

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 71 (1953)  
**Heft:** 39: S.I.A. Assemblea Generale Locarno 25/27-IX-1953

**Artikel:** Neue Hochspannungs-Leitungen im Tessin  
**Autor:** Gonzenbach, R.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-60637>

### **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:** 30.01.2025

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

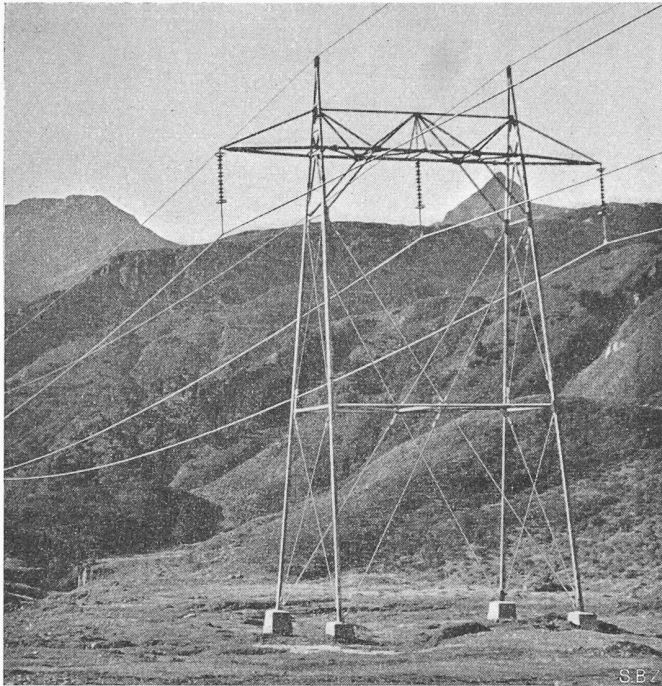


Bild 2. 380 kV-Tragmast mit ausbetonierten Stahlrohren der Lukmanierleitung; Leiterabstand 10 m

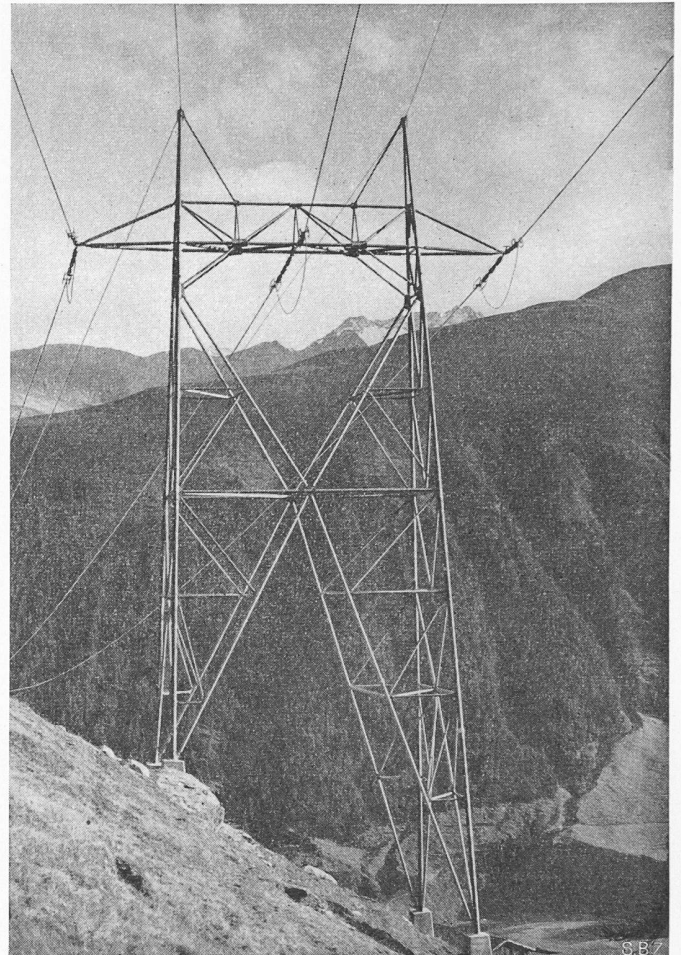


Bild 3. 380 kV-Abspannmast der Lukmanierleitung

### Neue Hochspannungs-Leitungen im Tessin

Von R. GONZENBACH, Ingenieur der Motor-Columbus AG., Baden  
DK 621.315.1 (494.5)

Mit dem Ausbau des Hochspannungsnetzes der Aare-Tessin AG. für Elektrizität (Atel) sind im Kanton Tessin seit dem Jahre 1948 die folgenden vier neuen Weitspannleitungen gebaut worden: Lavorgo-Lukmanier-Amsteg, Riazzino-Lavorgo, Airolo - All'Acqua, All'Acqua - San Giacomopass. Diese vier Leitungen (Bild 1 und Tabelle 1), die mit Isolatoren und Leiterseilen für 225 kV ausgerüstet sind, wurden durch die Motor-Columbus AG. für elektrische Unternehmungen, Baden, projektiert und mit den von ihr entwickelten Gittermasten mit ausbetonierten Stahlrohren erstellt [1] [2] \*).

#### A. Lukmanierleitung (Bilder 2, 3, 6)

Seit 1932 besteht die von der Motor-Columbus AG. erbaute Gotthardleitung von Lavorgo nach Amsteg, die die Kraftwerke der Atel im Tessin mit dem Hochspannungsnetz in der Zentral- und Nord-Schweiz verbindet. Als der Ausbau weiterer Wasserkräfte im Süden unseres Landes bevorstand, sah sich die Atel veranlasst,

\*) Die Zahlen in eckigen Klammern verweisen auf das Literaturverzeichnis am Ende des Aufsatzes.

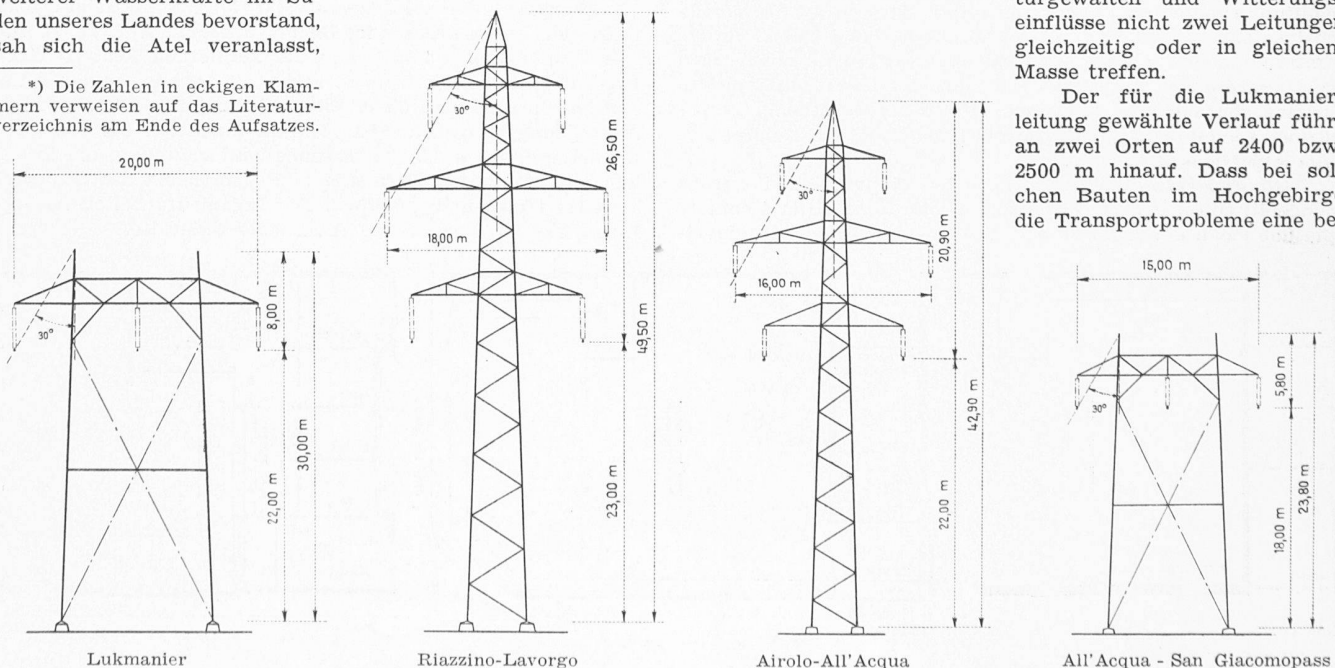


Bild 1. Ausbetonierte Rohrgittermaste von Hochspannungsleitungen der Aare-Tessin AG. (Tragmaste). Masstab 1:600

ihre Uebertragungsanlagen über die Alpen im Hinblick auf den künftigen Bedarf zu erweitern. Die Tragwerke der bestehenden Gotthard-Leitung hätten eine Erhöhung der Betriebsspannung von 150 auf 225 oder 380 kV zugelassen. Doch war es betriebstechnisch günstiger, eine zweite Alpenleitung zu erstellen, bevor man die Uebertragungsleistung der Gotthard-Leitung erhöhte. Bei Alpenleitungen kann getrennte Trasseführung über verschiedene Passübergänge Vorteile bieten. Es darf im allgemeinen angenommen werden, dass Naturgewalten und Witterungseinflüsse nicht zwei Leitungen gleichzeitig oder in gleichem Masse treffen.

Der für die Lukmanierleitung gewählte Verlauf führt an zwei Orten auf 2400 bzw. 2500 m hinauf. Dass bei solchen Bauten im Hochgebirge die Transportprobleme eine be-

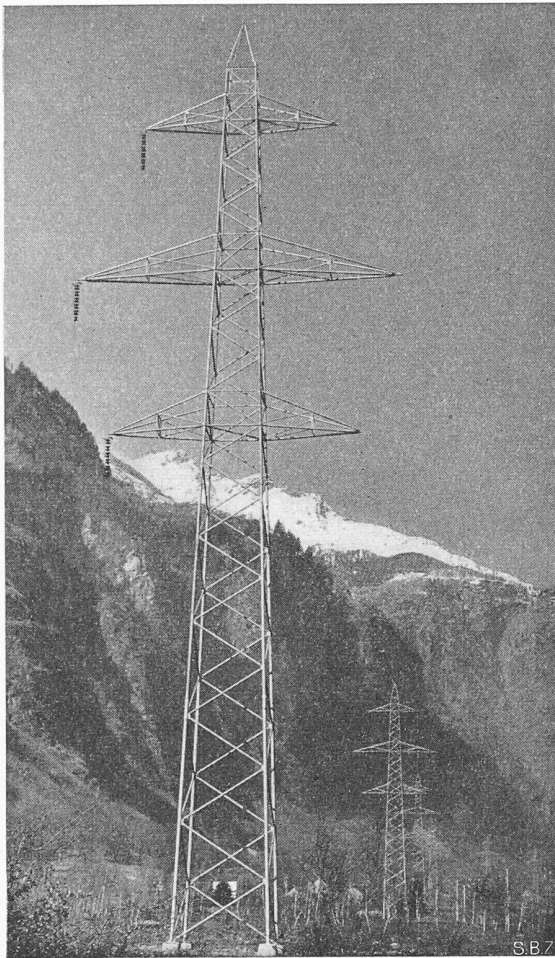


Bild 4. 330 kV-Tragmast der 225 kV-Leitung  
Riazzino-Lavorgo

deutende Rolle spielen und vor allem die Baukosten sehr stark beeinflussen, ist einleuchtend. Deshalb soll hier auch einiges über die Transporte mitgeteilt werden.

Von Curaglia bis zur Lukmanierpasshöhe verläuft die Lukmanierleitung ungefähr parallel zur Autostrasse, doch ist sie von dieser durch den Medelserrhein getrennt. Für die Versorgung der einzelnen Maststandorte haben sich daher auf diesem Leitungsabschnitt Luftseilbahnen, die quer zur Strasse und zur Leitungsrichtung verlaufen, als zweckmäs-

sig erwiesen. Solche Querseilbahnen können gleichzeitig und unabhängig voneinander im Betrieb stehen. Anders liegen die Verhältnisse bei Längsseilbahnen, die parallel zu einer zu bauenden Leitungsstrecke angelegt werden. Eine solche Bahn erwies sich z. B. im Val Milar, nördlich Sedrun, als beste Lösung.

Bauseilbahnen können in Längen bis etwa 1,5 km gebaut werden. Daher waren bei der Leitungsstrecke über die Mittelplatte (2500 m) auf der Südseite fünf und auf der Nordseite sechs Sektionen notwendig. Das Material für die obersten Partien musste naturgemäss über die verschiedenen Sektionen transportiert werden, so dass sich mehrmaliger Umlad ergab. Hierfür sind bei Schüttgut (Kies oder Sand) weniger Arbeitskräfte und weniger Zeit erforderlich als bei Mastbestandteilen, d. h. Eisenkonstruktionen (Bild 6, S. 578). Dementsprechend verhalten sich auch die Transportkosten für die verschiedenen Güter.

Beim Leitungsbau müssen Längsseilbahnen in der Regel eine bedeutend grössere Transportleistung bewältigen können als Querseilbahnen. Sehr wichtig für den ungehinderten Ablauf der Bauarbeiten ist die richtige Bemessung der Bauseilbahnen. Ihre Leistungsfähigkeit soll um 25 bis 40 % über dem für den mittleren Baufortschritt nötigen Materialbedarf liegen.

Der Bau der 53 km langen Lukmanierleitung erforderte Bauseilbahnen mit einer Gesamtlänge von 38 km. Die Erfahrungen beim Bau der Lukmanierleitung zeigen, dass etwa  $\frac{3}{4}$  der von Bauseilbahnen beförderten Gewichte auf die Baumaterialien der Betonfundamente, die teilweise armiert sind, entfallen; etwa  $\frac{1}{4}$  beanspruchten die Maste, Werkzeuge, Verpflegung und, wo dies zulässig war, auch die Personentransporte.

Die Transportmittel sowie die Gewichte und Abmessungen der Konstruktionsteile der Leitungsmaste müssen aufeinander abgestimmt sein. Die längsten Rohrstücke der Lukmanierleitung betragen 12 m. Diese Länge war durch die in der Schweiz übliche elektrische Verzinkung mit einmaliger Tauchung gegeben.

Die Lukmanierleitung erhielt von Anfang an Leiterseile, die beim Uebergang vom 150 kV-zum 225 kV-Betrieb be-

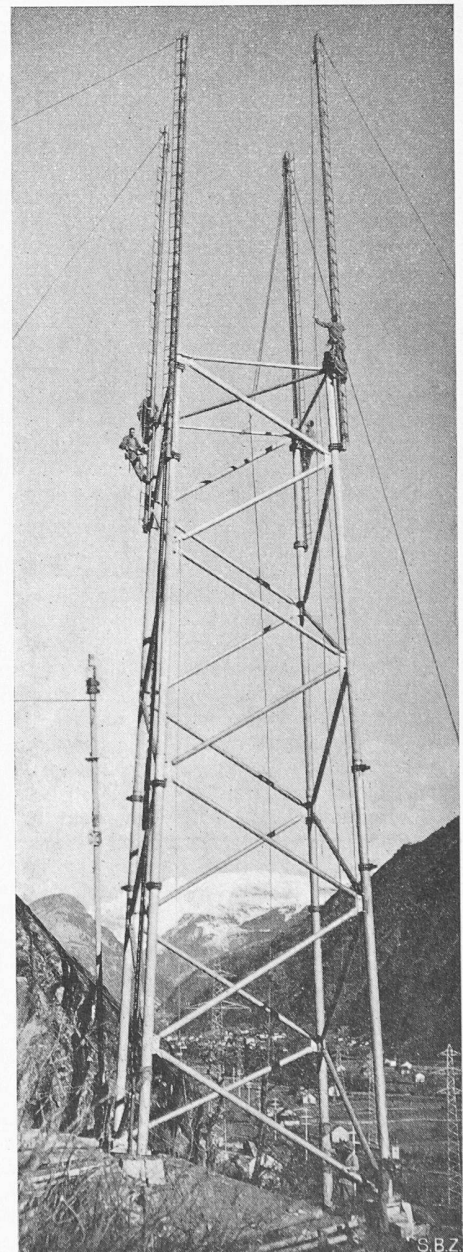


Bild 5. Rohrgittermast der Leitung Riazzino-Lavorgo. Die Montageleitern sind am Mast festgeschraubt und längs diesem verschiebbar

Tabelle 1. Neue Hochspannungsleitungen im Tessin

Leitung		Lukmanier- leitung	Riazzino- Lavorgo	Airola- All'Acqua	All'Acqua- S. Giacomo
Erstellungsjahr	—	1949	1951	1952	1952
Heutige Betriebsspannung	kV	225	225	150	150
Maste für Spannung	kV	380	380	225	225
Länge	km	53	42	10	4
Höchste Meereshöhe	m	2500	840	1700	2300
Zusatzlast	kg/m	3,5—12	3	3,5	8,0
Mittlere Spannweite	m	360	314	330	310
Anzahl Tragmaste (T)		88	101	17	8
Anzahl Abspannmaste (A)		57	33	13	5
Maste Total (M)		145	134	30	13
Verhältnis A/M	%	39	25	43	38
<b>Leiter</b>					
Anzahl und Querschnitt	mm <sup>2</sup>	3×550	3×550	6×550	3×550
Material	—	Aldrey	Aldrey	Aldrey	Aldrey
Drahtzahl und Durchmesser	mm	91×2,78	91×2,78	91×2,78	91×2,78
<b>Erdseile</b>					
Anzahl und Querschnitt	mm <sup>2</sup>	2×80 *)	1×170	1×80	2×120
Material	—	Stahl	Aldrey	Stahl	Stahl
Drahtzahl und Durchmesser	mm	19×2,32	19×3,38	19×2,32	19×2,85

\*) über 2000 m : 2 × 120 mm<sup>2</sup>



lassen werden konnten. Die Wahl fiel auf Aldreyseile von 550 mm<sup>2</sup> Querschnitt. Ihr Gewicht beträgt 1,55 kg/m. Bei der Projektierung rechnete man mit Zusatzlasten auf den Leiterseilen (Eis und Schnee) von 3,5 bis 12 kg/m, und zwar abgestuft nach der Meereshöhe. Zur Zeit des Baues war der Seilquerschnitt von 550 mm<sup>2</sup> der grösste Querschnitt, der in der Schweiz für eine Hochspannungsleitung mit Aldreyseilen verwendet wurde.

Bemerkenswert ist der Seilzug, der mit einer 800 kg schweren Zugmaschine in einem Fall über eine 7 km lange Strecke mit 1200 m Höhenunterschied in einem Zuge ausgeführt wurde. Zum Antrieb der Seilwinde diente ein Benzinmotor von 40 PS. Für den Transport kann die Seilwinde in vier Lasten zerlegt werden.

#### B. Leitung Riazzino-Lavorgo (Bilder 4 und 5)

Diese Leitung bildet im Süden die Fortsetzung der Lukmanierleitung. Sie steht seit dem Frühjahr 1953 mit 225 kV im Betrieb. Ihre Verlängerung von Riazzino bis zur Kavernenzentrale Verbano ist Eigentum der Maggiakraftwerke AG. Am 23. März 1953 begann der Transport von Maggia-Energie, die mit einer Spannung von 225 kV von Verbano über Avegno, Riazzino, Lavorgo und den Lukmanierpass nach Amsteg und von dort zur Unterstation Mettlen in der Nähe von Luzern übertragen wird [3] [6].

Die Tragwerke der Leitung Riazzino-Lavorgo sind als ausbetonierte Rohrgittermaste gleich ausgebildet wie jene der Strecke Amsteg-Mettlen, die die vom Lukmanier- und vom Gotthardpass kommenden Leitungsstränge vereinigt. Als Stromleiter wurden von Riazzino bis Lavorgo Aldreyseile von 550 mm<sup>2</sup> Querschnitt wie auf der Lukmanierleitung montiert. Im Gegensatz zu den sonst üblichen Stahlseilen hat man hier als Erdseil von Mastspitze zu Mastspitze, das dem Blitzschutz der Leitung dient, ein Aldreyseil verlegt. Dies geschah mit Rücksicht auf parallel verlaufende Schwachstromkabel im Erdboden, die bei Erdschluss auf der Hochspannungsleitung gefährdet wären.

Beim Bau der rd. 50 m hohen Maste leisteten spezielle Montagegeräte, die bewegliche Leitern enthalten, gute Dienste (Bild 5). Die Leitern sind in zwei Briden, die am Rohr des Eckstieles angeschraubt werden, verschiebbar geführt. Das Montieren von Rohrstücken der Masteckstiele und das schrittweise Hochziehen der Leiter parallel zum montierten Rohr erfolgten abwechselungsweise. Das obere Ende des Montagegerätes dient als Aufhängepunkt für die Seilrolle, die das Hochziehen einzelner Mastteile bei der Montage ermöglicht.

#### C. Leitung Airola-All'Acqua (Bild 7)

Der Anschluss des Atel-Netzes über den San Giacomo-pass an das Netz der Società Edison Milano rief einer neuen Leitung durch das stark lawinengefährdete Bedrettetal. Da die im Jahre 1946 erbaute 150 kV-Nufenenleitung auf der Tesiner Talstrecke im Jahre 1951 durch Lawinen stark beschädigt und seither für den Betrieb nur provisorisch wiederhergestellt war, drängte sich der Ersatz dieses Leitungsstranges auf [4]. So ergab sich für die Strecke Airola-All'Acqua der Ausbau als zweisträngige Gemeinschaftsleitung der Aare-Tessin AG. für Elektrizität, Olten, und der Aluminium-Industrie AG., Lausanne, mit Tragwerken für 225 kV. Aus Tabelle 1 ist ersichtlich, dass sechs Leiter aus Aldrey von 550 mm<sup>2</sup> und ein Erdseil aus Stahl von 80 mm<sup>2</sup> Querschnitt gewählt wurden.

Bild 7, das einen Abspannmast zeigt, lässt die weite Ausfachung in Erscheinung treten, die den Masten mit ausbetonierten Stahlrohren ein gefälliges Aussehen verleiht. Der Vorteil für das Landschaftsbild, der sich aus dieser neuen Mastkonstruktion ergibt, rührt von der grösseren Knicklänge her, die die ausbetonierten Rohre gegenüber Winkeleisen zulassen.

#### D. Leitung All'Acqua—San Giacomo (Bild 8)

Der steile Aufstieg von All'Acqua auf den Passübergang von San Giacomo in 2300 m Höhe liess für die einsträngige Leitung die Verwendung von Portalmasten ratsam erscheinen, bei denen die drei Leiter mit grossen Abständen in einer Horizontalebene liegen. Bei plötzlichem Abfallen von Zusatzlast und dem dadurch hervorgerufenen Hochschnellen eines Seiles sind bei dieser Leiteranordnung am wenigsten Störungen durch Zusammenschlagen der Leiter zu erwarten. Diese Leitung weist zwei Erdseile auf. Auf dem San Giacomo-pass schliesst die Leitung an die nach Ponte im Val Formazza

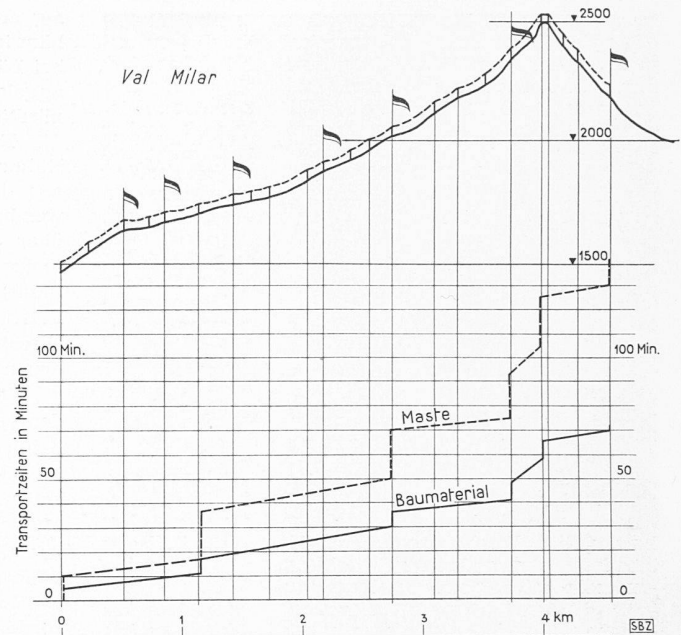


Bild 6. Längenprofil und Transportzeiten von Bauseilbahnen der Lukmanierleitung im Val Milar

führende Leitung der Società Edison an. Ein Mast dieser italienischen Leitung ist auf Bild 8 rechts sichtbar.

\*

Die vier Leitungen, von denen bisher die Rede war, ermöglichen der Atel in vermehrtem Masse, Energietransporte von und zu benachbarten Elektrizitätswerken durchzuführen. Im Rahmen dieses Netzausbaues der Atel ist auch die Gotthardleitung für die spätere Spannungserhöhung von 150 kV auf 225 kV vorbereitet worden. Die Kupfer- und Bronzeile von 230 mm<sup>2</sup> Querschnitt wurden auf der Gotthardleitung durch Aldreyseile von 550 mm<sup>2</sup> ersetzt. Da diese Seilwechselung und der Ersatz bzw. die Verlängerung der Isolatorenketten die Ausschaltung der Gotthardleitung für längere Zeit erforderten, konnte dieser Leitungsumbau erst ausgeführt werden, als die Lukmanierleitung in Betrieb war.

Die Maggia-Energie fliesst über die schon erwähnte 225 kV-Leitung Verbano-Riazzino nach den Unterstationen Riazzino und Lavorgo. An dieser Leitung liegt die neue Schaltstation Avegno, hinter Ponte Brolla, am Eingang ins Maggialtal. Sie bildet den Anschlusspunkt für die einsträngige 225 kV-Leitung Caveragno-Avegno. Eine weitere 225 kV-Leitung für die Verbindung der Kraftwerke im oberen Maggialtal mit dem Atel-Netz ist von Caveragno über Peccia und den Campolungopass nach Lavorgo im Bau. Die Projektierung und Bauleitung für die Leitungen Caveragno-Avegno und Caveragno-Campolungopass-Lavorgo liegt in den Händen der Motor-Columbus AG.

#### Literaturverzeichnis

- [1] Neue Hochspannungs-Leitungsmasten der Motor-Columbus AG., Baden. SBZ 1948, Nr. 40.
- [2] R. Vögeli: CIGRE-Berichte Nr. 221 (1948) und 223 (1950).
- [3] R. Vögeli und R. Leresche: Die neue Alpenleitung der Atel. «Bull. SEV» 1951, Nr. 3.
- [4] R. Vögeli: Vorläufige Erfahrungen im Leitungsbetrieb und -unterhalt während der Lawinengänge im Januar und Februar 1951. «Bull. SEV» 1951, Nr. 13.
- [5] R. Vögeli: Die 380 kV-Freileitung. «Bull. SEV» 1953, Nr. 4.
- [6] R. Gonzenbach: Energietransport über die Alpen. «Wasser- und Energiewirtschaft» 1953, Nr. 4/6.

#### NEKROLOGE

† **Emil Altenburger-Hafner**, Architekt S. I. A., geb. am 18. Februar 1885, ist am 14. September nach geduldig ertragener Krankheit in Solothurn sanft entschlafen.

† **Jacques Müller**, Ing. S. I. A., G. E. P., von Basel, geb. am 26. Sept. 1881, Eidg. Polytechnikum 1899—1903, Generaldirektor der Etablissements Bally Camsat, Villeurbanne (Rhône) ist am 15. Sept. in Lyon gestorben.

Für den Textteil verantwortliche Redaktion:  
Dipl. Bau-Ing. W. JEGHER, Dipl. Masch.-Ing. A. OSTERTAG  
Dipl. Arch. H. MARTI

Zürich, Dianastrasse 5 (Postfach Zürich 39). Telephon (051) 23 45 07