

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 87/88 (1926)
Heft: 26

Artikel: Legierter Aluminiumdraht "Drahtlegierung 3" als Ersatz für Reinaluminium- und Stahlaluminium-Freileitungen
Autor: Aluminium-Industrie AG
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-40909>

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>

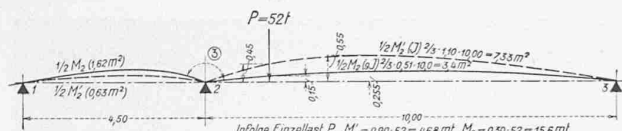


Abb. 46.

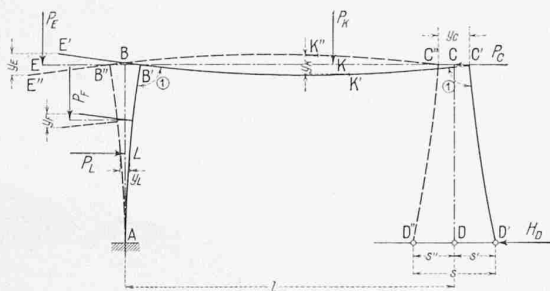


Abb. 47.

stehend, nicht wiedergegeben. Das Hilfsmittel des Experimentes wird sicherlich in hohem Masse berufen sein, die durch die weitere Entwicklung unserer neuen Konstruktionen, hauptsächlich auf dem Gebiete des Eisenbetonbaues mit den mannigfachen Ausführungsmöglichkeiten, bedingten schwierigeren statischen Problemen in einfacher und sicherer Weise zu lösen, sei es zum Studium günstiger Verhältnisse

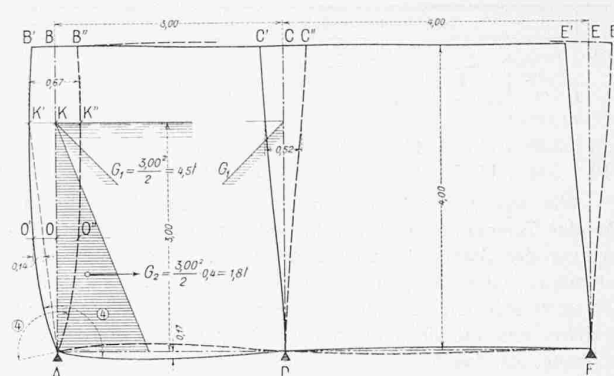


Abb. 48.

bei Vorentwürfen, sei es zur raschen Erledigung einer Aufgabe, für die eine Behandlung durch Zeichnung oder Rechnung zu zeitraubend wäre.

Trotz der sehr grossen Vorteile aller dieser experimentellen Methoden ist indessen doch nicht daran zu denken, im Studiengange eines Statikers die theoretischen Methoden abzubauen, denn ohne die sichere Grundlage eines eingehenden Baustatik-Studiums mit anschliessender Praxis dürften mechanische Verfahren zur Lösung vielfach statisch-unbestimmter Systeme Gefahren in sich schliessen, die nicht von der Hand zu weisen sind.

Legierter Aluminiumdraht „Drahtlegierung 3“ als Ersatz für Reinaluminium- und Stahlaluminium-Freileitungen.

Mitgeteilt von der Aluminium-Industrie A.-G. Neuhausen (Schweiz).

Im Leitungsbau werden, je nach Art der zur Uebertragung bestimmten Energie, entweder Leiter mit hoher Leitfähigkeit bei geringerer Bruchfestigkeit, oder solche von höherer Bruchfestigkeit verwendet, bei denen eine kleine Einbusse an Leitfähigkeit in Kauf genommen wird. Es ist eine Eigentümlichkeit aller Metalle und Metallegierungen, die bisher als Leitermaterial Verwendung fanden, dass ihre Leitfähigkeit mit zunehmender Bruchfestigkeit abnimmt. Der Leitungsbau findet sich mit dieser Tatsache ab, denn er benötigt oft erhöhte Festigkeit, um sich den Anforderungen des Geländes anpassen zu können. Lange Zeit hat man sich im Leitungsbau fast ausschliesslich mit Kupfer und Kupferlegierungen beholfen. Bei Kupferlegierungen steht aber ihr Gewicht und damit ihr Durchhang in einem ungünstigen Verhältnis zu ihrer Bruchfestigkeit. Dies geht besonders deutlich aus einem Vergleich der Reisslängen hervor, d. h. derjenigen Seillängen, deren Eigengewicht bei einseitiger vertikaler Aufhängung den Bruch des Seiles an der höchstbeanspruchten Stelle herbeiführen würde. Diese Reisslängen sind aus nachstehender Tabelle ersichtlich, die auch die Leitfähigkeiten, die Querschnitte gleicher Leitfähigkeit, die Metergewichte, die Zugfestigkeiten und die absoluten Seilfestigkeiten bei Querschnitten gleicher Leitfähigkeit enthält. Es ist daraus zu ersehen, dass das Kupfer trotz der bedeutend höheren Leitfähigkeit und Festigkeit infolge seines hohen spezifischen Gewichtes eine bedeutend kleinere Reisslänge aufweist als Aluminium und Stahlaluminium. Kupferleitungen erfordern einen grösseren Durchhang, was zusammen mit ihrem höheren Gewicht höhere und stärkere und daher teurere Maste bedingt. Aluminiumleitungen stellen sich aus diesem Grunde billiger als Kupferleitungen. Man wird deshalb immer, namentlich auch im Fernleitungsbau, zu Aluminiumleitern greifen, nachdem diese technisch zuverlässig hergestellt werden können.

Material	Cu	Al 99,3	Stahl-Al 100 : 23,3 ¹⁾
Leitfähigkeit m			
bei 20° C Ohm mm ²	57	34	27,6 ²⁾
Querschnitte gleicher Leitfähigkeit mm ²	100	167	207
Metergewicht g	895	450	760
Zugfestigkeit kg/mm ²	42	18	37,3
Absol. Seilfestigkeit kg	4200	3000	7700
Reisslänge m	4700	6660	10 170

¹⁾ Querschnittsverhältnis. ²⁾ Leitfähigkeit der Reinaluminiumdrähte bezogen auf den Gesamtquerschnitt Al + Stahl.

Die Weiterentwicklung auf dem Gebiete der Kraftübertragung führte zur Umwandlung der Hochspannungsleitungen in Höchstspannungsleitungen mit grossen Spannweiten. Hier trat der Vorzug des Aluminiums gegenüber dem Kupfer noch deutlicher in Erscheinung, da bei Höchstspannungen zu den Energieverlusten, die durch den Leitungswiderstand bedingt sind, sich noch solche durch Strahlung (Coronaverluste) summieren. Den Strahlungsverlusten wird in erster Linie durch Vergrösserung der Leiterabstände entgegengewirkt, wo eine solche Vergrösserung aber nicht mehr zweckmässig erscheint, muss — um die Strahlungsverluste auf ein Minimum herabzusetzen — der Durchmesser des Stromleiters vergrössert werden. Dadurch wirkt man auch günstig auf den induktiven Spannungsabfall ein. Eine Verstärkung der schweren Kupferleiter würde, des grossen Zuges halber, schwere Abspannmaste bedingen. Ein leichteres Leitermaterial ist deshalb von Vorteil. Bei Fernleitungen spielen aber die Gelände-Verhältnisse immer eine grosse Rolle. Bei langen geraden Strecken erfordert die Verwendung von Reinaluminium infolge der geringen Festigkeit und des dadurch bedingten grösseren Durchhanges höhere und teurere Maste, wodurch ihre Wirtschaftlichkeit beeinträchtigt wird. Diesen Uebelstand hat man dadurch zu überwinden gesucht, dass man Aluminiumseile mit einer Stahldrahtseele herstellt, wobei die Aluminiumdrähte als leitendes, die Stahlseele als tragendes Element dienen. Der Vorteil höherer Festigkeit wird aber bei solchem Stahl-Aluminium-Seil durch eine Reihe von Nachteilen erkauft. So wird ihr Gewicht erhöht und ihre Leitfähigkeit, auf den Gesamtquerschnitt bezogen, stark erniedrigt. Infolge ihrer Steifheit sind sie schwer zu verlegen und die Verbindung zweier Seilstücke erfordert komplizierte Konstruktionen. Die Gefahr von Korrosionen wird auch durch die übliche Verzinkung der Stahldrähte nicht vollständig behoben. Die grossen Unterschiede in der Wärmeausdehnung von Stahl und Aluminium bedingen ein fortwährendes Arbeiten der Stahl-Aluminium-Seile, wodurch mechanische Defekte auch bei ihnen keineswegs ausgeschlossen sind; überdies sind sie wesentlich teurer als Reinaluminium-Seile von gleicher Leitfähigkeit.

Die Verteilung der Zugspannung auf die Stahlseele und die Reinaluminiumdrähte ist aus umstehender Zusammenstellung ersichtlich. Der Berechnung wurde eine in den letzten Jahren ausgeführte grosse Stahl-Aluminium-Leitung zu Grunde gelegt, bei der ein Seil mit 170 mm² Aluminiumquerschnitt und 40 mm² Stahlquerschnitt verwendet worden war (Querschnittsverhältnis also 4,25:1).

Temp. °C	Stahlaluminium-Seil						Reinaluminium-Seil		
	Durch- hang m	Zugbelastung					Durch- hang m	Zugbelastung	
		Stahl kg/mm ²	total	Aluminium kg/mm ²	total	total		kg/mm ²	total kg
— 25	3,86	11,25	450	6,0	1020	1470	3,86	5,2	884
+ 10	5,46	11,35	455	3,44	585	1040	7,63	2,64	449

Wie aus dieser Zusammenstellung ersichtlich ist, bleibt bei sinkender Temperatur und zunehmender totaler Zugbelastung die Belastung der Stahlseele annähernd gleich, während sich die des Aluminiums fast verdoppelt. Zum Vergleich ist in der Tabelle ein unter sonst gleichen Verhältnissen verwendetes Reinaluminium-Seil aufgeführt, das allerdings bei höhern Temperaturen einen grösseren Durchhang als das Stahlaluminium-Seil aufweist, wobei aber die Belastung des Aluminium-Querschnittes bei allen Temperaturen merklich unterhalb jener beim Stahlaluminium-Seil bleibt.

Stahlaluminium-Seile geben auch unbestimmtere Werte für die mechanische Berechnung, denn beim Stahlaluminium-Seil sind die Lastverteilung auf Aluminium und Stahlseil und der Klemmdruck durch das Aluminium auf das Stahlseil problematisch, obschon man an Abspannmasten und Kupplungen sowohl die Stahldrähte, als auch die Aluminiumdrähte für sich fasst. Man kann deshalb den Aluminium-Aufwand nicht zu einer bestimmten Anteilnahme am Zug heranziehen und behandelt ihn daher vielfach als Zusatzlast.

Das Stahlaluminium-Seil erfüllt somit seinen Zweck unvollständig. Ein homogenes Aluminium-Seil, das bei annähernd gleicher Leitfähigkeit, wie das zu Leitungszwecken verwandte Reinaluminium, erhöhte Festigkeit aufweist, genügend, um für Weitspannungen vorteilhaft verwendet zu werden, wird daher gegenüber dem Stahlaluminium-Seil wirtschaftlich grosse Vorzüge bieten.

Durch geeignete Legierung gelingt es zwar leicht, die Festigkeit des Aluminiums auf 40 bis 50 kg/mm² zu erhöhen. Solche Festigkeitssteigerungen werden aber nur erreicht, wenn dem Aluminium solche Metalle zulegiert werden, die bei der Erstarrung mit dem Aluminium Mischkristalle, d. h. feste Lösungen bilden. Solche Zusätze bewirken — entsprechend einer allgemeinen Gesetzmässigkeit — schon in kleinen Mengen sehr starke Leitfähigkeits-Erniedrigung. Viele mischkristallbildende Aluminiumlegierungen haben nun die merkwürdige Eigenschaft, bei Temperaturen unterhalb 350° C unter Ausscheidung einer zweiten Phase in sehr feiner Verteilung vollständig umgesetzt zu werden. Nach den von Matthiessen und Guertler aufgefundenen Beziehungen zwischen Leitfähigkeit und Konstitution der Legierungen muss dieser Vorgang mit einer Erhöhung der Leitfähigkeit verbunden sein. Dies ist in der Tat der Fall, was aus folgenden Beispielen hervorgeht:

Eine Aluminiumlegierung mit 1,5% Silizium und 0,3% Eisen weist nach Glühen bei 550° C und Abschrecken eine Leitfähigkeit von $27,5 \frac{\text{m}}{\text{Ohm} \times \text{mm}^2}$ und eine Zugfestigkeit von 15 kg/mm² auf. Durch Ausglühen bei 300° C steigt die Leitfähigkeit auf 34,5 an, während die Zugfestigkeit auf 10 kg/mm² zurückgeht.

Eine Aluminiumlegierung mit 3% Kupfer, 0,5% Silizium und 0,3% Eisen weist nach Glühen bei 550° C und Abschrecken eine Leitfähigkeit von 24,5 bei einer Zugfestigkeit von 28 kg/mm² auf. Nach Glühen bei 300° C dagegen eine Leitfähigkeit von 35,5 und eine Zugfestigkeit von 15 kg/mm².

Es ergibt sich also die Regel: *erhöhte Festigkeit entspricht niedriger Leitfähigkeit* oder aber *erhöhte Leitfähigkeit entspricht niedriger Festigkeit*.

Durch Kaltreckung im Zustande maximaler Leitfähigkeit ist man imstande, die Zugfestigkeit des Materials beträchtlich zu erhöhen, ohne dass eine wesentliche Erniedrigung der Leitfähigkeit eintritt; jedoch können auf diesem Wege selbst bei hochlegiertem Material 30 kg/mm² Zugfestigkeit kaum überschritten werden, und überdies sind Dehnung und Biegefähigkeit schlecht. Die Herstellung von Drahtmaterial aus Aluminiumlegierungen mit über 30 kg/mm² Zugfestigkeit und gleichzeitig hoher Leitfähigkeit schien demnach ausgeschlossen.

Durch umfangreiche systematische Untersuchungen ist die Lösung dieses Problems dennoch gelungen. Die oben erwähnte Umsetzung mischkristallbildender Aluminiumlegierungen bei Temperaturen unterhalb 350° C geht umso langsamer vor sich, je niedriger die Temperatur ist. Schon bei 250° C ist eine mehrere Tage lange Wärmebehandlung notwendig, um die maximale Leitfähigkeit zu

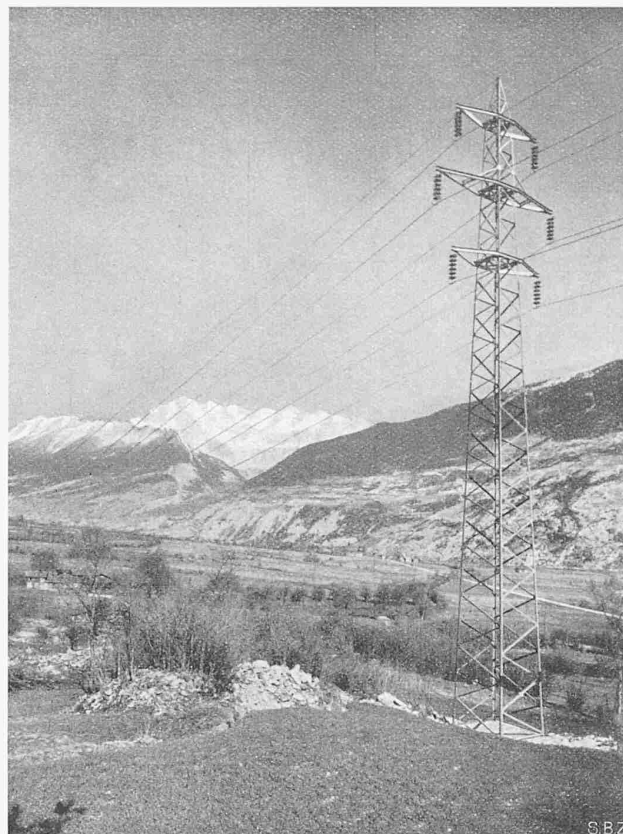


Abb. 2. Leitung Turtmann-Chippis, Tragmast bei Agarn.

erreichen. Es wurde nun gefunden, dass dieser Vorgang der Umsetzung der Mischkristalle durch Kaltreckung ganz ausserordentlich erleichtert wird und zwar so, dass eine bestimmte Leitfähigkeit bei 100 bis 160° C nach genügend starker Kaltreckung in etwa 1000 mal kürzerer Zeit erreicht wird, als dies bei der gleichen Temperatur in nicht kaltgerecktem Zustande der Fall sein würde. Die Tatsache, dass die Leitfähigkeitserhöhung schon bei so geringen Temperaturen mit genügender Schnelligkeit verläuft, ist ausserordentlich wichtig, denn sie erlaubt den Vorgang an kaltverfestigtem Material durchzuführen, ohne dass Rekristallisation und damit vollständige Entfestigung auftritt.

Zur Herstellung von legiertem Draht von hoher Leitfähigkeit und hoher Festigkeit wird in üblicher Weise Walz- oder Pressdraht hergestellt. Dieser muss nun aus dem Temperaturgebiet der unzersetzten Mischkristalle abgeschreckt werden, worauf wiederum in üblicher Weise auf die gewünschte Drahtdicke heruntergezogen wird. Hierbei wird die Kaltreckung zweckmässig möglichst hoch gewählt. Der fertig gezogene Draht wird sodann bei einer unterhalb der Rekristallisations-Temperatur — einer zwischen 140 und 160° C liegenden Temperatur — solange angelassen, bis die gewünschte Leitfähigkeit erreicht ist. Bei dieser Anlassbehandlung geht die Festigkeit allmählich zurück, während Dehnung und Biegefähigkeit eine erhebliche Verbesserung erfahren. So behandelter Draht hat den weitem Vorteil vor nicht angelassenem, dass er von innern Spannungen befreit ist und bei Gebrauchstemperaturen unter 100° C unverändert bleibt.

An Stelle von Kaltreckung und Anlassbehandlung kann auch eine Warmreckung bei Temperaturen unterhalb 300° C treten. Das beschriebene Verfahren kann auch zur Herstellung von Blech angewandt werden.

Zur Durchführung des Verfahrens eignen sich solche Legierungen mit mischkristallbildenden Komponenten, die durch Anlassen nach Glühen bei höhern Temperaturen und Abschrecken härtbar sind, wobei solche Komponenten zu bevorzugen sind, die schon in geringen Konzentrationen beträchtliche Härtebarkeit bedingen. Bei geeigneter Wahl der Zusammensetzung können Legierungen erhalten werden, die nach dem beschriebenen Verfahren bei einer Leitfähigkeit von 33,5 bei 20° C noch 27 kg/mm² Zugfestigkeit aufweisen oder bei einer Leitfähigkeit von 30 eine Zugfestigkeit von

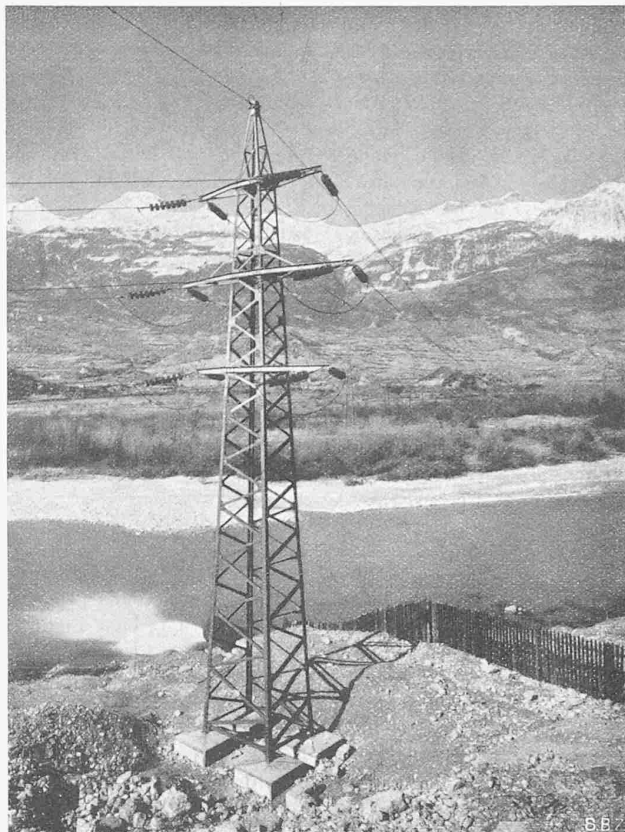


Abb. 3. Leitung Turtmann-Chippis, Rhonekreuzung bei Chippis.

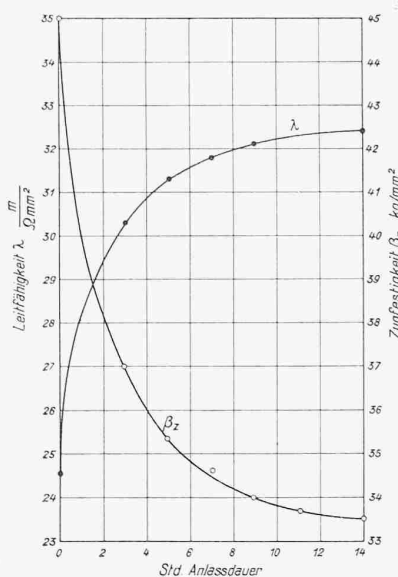


Abb. 1. Beziehung zwischen Leitfähigkeit und Zugfestigkeit bei „Drahtlegierung 3“.

45 kg/mm² erreichen. Die Verarbeitung von Legierungen mit den letztgenannten Werten ist verhältnismässig schwierig, sodass sich ihre fabrikationsmässige Herstellung in den wenigsten Fällen lohnen wird.

Vorläufig wird von uns namentlich eine Aluminiumlegierung mit 0,4% Magnesium, 0,5 bis 0,6% Silizium und etwa 0,3% Eisen, deren Al-Gehalt zwischen 98,7 und 98,8% schwankt, unter der Bezeichnung „Drahtlegierung 3“ verarbeitet. Die Veränderung der Leitfähigkeit, Festigkeit und Dehnung beim Anlassen der fertiggezogenen Legierung geht aus dem nebenstehenden Kurvenbild hervor.

Die bei der fabrikatorischen Herstellung von 50 000 kg Draht aus Legierung 3 erhaltenen durchschnittlichen Eigenschaften, sowie die garantierten Werte sind nachstehend zusammengestellt. Von wesentlicher Bedeutung ist die verhältnismässig grosse Dehnung der Legierung 3, die mit 5% garantiert werden kann und im allgemeinen zwischen 6 und 8% liegt, gegenüber einer solchen von nur 2 bis 3% bei hart gezogenem Reinaluminiumdraht.

Die erste grössere Leitung in Legierung 3 wurde für die Kraftübertragung Turtmann-Chippis der Illsee-Turtmann A.-G. hergestellt (Abb. 2 u. 3). Das amtliche Prüfungsprotokoll der Eidgen. Materialprüfungsanstalt Zürich ergab an Einzeldrähten, die einem fertigen Seilstück entnommen worden waren, Zerreissfestigkeiten zwischen 34,0 und 34,85 kg/mm² bei Dehnungen von 7 bis 7 1/2%. Die an 4,5 m langen Seilstücken bestimmte Seilfestigkeit von 4370 bzw. 4350 bzw.

4345 kg bei drei verschiedenen Proben und einem Gesamtquerschnitt von 137,4 mm² lag um 8% unterhalb der Zerreissfestigkeit der Einzeldrähte. Die Schwankung der Festigkeit, Dehnung und Leitfähigkeit von über 1000 Einzeluntersuchungen an Drahtlingen erwähnter Fabrikation sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt:

Festigkeit		Dehnung		Leitfähigkeit	
kg/mm ²	%	%	%	m/Ohm × mm ²	%
30 ÷ 32,5	10	5 ÷ 6	35	30 ÷ 31	65
32,5 ÷ 35	58	6 ÷ 7	31	31 ÷ 32	25
> 35	32	> 7	34	> 32	10
	100		100		100

Eigenschaften der „Drahtlegierung 3“ bei 2 bis 3 mm Drahtstärke.

	Durchschnittswerte von 50 000 kg	Garantierte Werte
Aluminiumgehalt	98,65%	98,6
Zugfestigkeit	33,5 kg/mm ²	31,5
Dehnung (Messlänge 20 cm)	6,5%	5,0
Streckgrenze (0,3% bleibende Dehnung)	31,0 kg/mm ²	28,0
Elastizitätsgrenze (0,001% bleibende Dehnung)	27,0 kg/mm ²	25,0
Elastizitätsmodul	6500 kg/mm ²	6400
Spezifisches Gewicht	2,70	2,70
Anzahl Biegung über r = 10 mm	8 ÷ 10	5
Anzahl Torsionen auf 10 cm Länge	10 ÷ 12	8
Wärmeausdehnungskoeffizient	0,000023	
Elektrische Leitfähigkeit bei 20° C	31,0 $\frac{m}{\Omega \times mm^2}$	30,0
Temperaturkoeffizient der Leitfähigkeit	0,0036	

Die Wetterbeständigkeit ist gleich der von 99,3% igem Reinaluminium.

Von Reinaluminium wird für Freileitungen eine Leitfähigkeit von 34 bei etwa 18 kg/mm² Zerreissfestigkeit gefordert. Demgegenüber gestattet unser Verfahren die Herstellung eines Drahtes von einer Leitfähigkeit von 31 bei 33 kg/mm² Zerreissfestigkeit, also mit einer um 83% gesteigerten Zugfestigkeit bei 8,8% geringerer Leitfähigkeit.

Vergleich von Seilen aus Reinaluminium, Stahlaluminium und Drahtlegierung 3.

	Reinaluminium 99,3%	Drahtlegierung 3	Stahlaluminium 23,3 : 100 ¹⁾
Spezifisches Gewicht	2,70	2,70	3,67
Zugfestigkeit	18 kg/mm ²	33 kg/mm ²	37,3 kg/mm ²
Leitfähigkeit $\frac{m}{\Omega \times mm^2}$	34	31	(27,6)
Querschnitt bei gleicher Leitfähigkeit	100 mm ²	109 mm ²	123,3 mm ²
Absolute Seilfestigkeit	1800 kg	3600 kg	4600 kg
Gewicht von 1 m Seil	270 gr	294 gr	452 gr
Reisslänge	6660 m	12,250 m	10,170 m

Das Herstellungsverfahren für legierten Aluminiumdraht von hoher elektrischer Leitfähigkeit und grosser Zugfestigkeit ist durch das Schweizerpatent Nr. 110527 geschützt und zum deutschen Patent angemeldet.

In Berücksichtigung der wesentlichen Vorteile der homogenen Stromleiter grösserer Zugfestigkeit bei Fernleitungen im Weitspannsystem wurden auf der Fernleitung Turtmann-Chippis der Illsee-Turtmann A.-G. Leitungsseile aus Al-Legierung 3 von 135,6 mm² Querschnitt angewendet. Ein Teil der Leitung wurde versuchsweise aus einer kupferhaltigen Aluminium-Legierung — Al-Legierung 4 — hergestellt. Auch dieses Material scheint sich zu bewähren. Diese für zwei Drehstromstränge gebaute Leitung durchquert den Pfynwald, wobei auf möglichstste Waldschonung Rücksicht zu nehmen war. Hier kam der geringere Durchhang der neuen Stromleiter zu statten, ebenso bei den Rhonekreuzungen. Immerhin musste der zu schonenden Waldstrecken halber eine Drahthöhe am Maste auf grosse Strecken von 13 bis 18 m vorgesehen werden. Für die 12,5 km lange Leitung kamen 53 Eisenmaste zur Anwendung, was eine durchschnittliche Spannweite von 236 m ergibt. Die Normalspannweite ist 250 m. Das aufgewendete Eisengewicht beträgt 170 t. Auf den Waldstrecken ist aus den genannten Gründen der Eisenaufwand grösser als auf der übrigen Leitung. Immerhin ergab sich aus dem geringeren Durchhang eine wesentliche Ersparnis. Die Leitungsführung erforderte

¹⁾ Querschnittsverhältnis 23,3 : 100, entsprechend einem Seil 1 + 6 + 12 + 18, wobei die siebendrähtige Kernlitze aus Stahldraht besteht, mit einer Zerreissfestigkeit von 120 kg/mm² und einem spezifischen Gewicht von 7,80.

sieben Eckmaste, zwei Abspannmaste, zwei Endabspannmaste und 42 Tragmaste; diese letzten wurden verstärkt zur Aufnahme einer Torsionsbeanspruchung bei Bruch eines Seiles oder einer Kette.

Die Normalgewichte betragen einschliesslich Fundamentanker:

Tragmast	2640 kg bei 15,1 m Höhe der untern Traverse
Eckmast 160°	2210 " " " " " " "
" 145°	6240 " " 14,9 " " " " "
" 130°	6785 " " 14,9 " " " " "
Abspannmast in der Leitg.	3895 " " 13,9 " " " " "
Endabspannmast	6785 " " 14,9 " " " " "

Der Endabspannmast ist ein Eckmast für 130° um 90° gedreht.

Ein Teil der Leitung steht im Grundwasser, der andere in Moräne oder festgelagertem Bergschutt. Dementsprechend mussten verschiedene Fundierungsarten angewendet werden, und zwar pilotierte Plattenfundamente mit Aufbau des Fundamentklotzes, stand-sichere Blockfundamente, auf Platten aufgebaute Hohlfundamente mit Sparbeton ausgefüllt, und die Fundierung mit Eckfundamenten, die durch armierte Betonriegel verbunden sind. Letztgenanntes ist der Fundamenttyp der S. K., der bei den Versuchen über Betonfundamente in Gösgen eingehend geprüft und gut befunden wurde. (Vergleiche Bericht über die Erprobung von Freileitungstragwerken in Gösgen, von Ing. G. Sulzberger, Bern, Sonderabdruck aus dem Bulletin S. E. V. 1924, Nr. 5 und 7.) Von allgemeinem Interesse ist, dass die letzterwähnten Fundamente auf $\frac{1}{3}$ der Kosten der stand-sicheren Blockfundamente zu stehen kommen.

Die Leitung hat ein Erdungsseil von 60 mm² Querschnitt, 120 kg/mm² Bruchfestigkeit, Drahtabstände von 3 m, mit 2,9 m Traversenabstand. Das an Eck- und Abspannmasten, sowie an gegebenen Orten durch Absteigleitung geerdete Blitzschutzseil befindet sich 2,5 m über der obersten Traverse. Die Leitung ist für spätere Spannungserhöhung bemessen. Dementsprechend ist die Isolation bemessen, die aus sechs Hängegliedern von 4500 kg Bruchfestigkeit und sieben Abspanngliedern von 8000 kg Bruchfestigkeit besteht. Die Isolatoren stammen von der Porzellanfabrik Langenthal. Die Ketten haben Ueberspannungs-Entladehörner.

Die Berechnung der Leitung wurde nach den Gesichtspunkten der Vorschriften-Revision durchgeführt, ohne jedoch an die Grenze der zugestandenen Beanspruchung zu gehen. Die Daten über die Leiter sind folgende: Das Seil hat wie erwähnt 135,6 mm² Querschnitt und besteht aus 30 Drähten von 2,4 mm Durchmesser. Die Seele besteht aus 4 Drähten, darüber eine Lage aus 10 und eine weitere aus 16 Drähten.

Der Durchhangsberechnung des Seiles, die nach Ing. A. Jobin durchgeführt ist, liegen folgende Seilkonstanten zu Grunde: Streckgrenze 18 kg/mm², Elastizitätsmodul¹⁾ 7150 kg/mm², Wärmeausdehnungs-Koeffizient 0,000023, Zusatzlast bei 0° und Schnee 2,0 kg/m. Die durch Messung ermittelte Streckgrenze betrug 30 bis 31 kg/mm². In Bezug auf die Streckgrenze besteht also eine Sicherheit von 30:18=1,6 fach. Das Seil wird sehr stark beansprucht, indem die Zusatzlast hoch angesetzt ist. Gegenüber der bei uns vorschrittlich verlangten Zusatzlast von 800 g/m ist jedoch die Sicherheit höher als die gegenwärtig verlangte.

Aus diesen Annahmen ergeben sich die folgenden Werte für die Seilbeanspruchung und Durchhänge bei verschiedenen Temperaturen.

Die Seile kamen von Abspannmast zu Abspannmast in abgepasser Länge zur Verwendung und wurden konzentrisch in den Abspannmuffen, System Vontobel, Kilchberg, abgefangen. Diese Abspannmuffen sind ganz aus Legierung 3 bzw. 4 hergestellt. Es macht sich hier ein weiterer Vorteil dieser Legierungen geltend, nämlich der, sich

¹⁾ Gilt für Legierung 4; für Legierung 3 wurde, wie früher erwähnt, der Elastizitätsmodul zu 6400 kg/mm² bestimmt.

Zugbeanspruchung und Durchhang in einem Seil aus Al-Legierung 3.

Totale Zugbeanspruchung pro Seil in kg						Durchhang des Seiles in m					
Spannweite	122,4	150	200	250	300	Spannweite	122,4	150	200	250	300
0° Schnee	2440	2440	2440	2440	2440	0° Schnee	1,820	2,733	4,860	7,593	10,935
— 25°	2440	2163	1564	979	675	— 25°	0,285	0,484	1,191	2,975	6,22
— 10°	2110	1811	1276	812	605	— 10°	0,330	0,57	1,461	3,59	6,93
0°	1891	1630	1102	707	568	0°	0,3685	0,644	1,692	4,12	7,39
10°	1675	1420	945	654	538	10°	0,4165	0,755	1,971	4,46	7,81
20°	1461	1221	812	595	508	20°	0,477	0,86	2,295	4,89	8,24
40°	1054	862	616	510	464	40°	0,661	1,218	3,026	5,71	9,04

durch eine bestimmte Wärmebehandlung härten zu lassen. Die aus Kokillenguss hergestellten Muffen weisen im gehärteten Zustande eine Brinellhärte von 85 bis 90 kg/mm² auf, d. h. eine etwa um 20 Härtegrad höhere Härte als der Seildraht aus Legierung 3. Fremdmetalle, die zu Korrosionen Anlass geben könnten, sind somit vollständig ausgeschlossen. In neuester Zeit wenden wir für Seilmuffen noch eine etwas härtere, modifizierte Legierung 3, unter der Bezeichnung Legierung 150, an. Ihre Härte beträgt im maximal gehärteten Zustande 100 bis 120 Brinellgrade.

Durch die Abstufungsmöglichkeit der Leitfähigkeit und Festigkeit von Legierung 3 kann sich diese Legierung den Anforderungen des Grossleitungsbaues weitgehend anpassen. Die Festigkeit kann dabei bis zu der des Kupferseiles gesteigert werden. Die geringere Leitfähigkeit gegenüber Kupfer hat man schon bei Reinaluminium in Kauf genommen. Sie fällt im Grossleitungsbau nicht sehr in Betracht, da der Seildurchmesser, wie früher betont, den Corona-Verhältnissen angepasst werden muss. Seile aus Aluminiumlegierung 3 sind berufen, Stahlaluminium-Seile zu ersetzen, indem sie deren Vorteile ohne deren Nachteile besitzen.

Zweiter Bahnhof-Wettbewerb Genf-Cornavin.

(Schluss von Seite 317.)

No. 22 „Pierre du Niton“ A. Hall d'entrée dans l'axe de la rue du Mont-Blanc avec idée plus curieuse que bien étudiée du porche d'entrée. Plan simple et clair, mais avec locaux du rez-de-chaussée mal éclairés. Façades médiocres. — En somme, ingéniosité dans certains détails, mais qualités architecturales médiocres.

A la suite de ces critiques, le jury procède au classement par ordre de valeur de ces neuf projets, comme suit: Nos. 11, 26, 6, 28, 20, 3, 16, 22, 23.

Aucun des projets ne donnant complète satisfaction et ne pouvant être exécuté tel quel, le jury décide de ne pas attribuer de premier prix. Il fixe le nombre des récompenses à cinq, étant donné la somme mise à disposition par les C. F. F., soit 4000, 3500, 2000, 1500 et 1000 francs.

L'ouverture des plis donne les résultats suivants:

- 1^{er} rang, projet No. 11, „La place“, M. Julien Flegenhaimer, architecte à Genève, prime de 4000 francs;
- 2^{me} rang, projet No. 26, „La rampe“, M. Julien Flegenhaimer, architecte à Genève. Conformément aux normes de la S. I. A., le même concurrent ne pouvant obtenir plus d'une prime, celle-ci passe au projet classé en 3^{me} rang;
- 3^{me} rang, projet No. 6, „Rue du Mont-Blanc“, MM. Guyonnet & Torcapel, architectes à Genève, prime de 3500 francs;
- 4^{me} rang, projet No. 28, „Mont-Blanc“ A, MM. Marc & Jean Camoletti, architectes à Genève, prime de 2000 francs;
- 5^{me} rang, projet No. 20, „La Saume“, M. Georges Peloux, architecte à Genève, prime de 1500 francs;
- 6^{me} rang, projet No. 3, „C. F. F.“ B, MM. Guyonnet & Torcapel, architectes à Genève. Même observation concernant la prime que pour le projet No. 26 (2^{me} rang);
- 7^{me} rang, projet No. 16, „Via“, M. Julien Flegenhaimer, architecte à Genève. Même observation concernant la prime que pour les projets Nos. 26 et 3 (2^{me} et 6^{me} rang);
- 8^{me} rang, projet Nr. 22, „Pierre du Niton“ A, Arnold Itten, architecte à Thoune, prime de 1000 francs.

Voeux formulés par le jury.

Le jury, conscient de la tâche qu'il a assumée, tient à exposer ci-après les quelques observations formulées au cours de son jugement.

Il tient tout d'abord à déclarer, que si le projet „La place“ a été classé en premier rang, c'est surtout à cause de la composition du plan qui lui a paru le mieux convenir aux exigences du programme et aux conditions locales.

Il objecte cependant que si, à première vue, l'ordonnance des façades de ce projet ne manque pas d'une certaine tenue, l'architecture en est très banale et tire son caractère monumental en partie d'éléments artificiels qui ne répondent pas toujours, en élévation, à l'expression du plan. Il lui semble