kV-Leitungen der BKW¹⁾ verwendet wird.



E. Verbindungen

Die zugfeste Verbindung der Aluminium- und Aldreysseile erfolgt bei dem einen Leitungsstrang mit Pressmuffen, System BKW; es werden dabei ähnliche Aluminiummuffen und

Fig. 12. Isolator mit Bügelbund

die gleiche Presse verwendet wie bei den 150-kV-Leitungen¹⁾.

Beim zweiten Leitungsstrang werden die Seile nach dem Aluthermverfahren der AIAG zusammengeschweisst²⁾, bei den Verbindungen, die zugfest sein müssen, wird nach dem Schweißen zur mechanischen Verstärkung ein Kerbrohr mit der Kerbzange mit dem Seil verkerbt.

F. Mechanische Beanspruchung und Durchhang der Leiter

Die Aldreysseile werden auf den Regelstrecken nach Tabelle II gespannt:

Tabelle II.

Temperatur °C	Leiterdurchhang in cm für Spannweiten von				
	30 m	35 m	40 m	45 m	50 m
0	16	24	33	44	56
+ 10	25	34	45	57	70
+ 20	35	45	56	69	83

Der Leiterzug beträgt dabei für 50 m Spannweite bei 0° C und 2 kg/m Schnee nur 5,3 kg/mm².

In den Spannweiten bis 200 m, die für die Ueber-spannung der Lawinenzüge nötig waren, kann dieser kleine Leiterzug nicht angewendet werden, da der Durchhang dabei zu gross würde. Die Spannung des Aldreysseiles wurde hier auf 10 kg/mm² festgesetzt.

G. Transporte und Bauarbeiten

Die Transporte für den Ausbau und Umbau der Leitung wurden Anfang August 1944 aufgenommen. In runden Zahlen waren zu transportieren:

550 Leitungsstangen im Gewicht von	ca. 147 000 kg
Eisenkonstruktionen für Gittermasten und Umbau der Einleiter- in Zweileitertragwerke	ca. 63 000 kg
Zement für Betonfundamente	ca. 30 000 kg
Isolatoren, Stützen, Strebenschrauben, Armaturen	ca. 40 000 kg

Ein Transport der Stangen, Eisenkonstruktionen und Seiltrommeln auf dem Gemmiweg kam nicht

²⁾ Bull. SEV 1944, Nr. 2, S. 41...47.

in Frage. Es wurde daher aus dem vorderen Gasterntal, in das eine gute Fahrstrasse führt und das in seinem ersten Teil ungefähr parallel zum Gemmipass verläuft, eine provisorische Materialseilbahn (Fig. 13) nach dem Stock erstellt, für

Lasten bis 800 kg. Mit der Seilbahn wurde eine Höhendifferenz von rund 450 m überwunden. Vom Stock 1833 m aus wurde das Material zum Teil mit Zweiräder - Karren und nach dem Schneefall mit

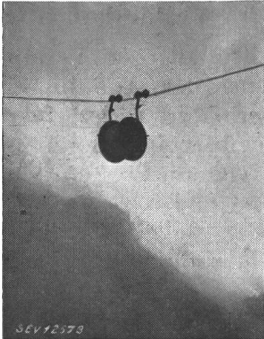


Fig. 13.
Transport einer Selltrommel
mit der Materialseilbahn

Schlitten transportiert (Fig. 14), zum Teil gesäumt. Ein Teil des kleinen Materials wurde auch von Leukerbad aus mit Mauleseln gesäumt. Zeitweise standen für diese Transporte 20 Maulesel im Dienst. Am Daubensee wurden die Stangen, Seiltrommeln

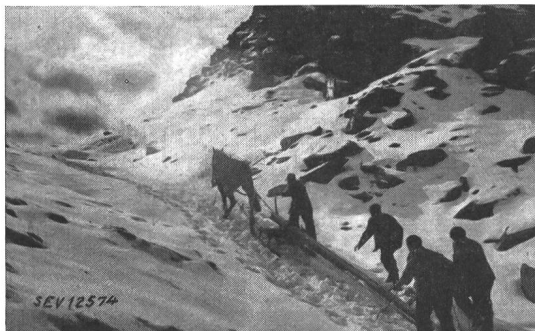


Fig. 14.
Eisentransport mit Schlitten



Fig. 15.
Stangentransport über den Daubensee

und das übrige Material durch ein Ruderschiff mit Aussenmotor vom Passweg aus über den See transportiert (Fig. 15). An der Südwand der Gemmi mussten die Eisenkonstruktionen für den Umbau der Einleiter- in Zweileitermasten mit Schlitten durch die engen, steilen Schneekehlen hinuntergelassen werden (Fig. 16).

Am 14. September 1944 wurde die Gemmileitung für den Umbau ausser Betrieb genommen. Leider

setzte in diesem Zeitpunkt eine Periode ausserordentlich schlechten Wetters ein, die mit ganz kurzen Unterbrechungen bis zur Beendigung der Arbeiten am 20. November 1944 anhielt. Bereits Ende September traten starke Schneefälle ein. Der

Gemmiweg war beidseitig der Passhöhe schon anfangs Oktober wiederholt mehrere Meter tief eingeschnitten und musste immer wieder ausgeschaufelt werden, um ihn für die Maulesel mit ihren Lasten passierbar zu machen. Die Transporte und die Montagearbeiten wurden durch diese Verhältnisse ausserordent-

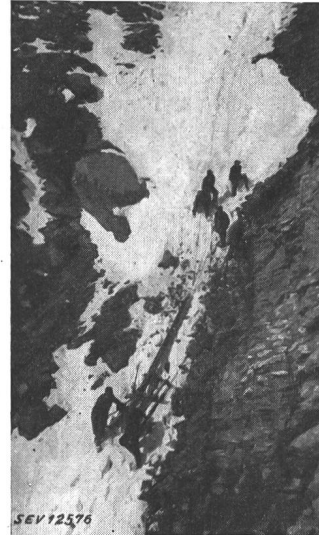


Fig. 16.
Transport von Konstruktionsteilen zu den Spezialmasten an der Gemmi-Südwand

lich erschwert. Das Wasser zum Betonieren musste durch Schneeschmelzen gewonnen werden. Es war auch nötig, grosse Kessel voll heissen Wassers zuzubereiten, um vor dem Betonieren den zugerüsteten Betonkies und Sand von Eis und Schnee zu befreien.

Am 7. November traten ausserordentliche Schneefälle auf, verbunden mit äusserst starken Stürmen, die fast ohne Unterbruch bis zum 17. November anhielten. Die im Berghotel Schwarnbach halbwegs zwischen Stock und Passhöhe einquartierte Säumergruppe mit 9 Maultieren konnte am 9. November noch nach Kandersteg absteigen, nachdem der Weg bis in die Spitalmatte durch 40 Mann aus-

geschaufelt worden war. Schneesturm und Lawinengefahr hielten dann das Montagepersonal im Hotel Schwarnbach und im Hotel Wildstrubel auf der Passhöhe tagelang gefangen. Die Verproviantierung erfolgte durch eine Träger-Mannschaft aus Kandersteg.

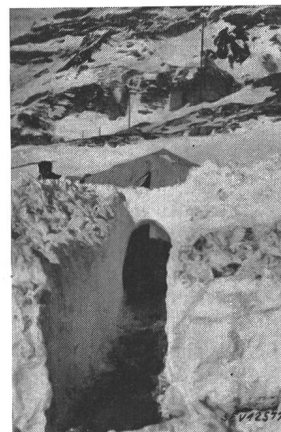


Fig. 17.
Eingeschnittenes Montagezelt
am Daubensee

Am 10. November erkrankte auf der Passhöhe ein Monteur der Firma Kummeler & Matter, Zürich, an Blinddarmentzündung. Es gelang, am 12. November während einer kurzen Besserung des Wetters, den Patienten mit einem Kanadier-Rettungsschlitten zu Tal zu bringen, wo er durch sofortige Operation gerettet werden konnte.

Die Monteure, von denen die meisten nicht Ski fahren konnten, wurden nach Eintritt der

starken Schneefälle am 7. November 1944 zuerst mit Schneereifen versehen. Da sie auch damit nicht

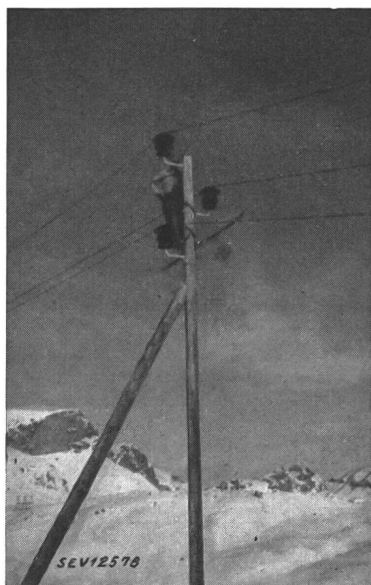


Fig. 18.
Monteur mit Skis auf der Stange

zu allen Arbeitsplätzen gelangen konnten, wurde die Mannschaft mit Skis ausgerüstet und während einigen Stunden im Fahren unterrichtet.

Trotz den ausserordentlichen Erschwernissen durch Schneefall und Sturm wurden die Arbeiten weitergeführt (Fig. 17 und 18).

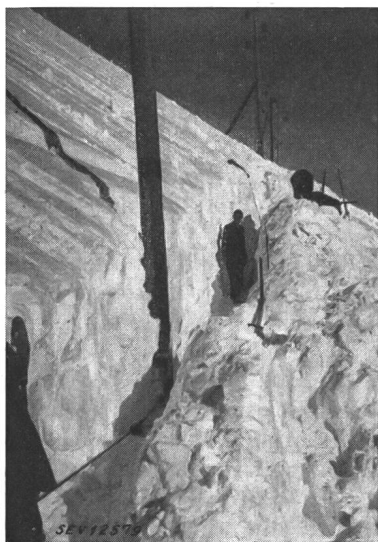


Fig. 19.
Ausgraben der Leiter am Hang über dem Daubensee
am 18. November 1944
Die roten Ringe an den Masten (Markierung der Hochspannungsleitung) befinden sich 5,0 m über Boden.

Am Steilhang über dem Daubensee waren die Aldreyseile am 7. November ausgelegt und an den Isolatoren mit Binddraht leicht festgebunden. Sie sollten noch genau einreguliert werden. Nach Eintritt der starken Schneefälle konnte dieser um etwa 30° geneigte Hang wegen Lawinengefahr bis zum 18. November nicht mehr betreten werden. Zur Verbindung der Seilenden mussten diese 3...4 m tief aus dem Schnee herausgegraben werden (Fig. 19 und 20).

Am 17. November trat eine Besserung der Wetterlage ein, welche 3 Tage anhielt. In dieser Zeit gelang es, die Arbeiten soweit zu beendigen, dass die Leitung am 20. November zwischen Kandersteg und Leukerbad betriebsbereit war.



Fig. 20.
Fertigstellen der Leitung am Steilhang über dem Daubensee
am 19. November 1944

An den Umbauarbeiten der Bergstrecke der Gemmileitung waren beteiligt: die Konstruktionswerkstätten Alpha A.-G. und Wolf & Cie. A.-G., beide in Nidau (Umbau der Einleiternasten in Zweileiternasten, sowie Umbau und Verstärkung der vorhandenen Gittermasten, Konstruktion und Montage), und die Leitungsbaufirmen: Furrer & Frey, Bern (Abschnitt Bahnhof Kandersteg bis zur Kantonsgrenze Bern/Wallis), Baumann, Koelliker & Co., Zürich (Kantonsgrenze bis zum Nordende des Daubensees), Kummler & Matter A.-G., Zürich (Nordende Daubensee über die Passhöhe bis nach Leukerbad).

Für Projektierung und Bauleitung der Fundationsarbeiten wirkte dipl. Ing. A. Schönholzer, Spiez, mit.