Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 42 (1951)

Heft: 13

Artikel: Vorläufige Erfahrungen im Leitungsbetrieb und -unterhalt während der Lawinengänge im Januar und Februar 1951

Autor: Vögeli, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1061003

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.12.2025

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

Vorläufige Erfahrungen im Leitungsbetrieb und -unterhalt während der Lawinengänge im Januar und Februar 1951

Vortrag, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 26. April 1951 in Zürich,

von *R. Vögeli*, Baden

621.315.1.0046 : 551.311.128

Es wird über Lawinenschäden an Hochspannungsleitungen im Alpengebiet mit Masten für 150 und 380 kV berichtet. Das Flugzeug war das einzige Mittel zur raschen Orientierung über die Schäden an den im Hochgebirge bis zu Höhen von 2500 m ü. M. verlaufenden Freileitungen. Auch für den Abwurf von Werkzeugen, Material und Lebensmitteln während Reparaturarbeiten in schwer zugänglichen Gebieten erwies sich das Flugzeug als wertvolle Hilfe. Auf der Gotthard- und Lukmanierleitung wurden behelfsmässige Holztragwerke erstellt, die für den Betrieb mit 150 kV genügen. Im Gegensatz dazu werden bei der definitiven Wiederherstellung neue Masten für 380 kV nötig sein. Die ausserordentlichen Verhältnisse im Winter 1950/51, wo überaus viele Lawinen zu Tale gingen, zeigten, dass es kaum möglich ist, Hochspannungsleitungen auch für extreme Fälle lawinensicher zu bauen.

Rapport sur les dégâts provoqués à des lignes à haute tension sur pylônes pour 150 et 380 kV par les avalanches survenues dans les Alpes. L'avion fut le seul moyen de reconnaître rapidement l'étendue des dégâts de ces lignes électriques aériennes, qui passent jusqu'à une altitude de 2500 m. L'avion a également été une aide précieuse en permettant de parachuter des outils, du matériel et des vivres, lors des travaux de réparations dans des régions difficilement accessibles. Sur la ligne du Saint-Gothard et celle du Lukmanier, on a monté provisoirement des pylônes en bois, qui suffisent pour l'exploitation sous 150 kV. Toutefois, lors des travaux définitifs, il faudra prévoir de nouveaux pylônes pour 380 kV. Les conditions exceptionnelles de l'hiver 1950/51, durant lequel les avalanches furent extrêmement nombreuses, ont démontré qu'il n'est guère possible de protéger parfaitement les lignes à haute tension contre les effets des avalanches.

Einleitung

Der letzte Winter brachte uns zwei ausgesprochene Lawinenperioden, die erste um den 20. Januar herum, die zweite um den 11. Februar. Zeitungen und Radio berichteten über die entstandenen Schäden und die Verluste an Menschenleben. Zuoz, Vals, Andermatt, Airolo und Frasco waren die am meisten betroffenen Ortschaften. Viele Strassen und wichtige Eisenbahnen wurden beschädigt und unterbrochen; aber auch die Leitungen im Alpengebiet blieben nicht verschont.

Die erste Lawinenperiode war verursacht durch sehr starke, von Süd-West-Wind begleitete Schneefälle, die sich von den Berner-Alpen bis in die Ost-Alpen erstreckten. In der zweiten Periode fiel der Schnee unter starkem Südwind. Das Gotthardgebiet war diesmal das Zentrum der Niederschläge.

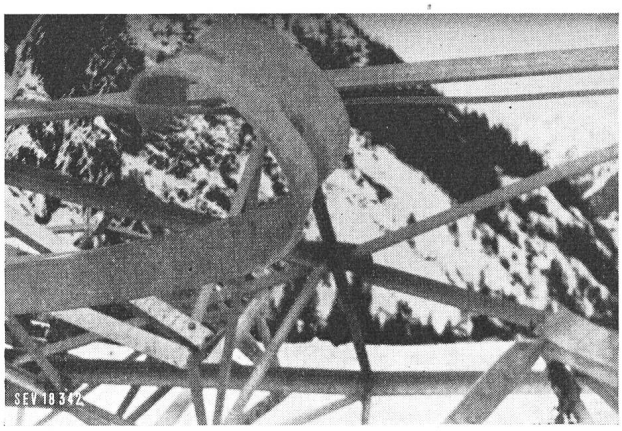

Fig. 1
Beschädigte Eisenkonstruktion eines 150-kV-Gittermastes der Kraftwerke Oberhasli

Am 11. Februar 1951 erreichten die zusammengezählten täglichen Neuschneemengen beim Gotthard-Hospiz 14,50 m und in Airolo 9,30 m. Infolge der Setzung der Altschneemassen betrug die effektive Schneehöhe auf dem Gotthard-Hospiz 6,80 m, in Airolo 4,50 m. Unter solchen Umständen können sich schon an verhältnismässig schwach geneigten Hängen Lawinen loslösen, wo sie sonst nicht zu erwarten wären.

Am 20. Januar 1951 wurden u. a. die 150-kV-Leitungen im Oberhasli und am Nufenenpass durch Lawinenstörungen ausser Betrieb gesetzt, am 11. Februar auch die Gotthardleitung und am 12. Februar

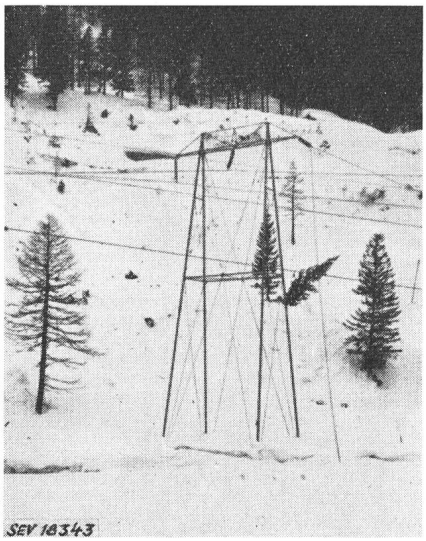

Fig. 2
150-kV-Nufenenleitung
Tragmast nach dem Bruch eines Leiterseiles. Die einseitige Belastung ist an der Lage der Isolatorenketten erkennbar

die Lukmanierleitung. Über die Lawinenschäden auf der Leitung Handeck–Guttannen hat *U. Eggenberger* berichtet [1]). Während die Reparaturen an der Oberhaslileitung (Fig. 1) verhältnismässig rasch durchgeführt werden konnten, gestalteten sich die Arbeiten auf den andern Leitungen wegen den grossen Schneemassen, der damit verbundenen Gefahr und der erschwerten Zugänglichkeit der Störungsstellen sehr viel zeitraubender. Die Fig. 2...4 zeigen Schäden an der Nufenenleitung.

[1]) Bull. SEV Bd. 42(1951), Nr. 4, S. 101...102.

Überfliegen der Alpenleitungen

Im Gotthardgebiet waren die Schneeverhältnisse derart, dass an ein Begehen der Leitungsstrecken vorerst überhaupt nicht zu denken war und daher auch der Ort und die Art der Schäden nicht fest-

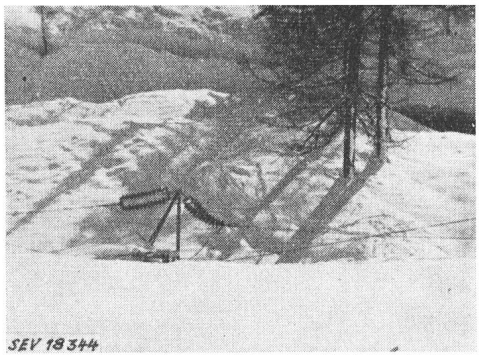

Fig. 3
150-kV-Nufenenleitung
Lawinenschaden an einem Abspannmast

gestellt werden konnten. Um trotz dieser Verhältnisse rasch Kenntnis der Lage zu erhalten, blieb als einzige Möglichkeit die Überfliegung der Leitungen. Als Pilot bot sich Major Fischer an, der, begleitet von einem Photographen und dem Verfasser, die Flüge mit einer Fair-Child-Sportmaschine durchführte. Diese Beobachtungsflüge fanden am 14. und 16. Februar statt.

Bei sehr guten Sichtverhältnissen konnte jeder einzelne Mast betrachtet werden, und selbst die Leiter waren schon aus grosser Höhe zu erkennen.

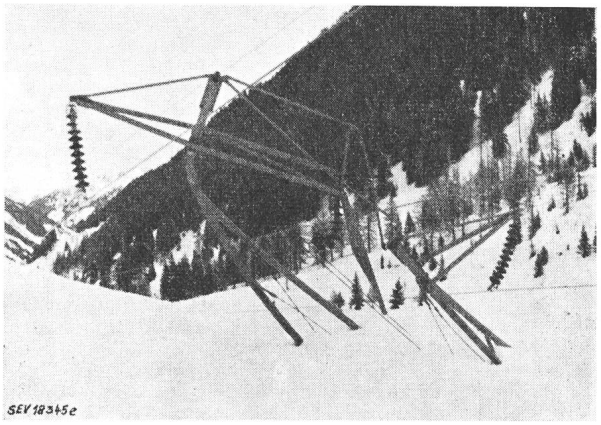

Fig. 4
Nufenenleitung
Beschädigter 150-kV-Tragmast

Auch die Isolatorenketten waren gut sichtbar. Schwieriger erwies sich die Beobachtung dort, wo die Leitung im dunkeln Schatten der Berge lag, weil das grelle Licht der umliegenden, von der Sonne beleuchteten Schneeflächen die Sicht in die Schattenpartien stark beeinträchtigte.

An der *Lukmanierleitung*[2]) war von Amsteg bis in die Gegend von Acquacalda kein Schaden festzustellen. Der Leitungsabschnitt gegenüber Acquacalda lag in tiefem Schatten. Hier war eine ca. 500 m breite Lawine vom Pizzo Campello (2663 m ü. M.) losgebrochen und hatte den Mast Nr. 230 vollständig weggerissen und unter sich begraben. Es war von ihm keine Spur zu sehen. Über der Lawine lag bereits wieder Neuschnee. Im übrigen war auf der Lukmanierleitung alles in Ordnung.

Die Überfliegung der *Gotthardleitung* von Lavorgo nach Airolo zeigte, dass drei Masten zerstört waren. Mast Nr. 49 in der Nähe der Druckleitung des Ritomwerkes war weggerissen und vom Flugzeug aus unsichtbar, die Masten Nr. 68 und 72 westlich von Airolo umgeworfen (Fig. 5 und 6). Ferner konnte festgestellt

Fig. 5
Gotthardleitung westlich Airolo
Der Mast Nr. 72 wurde durch die Lawine von Pian Secco zerstört (Rechts im Bild Holzmast einer 50-kV-Leitung)

[2]) siehe *R. Vögeli* und *R. Leresche:* Die neue Alpenleitung der Atel. Bull. SEV Bd. 42(1951), Nr. 3, S. 77...81.

werden, dass, wie bereits ein Leitungswärter gemeldet hatte, auf der Klauserlialp oberhalb Göschenen noch die Masten Nr. 124 und 125 weggerissen waren.

Die Zugangsmöglichkeiten nach Acquacalda (1750 m ü. M.) wurden auch vom Flugzeug aus geprüft. Die Strassen von Olivone (890 m ü. M.) und von Disentis her (1130 m ü. M.) schienen unpassierbar. Als beste Möglichkeit wurde der Übergang über den Passo dell'Uomo (2212 m ü. M.) eingeschätzt, mit Ausgangspunkt am Ritomsee.

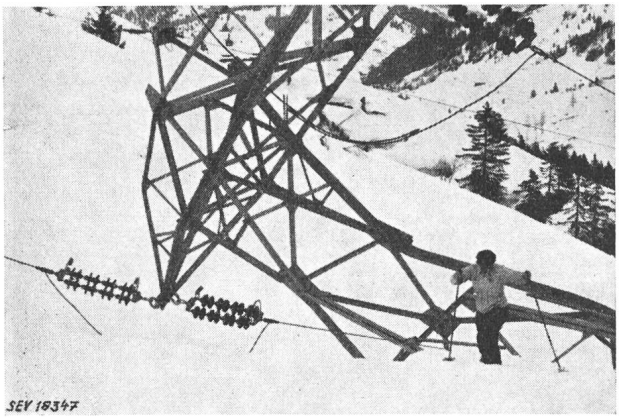

Fig. 6
Gotthardleitung
Der zerstörte Mast Nr. 72 westlich Airolo

Sofort wurden nun die Vorbereitungen für die Reparaturarbeiten an der Lukmanierleitung getroffen. Schon auf dem Flugplatz konnte die Zustimmung der Swissair zur Besorgung der Transporte mit einer Dakota-Maschine erhalten werden.

Behebung des Unterbruches auf der Lukmanierleitung

Am 19. Februar ging eine Kolonne von 8 geübten Skifahrern und einem Bergführer von der Endstation der Ritomseilbahn (1800 m ü. M.) über den Passo dell'Uomo (2212 m ü. M.) nach der Unterbruchstelle der Lukmanierleitung; am nächsten Tag folgten 10 Monteure der Firma Kummler & Matter auf dem gleichen Wege.

In zwei Flügen wurden am 20. und 22. Februar etwa 4 t Werkzeuge, Material und Lebensmittel in der Nähe des Arbeitsplatzes bei Acquacalda am Lukmanier abgeworfen. Zur Verständigung zwischen der Arbeitsgruppe am Boden und der Flugzeugbesatzung dienten Funkgeräte.

Ein grosser Teil der im Laufe der zwölftägigen Aktion aufgewendeten Arbeitsstunden betraf das Schneeschaufeln. Es galt dabei in erster Linie die verschütteten Leiter (550 mm² Aldreyseil) und Erdseile auszugraben. Zur provisorischen Behebung des Unterbruches auf der Lukmanierleitung musste eine Umgehung des Standortes des von der Lawine zerstörten Mastes Nr. 230 gesucht werden. Diese Umgehungsleitung erforderte drei Stützpunkte, die behelfsmässig erstellt wurden und bezüglich Isolation nur dem gegenwärtigen Betrieb mit 150 kV genügen müssen. Die übrigen Tragwerke der Lukmanierleitung sind bekanntlich für den späteren Betrieb mit 380 kV bemessen.

Fig. 7 und 8 zeigen die Lösung, die sich durch Ausspannen eines Erdseiles quer zur Leitungsrichtung als Tragorgan für die Isolatorenketten ergab.

Fig. 7
Lukmanierleitung bei Acquacalda
Provisorische Behebung des Unterbruches

Der abgesägte Baum zwischen den Isolatorenketten (Fig. 8) dient lediglich als Stützpunkt für das Tragseil. In Fig. 9 ist die Aufhängung der Leiterseile an Baumstämmen sichtbar.

Am 3. März 1951 kam die Lukmanierleitung wieder in Betrieb.

Fig. 8
Lukmanierleitung bei Acquacalda
Provisorischer Stützpunkt mit Isolatorenketten an Tragseil

Schäden an der Gotthardleitung

Die im Jahre 1932 erbaute Gotthardleitung hat bis zum vergangenen Winter keinerlei Lawinenschäden erlitten.

Für die Reparaturen auf der Gotthardleitung waren die Transportprobleme sehr erleichtert, weil zum Mast Nr. 49 die Ritomseilbahn und zur Klauserlialp (Masten Nr. 124 und 125) eine Militärseilbahn benützt werden konnten. Die Masten Nr. 68 und 72 befinden sich in der Nähe der Zentrale Airolo und sind leicht zugänglich (Fig. 10). Unterkunft bezogen die Monteure daher in den Dörfern.

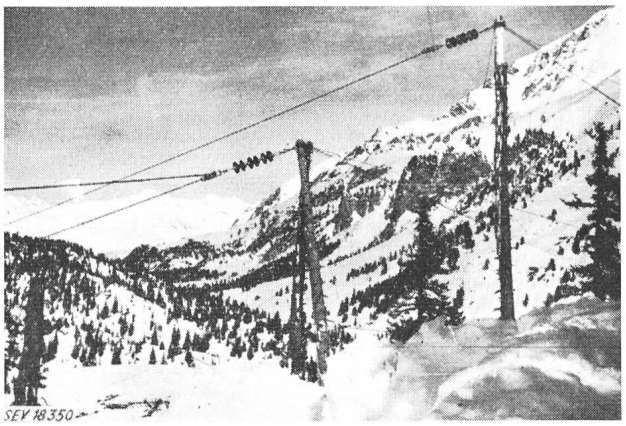

Fig. 9
Lukmanierleitung bei Acquacalda
Provisorische Winkelmaste. Jedes Leiterseil ist an einem Baumstamm befestigt

Als Ersatz für den weggefegten Mast Nr. 49 wurden zu beiden Seiten des Lawinenzuges Holzgerüste erstellt, die als Abspannbock bzw. Tragwerk dienen (Fig. 11 und 12). Auf der Klauserlialp musste ebenfalls mit Stützpunkten aus Holz eine provisorische Lösung getroffen werden.

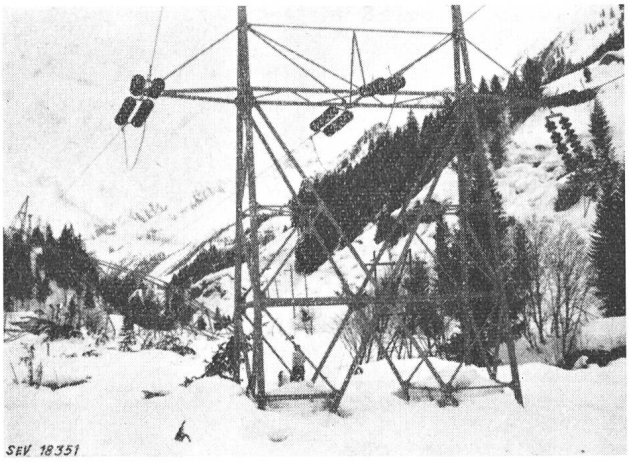

Fig. 10
Lawinenschaden westlich Airolo
vorn: Abspannmast der Nufenenleitung im tiefen Schnee
hinten: Umgestürzter Mast der Gotthardleitung (Nr. 68)

Am 6. März 1951 wurde der südliche Teil der Gotthardleitung von Airolo nach Lavorgo wieder in Betrieb genommen, und am 28. März erfolgte die Wiederinbetriebnahme des nördlichen Teilstückes Airolo–Amsteg.

Schäden in der Umgebung von Airolo

In der Umgebung von Airolo und in der Leventina entstanden Lawinenschäden nicht allein an der Gotthardleitung. Die SBB berichtet über die Lawine in der Biaschina, die einen achttägigen Betriebsunterbruch der Gotthardbahn verursachte, folgendes [3]): «Dienstag, den 13. Februar 1951, ging vom 2419 m hohen Pizzo Erra eine gewaltige Lawine in die Biaschina hinunter, wo man sich hiervor absolut sicher fühlte, weil oberhalb der Linie ausgedehnte alte Waldbestände stets Schutz geboten hatten.»

Niemand hätte es wohl für möglich gehalten, dass eine Lawine von Süden her bis an das *Kraftwerk Lucendro* in Airolo herankommen könnte. Der zusammenhängende, verhältnismässig dichte Waldbestand am Steilhang südlich des Maschinenhauses schien das Losbrechen einer Lawine zu verhindern. Ausserdem liegt zwischen dem Steilhang und dem Maschinenhaus eine 300 m breite, ziemlich flache Wiese mit alten Ställen. Trotzdem ist hier eine Lawine durch den Wald durchgebrochen und bis an

Fig. 11
Gotthardleitung
Abspannmast aus Holz an der Unterbruchstelle bei Mast Nr. 49 oberhalb Piotta

das Kraftwerk herangekommen. Sie hat gegen 1000 m³ Holz mitgerissen und in der Freiluft-Schaltanlage einigen Schaden angerichtet.

Im *Bedrettotal*, das wohl am schwersten betroffen wurde, ist auf weite Strecken der ganze Waldbestand heruntergerissen worden. An mehreren Stellen sind zusammenhängende Lawinen von vielen 100 m Breite vom sonnseitigen Talhang heruntergekommen. Das ganze Tal musste für mehrere Wochen evakuiert werden. Die Zahl der in diesem Tal aufgetretenen Lawinenzüge übersteigt bei weitem die bisher bekannten 42.

Bei den gewaltigen Schneemengen waren hier, im Gegensatz zum Oberhasli, Spaltkeile von 4,5 m Höhe zum Schutze von Leitungsmasten unwirksam, weil sie vor dem Niedergang der Lawinen völlig vom Schnee zugedeckt waren und von den Lawinen einfach überflutet wurden. Lawinen, die sich sonst erfahrungsgemäss mehr an die Mulden halten, ha-

[3]) SBB-Nachr. Bl. Bd. 28(1951), Nr. 3, S. 49.

ben sich unter diesen Umständen über scheinbar lawinensichere Rücken ergossen.

Es ist sehr schwierig, irgendwelche Zahlenangaben über den Luftdruck, den *Neuschneelawinen* erzeugen können, zu erhalten. Doch ist sicher, dass sie um ein Vielfaches 100...125 kg/m² übersteigen

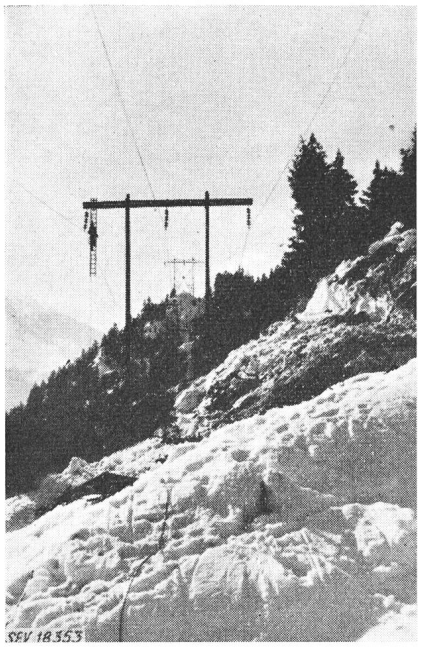

Fig. 12
Gotthardleitung
Tragwerk aus Holz an der Unterbruchstelle bei Mast Nr. 49 oberhalb Piotta

können, für die unsere Leitungen berechnet werden. Der Unterschied ist zu gross, als dass man hoffen könnte, ihn mit wirtschaftlichen Mitteln zu überbrücken. Für *Grundlawinen* existieren Angaben aus russischer Quelle, wonach im Kaukasus ein Druck von über 40 t/m² festgestellt werden konnte. Ferner sei noch erwähnt, dass schon *Kriechschnee* nach schweizerischen Messungen auf Weissfluhjoch einen Druck von ungefähr 1 t/m² ausüben kann.

Es wird nach meinem Dafürhalten nicht möglich sein, Gebirgsleitungen so zu bauen, dass man eine Garantie für Lawinensicherheit geben könnte. Die entfesselten Naturkräfte sind derart gross, dass die Leitungen ihnen ausweichen müssen, soweit dies im menschlichen Ermessen liegt. Wo dagegen eine Ausweichmöglichkeit nicht besteht, muss mit gelegentlichen Störungen gerechnet werden.

Unter diesen Verhältnissen scheint es wichtig, dass die Leitungen auch im Winter durch Reparaturgruppen erreicht werden können und dass für diese in allen Gebieten Unterkunftsmöglichkeiten bereit sind. Auf der Lukmanierleitung z. B. hat die Atel drei grosse Unterkunftsräume in verschiedenen Gegenden gebaut. Daneben bestehen noch andere Gebäulichkeiten, die im Notfall von den Besitzern meistens zur Verfügung gestellt werden.

Der Transport von Werkzeugen, Material und Lebensmitteln (total etwa 4 t) konnte im Falle der Lukmanierleitung dank des Entgegenkommens der Swissair rasch und auf einfache Weise bewerkstelligt werden. Es ist zu hoffen, dass mit dem Flugzeug als Transportmittel auch in Zukunft gerechnet werden darf, weil dadurch die Reparaturen vereinfacht und beschleunigt werden. Allen an den Wiederherstellungsarbeiten Beteiligten sei an dieser Stelle der beste Dank für ihre Mitarbeit ausgesprochen.

(Am Schluss des Vortrages wurden an Hand eines kurzen Filmes über die Reparaturarbeiten an der Lukmanierleitung weitere Erläuterungen gegeben.)

Adresse des Autors:
R. Vögeli, Oberingenieur der Motor-Columbus A.-G., Parkstrasse 27, Baden (AG).

Les travaux de la CIGRE dans le domaine des lignes aériennes

Conférence donnée à l'Assemblée générale (extraordinaire) de l'ASE, le 26 avril 1951, à Zurich,
par *B. Jobin*, Bâle

621.315.1

Aperçu des questions traitées dans le Groupe des lignes aériennes, à la Session de 1950, à Paris, de la Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques, précédé d'un bref rappel de l'objet et de la structure de la CIGRE.

Nach einer kurzen Einleitung über Zweck und Struktur der Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques (CIGRE) gibt der Autor einen Überblick über die an der Session 1950 in Paris in der Gruppe «Freileitungen» behandelten Fragen, soweit sie für die Schweiz interessant sind.

Introduction

Le programme de la Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques (CIGRE) s'étend à tous les problèmes relatifs à l'énergie électrique, sur le plan industriel: production, transformation, exploitation et protection des réseaux; c'est ainsi que les questions concernant les lignes aériennes y occupent une des places principales.

La CIGRE est une réunion de constructeurs et d'exploitants, encadrés par les autorités techniques des divers pays, mais où les constructeurs, comme tels, sont amenés à jouer un rôle important. Elle constitue un point de contact international de premier plan qui donne à ses participants l'occasion de rencontrer les représentants des milieux techniques les plus divers.

Si les échanges d'idées, dans les domaines de la construction du matériel électrique et celui de l'exploitation et de la protection des réseaux, conduisent à la solution de problèmes nouveaux d'une portée générale, à la coordination des constructions en vue de faciliter les interconnexions de réseaux et l'exportation de matériel d'un pays vers l'autre, le problème des lignes aériennes se présente sous