

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 73/74 (1919)
Heft: 22

Artikel: Die neuen österreichischen Vorschriften über Projektierung und Bau von Schwebeseilbahnen für Personenbeförderung
Autor: H.H.P.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-35636>

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: 16.05.2025

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

Sowohl die Anlage- als auch die Betriebskosten-Rechnungen beziehen sich auf den ersten Ausbau des Kraftwerkes (40 000 PS erzeugt durch vier Gruppen zu je 10 000 PS). Aus dem detaillierten Kosten-Voranschlag geben wir nachstehend die hauptsächlichsten Posten:

Anlagekosten.

I. Organisations- und Verwaltungskosten, Verzinsung des Baukapitals	Fr.	2 500 000
II. Expropriationen		120 000
III. Hydraulischer Teil:		
Staumauer, Zuleitung des Nant de Drance, Zufahrtstrasse zur Staumauer	Fr.	13 300 000
Wasserfassung, Zulaufstollen und Wasserschloss		2 450 000
Druckleitung und Seilbahn		5 000 000
Unterwasserkanal		80 000
		20 830 000
IV. Gebäude:		
Maschinen-, Schalt- und Transformatorenhaus	Fr.	4 070 000
Dienstwohnhäuser		320 000
Zufahrten		60 000
		4 450 000
V. Maschineller und elektrischer Teil:		
Turbinen mit Verteilleitung		1 900 000
Generatoren		4 000 000
Transformatoren		1 800 000
Schaltanlage		900 000
Hilfsbetriebe		300 000
		8 900 000
VI. Zur Aufrundung		200 000
Zusammen		37 000 000

Betriebskosten.

Verzinsung des Anlagekapitals 5 % von Fr. 37 000 000	1 850 000
Amortisation	670 000
Wasserzinsen und andere Abgaben	80 000
Allgemeine Verwaltung	50 000
Eigentliches Betriebspersonal und Material	150 000
Unterhalt, Reparaturen und Ergänzungen	460 000
Verschiedenes	40 000
Zusammen	3 300 000

Wie bereits weiter oben angegeben, beträgt die durchschnittliche 24-stündige Leistung des Kraftwerkes Barberine 11 100 PS an der Turbine oder 7200 kW ab Zentrale. Die Kosten für die Kilowattstunde ab Zentrale bei einer Jahresabgabe von 63 000 000 kWh belaufen sich auf 5,2 Rappen.

Bei der Beurteilung dieses Kilowattstundenpreises, der auf den ersten Blick hoch erscheint, ist in Betracht zu ziehen, dass die Baukosten seit Kriegsausbruch um 100 bis 150 % und die Kosten der Maschinen und Apparate um 200 bis 300 % gestiegen sind. Im weitem ist zu berücksichtigen, dass der teure Stausee einstweilen erst auf der Hälfte der Gefällstufe Barberine-Rhoneebene zur Ausnützung gelangt. Nach Ausbau der untern Stufe, d. h. nach Erstellung des Kraftwerkes Vernayaz, wird sich der Kilowattstundenpreis erheblich billiger stellen, indem alsdann durch Kombination der beiden Kraftwerke eine konstante (24-stündige) Leistung von 38 500 PS an den Turbinen und eine Jahresabgabe bei voller Ausnützung von 200 000 000 kWh erzielt werden kann. Bei einem Anlagekapital von 75 000 000 Fr. für beide Kraftwerke werden sich die jährlichen Betriebsausgaben auf 6 600 000 Fr. belaufen, und es wird somit der Kilowattstundenpreis ab Zentrale 3,3 Rappen betragen."

Die neuen österreichischen Vorschriften über Projektierung und Bau von Schwebeseilbahnen für Personenbeförderung.

Während des Weltkrieges hat das österreichische Eisenbahn-Ministerium die ersten ausführlichen technischen Bestimmungen über die Anforderungen an Bauprojekt und Anlage von Schwebeseilbahnen für Personenbeförderung erlassen. Da diese offenkundig die Bau- und ersten Betriebserfahrungen an den zwei, nach mehrjähriger Bauzeit und allerlei Unvorhergesehenem im Jahr 1913 eröffneten Tiroler Schwebeseilbahnen Lana-Vigiljoch und Bozen-Kohlern berücksichtigen, und in der Schweiz Bauvorschriften für die Anlage solcher Verkehrsmittel bisher nicht bestehen, dürfte eine gekürzte Wiedergabe der hauptsächlichsten technischen Bestimmungen für dieses Bahnsystem auch schweizerische Fachkreise interessieren. Von näheren Ausführungen zu diesen Vorschriften, wozu u. a. die Baugeschichte obgenannter zwei Erstlingswerke Veranlassung böte, muss hier des Raumes wegen abgesehen werden.

A. Tragseilstützen, Seilverankerungen und sonstige eiserne Tragwerke.

Räumliche Anordnung. Am Haupt der Stützen sind Aufbauten vorzusehen, die ein Heben der Tragseile von den Auflagerschuhen ermöglichen. Bei grösstmöglicher Senkung der Wagen oder Seile (Zug-, Ballast- oder Bremsseile) müssen letztere von der Bodenoberfläche noch 2,50 m freien Abstand haben. Bei Kreuzungen mit Wegen oder Baulichkeiten ist der behördlich festgesetzte Mindestabstand einzuhalten. In konkaven Bahnteilen ist darauf Bedacht zu nehmen, dass die Höhenlage der Auflagerschuhe nötigenfalls durch Abnehmen oder Aufmauern der Grundbauten oder anderswie geändert werden kann.

Als äussere Kräfte sind zu berücksichtigen: Eigengewicht des Tragwerks, Seildruck, Gewicht des vollbesetzten Wagens, Einflüsse des Bremsens und Auffahrens der Wagen, Winddruck und Wärmeschwankungen. Die Berechnung des Seildruckes hat unter Zugrundelegung der ungünstigsten Tragseilspannungen an den Stützen zu erfolgen. Der Winddruck ist als wagrechter Seitendruck zu 125 kg/m² bei belastetem, bzw. 250 kg/m² bei unbelastetem Seil anzunehmen. Wärmeschwankungen sind in den Grenzen - 25 ° C bis + 45 ° C zu berücksichtigen.

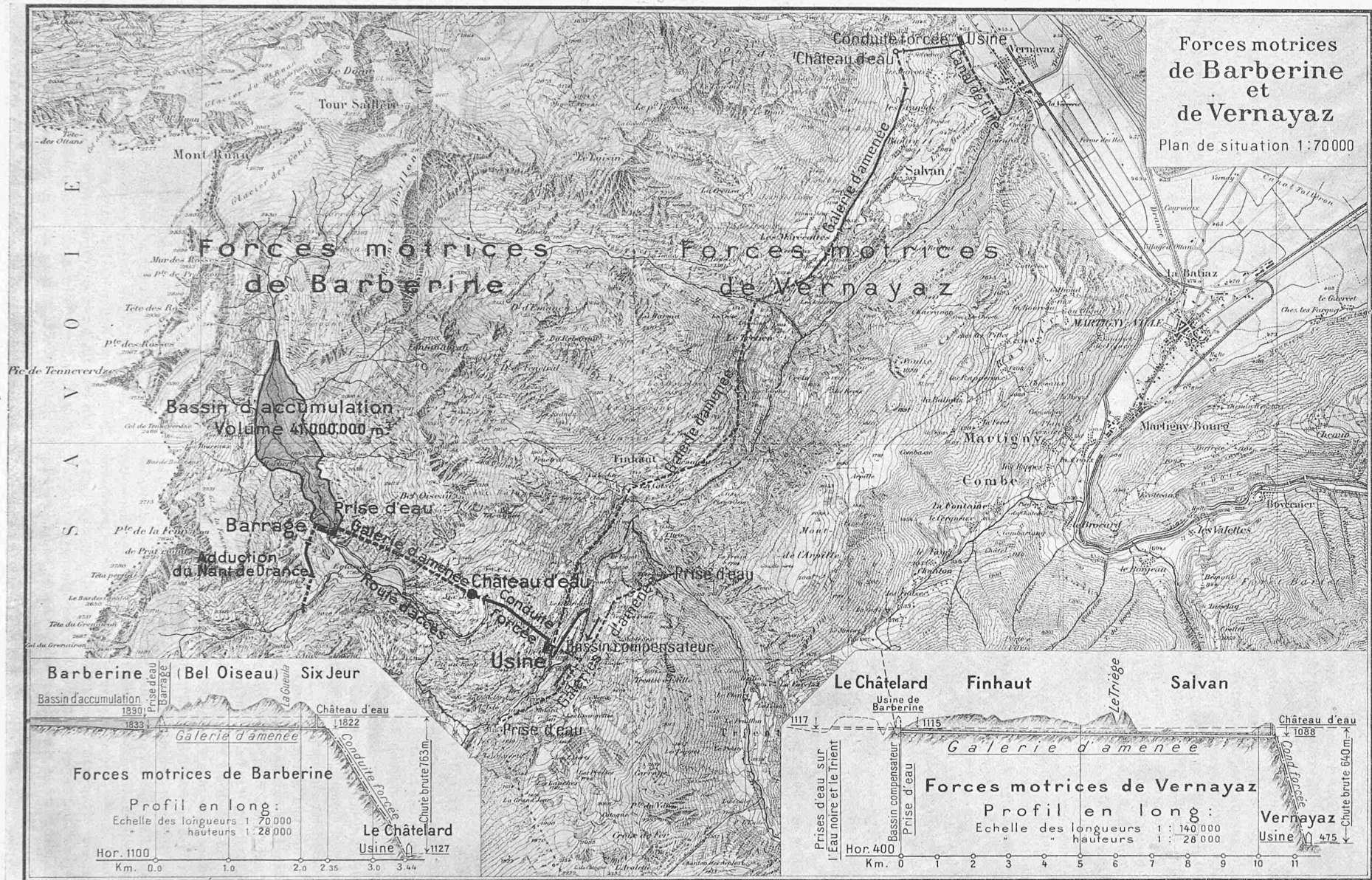
Die Berechnung der Stabspannungen der als Raumfachwerk ausgebildeten Seilstützen ist auch auf Verdrehen bei einseitiger Belastung durchzuführen. Für die Stützenfundamente und eisernen Tragwerke ist bei belasteten Tragseilen und 125 kg/m² Winddruck eine 1,5fache Sicherheit, bei unbelastetem Seil und 250 kg/m² Winddruck eine 1,2fache Sicherheit gegen Abheben zugrunde zu legen. Ausserdem muss im erstern Fall bei Berücksichtigung der Bremswirkung des Wagens auf den Stützen noch eine 1,2fache Sicherheit gegen Abheben vorhanden sein. Für die Fundamente der Seilseilverankerungen ist der Sicherheitsgrad gegen Abheben im ersten Fall auf 2,0, im zweiten Fall auf 1,5 zu erhöhen.

B. Die Seile.

Die Seile sollen so konstruiert sein, dass ein Drahtbruch keine Betriebsunsicherheit hervorrufen kann (z. B. Litzen- oder verschlossene Bauart). Tragseile sollen möglichst festgegliedert und deren Oberfläche tunlichst rund und glatt sein. Zug-, Ballast- und bewegliche Bremsseile sollen Litzen und eine Einlage aus Hanf, weichem Eisen oder einem andern geeigneten Stoff besitzen.

Im allgemeinen soll Material nachfolgender Zugfestigkeiten angewendet werden: a) für Tragseile in Litzenbauart 165 kg/mm², bei verschlossener Bauart 120 kg/mm²; b) für Zug-, Ballast-, Brems- und sonstige Seile 120 bis 180 kg/mm². Die Wahl innert diesen Festigkeitsgrenzen ist bedingt durch die Beanspruchung der Seile auf Biegung.

Tragseile sind mittels Gewichten derart zu spannen, dass die kleinste im Betrieb auftretende Tragseilspannung mindestens das siebenfache des grössten auftretenden Wagengewichtes beträgt. Die mittlere rechnermässige Bruchlast der Tragseile muss mindestens fünfmal grösser sein, als die im Seil an der ungünstigsten Stelle auftretende Zugspannung. Die Bruchlast aller Seile, mit Ausnahme der Tragseile, soll mindestens achtmal, das jedes Bremsseiles bei Bahnen mit doppelten Zugseilen mindestens fünfmal grösser sein, als die grösste Spannung im gewöhnlichen Betriebe. Bei allen Seilen, die über Rollen laufen, darf bei der Höchst-



Übersichtskarte 1:70 000 und generelle Längenprofile 1:70 000 / 1:28 000 (Barberine) bzw. 1:140 000 / 1:28 000 (Vernayaz). — Mit Bewilligung der Schweiz. Landestopographie.

Beanspruchung der Seile die Gesamtheit der in den Drähten auftretenden höchsten Spannungen einschliesslich der Biegungs- und Zugspannung die Grenze von 27 % der mittleren Zugfestigkeit des Drahtmaterials nicht übersteigen. Für den Fall der Betätigung der Wagenbremse ist für die Tragseile mindestens eine vierfache und für die Zugseile mindestens eine fünffache Sicherheit auf reinen Zug (ohne Berücksichtigung der Biegungs- und Zugspannung) festgesetzt.

Die Zugseile sind als endlose Seile auszubilden oder es sind Ballastseile anzuordnen. Zug-, Ballast- und Bremsseile müssen durch selbsttätige Vorrichtungen möglichst konstant gespannt sein.

Bei Tragseilen wird von jeder Fahrbahn ein 7 m langes Probestück geprüft. Die *amtliche Untersuchung* umfasst: 1. wozu möglich *Zerreissproben* mit dem ganzen Seil. Die Abminderung, nach 2. berechnet, darf nicht über 10 % betragen. 2. Ermittlung der *Seilbruchlast* aus der Summe der Zerreissfestigkeiten der Einzeldrähte. Drähte, deren Bruchlast mehr als 12 1/2 % von der durchschnittlich für alle Drähte ermittelten abweicht, und Drähte, deren Dehnung um 20 % unter dem Mittelwert zurückbleibt, werden hierbei nicht mitgerechnet. 3. *Dreh- und Umschlagbiegeproben* mit allen Drähten von zwei Litzen aus jeder Lage. Entsprechen hierbei mehr als 40 % der geprobten Drähte nicht den Vorschriften, so müssen aus den Litzen, in welchen sich Litzen mit nicht entsprechenden Drähten gefunden haben, solange neue Litzen erprobt werden, bis die Zahl der nicht befriedigenden Drähte kleiner als 10 % der geprüften Drähte ist, oder das Seil sich als ungeeignet erweist. 4. Seile, an denen gebremst werden soll, sind einer *Quetschung* mit den Bremsbacken unter dem 1,3fachen des grössten auftretenden Bremsdruckes auszusetzen. 5. *Chemische Untersuchung* der im Seil enthaltenen Fettstoffe und der Tränkung der Hanfseile. Vorhandensein von Säuren oder Stoffen, die bei Luft- oder Wasserzutritt Säuren geben, bildet einen triftigen Grund für die Abnahme-Verweigerung des Seils.

Die *Dehnung* des Drahtmaterials nach dem Bruch soll betragen für Drähte bis 160 kg/mm² Bruchfestigkeit wenigstens 2 %, für Drähte höherer Bruchfestigkeit 1 1/2 % der ursprünglichen Markentfernung, welche letztere mindestens 250 mm betragen soll.

Die *Drehungen* sind bei 200 mm Einspannlänge durchzuführen und es wird als Mindestzahl derselben genähert gefordert

$$\text{Drahtfestigkeit in kg/mm}^2 \times \text{Drahtdurchmesser in mm} = \frac{6600}{\sigma_b \cdot d}$$

(Aus den Tabellen der Vorschriften abgeleitet. Für Drahtstärken über 2 mm ist bei Festigkeiten über 140 kg/mm² die Verordnung zu konsultieren).

Die Anzahl der *Biegungen* um 180° über die mit der 2 1/2fachen Drahtdicke als Durchmesser abgerundeten Backen eines Schraubstockes soll bei Drähten von $\sigma_b = 90$ bis 180 kg/mm² Festigkeit bis zum Bruch annähernd mindestens betragen

$$\text{Biegungszahl} = 15,0 - \frac{\text{Drahtfestigkeit in kg/mm}^2}{25} = \frac{375 - \sigma_b}{25}$$

C. Hochbauten.

Die Heranziehung von Hochbaukonstruktionen, wie Decken-Trägern, Dachstühlen usw., sowie der Gebäudemauern zur Auflagerung und Verankerung der Seile ist womöglich zu vermeiden.

D. Maschinen und mechanische Einrichtungen.

Die Vorschriften geben die *zulässige Beanspruchung* der verschiedenen Konstruktionsmaterialien für Zug, Druck, Schub, Biegung und Drehung und zwar: 1. für den Fall ruhender oder zwischen Null und einem grössten Werte variierender Belastung, 2. für den Fall zwischen einem grössten negativen und einem grössten positiven Wert mehr als zehnmal in der Minute wechselnder Belastung. Für Fall 2 sind im allgemeinen für Zug, Biegung, Drehung und Schub die Hälfte, für Druck 2/3 bis 4/5 der für Fall 1 (d. h. ruhende Last) angegebenen Werte zu verwenden. Durchschnittlich muss eine fünffache Sicherheit eingehalten werden.

Die *Antriebe* sind mit einer Handbremse, einer hievon vollständig unabhängigen automatischen Bremse und einer elektrischen Lüftungsbremse auszurüsten. Mittels der Handbremse muss der Antrieb auf einem Bremsweg von höchstens 20 m angehalten werden können. Die automatische Antriebsbremse muss bei Ueberschreitung der zulässigen maximalen Fahrgeschwindigkeit um 25 % und beim Ueberfahren der Wagen-Endstellung in Funktion treten, sie muss von Hand betätigt und vom Maschinenstand aus rückgestellt werden können. Jede Antriebsstation hat ausserdem noch

¹⁾ Entsprechend rund 3,5 tcm/cm² Torsionsarbeit.

eine automatische Seilbruchbremse (Schlafseilbremse) zu erhalten. Bei Bahnen, deren Bremsseile als Hilfszugseile verwendet werden, sind für die Bremsseile Antriebe mit gleichen Sicherheitsvorrichtungen wie für die Zugseilantriebe vorzusehen. Die Zugseilwinden sind mit Ersatzantrieben zu versehen, mit denen eine Fahrgeschwindigkeit von etwa 0,1 m/sek erreicht wird.

Jede Antriebsstation ist mit *Hilfseinrichtungen* zum Herablassen der Reisenden aus den Wagen, Flaschenzügen, Bauwinden, Hanf- und Drahtseilen, Notbeleuchtung usw., auszurüsten. Für die Schmierung der Trag-, Brems-, Zug- und Ballastseile ist durch Schmierwagen und in den Endstationen vorzusorgen. Die Antriebe sind so einzurichten, dass sie Untersuchungsfahrten zur Kontrolle der Seile mit etwa 0,25 bis 0,50 m/sek Fahrgeschwindigkeit gestatten.

E. Wagen.

Im normalen Betriebe soll stets eine gleichmässige Verteilung des Wagengewichtes und aller sonstigen Belastungen auf alle Laufäder stattfinden. Beim Bremsen und bei Schwankungen des Wagens darf die Aenderung der Raddrücke höchstens 50 % betragen.

Laufwerke und Zugseile sind mittels gelenkig befestigter, vergossener Stahlmuffen zu verbinden, die gegen Rückdrehen des Seildralls hinreichend gesichert sind. Die *Laufwerke* müssen zwei von Hand zu betätigende, von einander vollständig unabhängige Bremsen erhalten, von denen die eine auch selbsttätig im Falle des Bruches eines der Zug- oder Ballastseile in Tätigkeit tritt und die Wagen vollkommen sicher auf möglichst kurzem Bremswege feststellt. Die zweite Bremse kann derart gebaut sein, dass sie den am Zugseil hängenden Wagen festzustellen gestattet. Beide Bremsen müssen von beiden Wagenplattformen aus betätigt und auch auf offener Strecke vom Wagen, Wagendach oder Laufwerk aus rückgestellt werden können. Die Bremsung der Wagen muss auch bei Seilschuhen, Stützen und Streckenkupplungen möglich sein.

Zur Dämpfung des an Gefällsbrüchen oder aus andern Gründen entstehenden Pendelns der Wagenkasten muss die Verbindung der letztern und der *Gehänge* mit den Laufwerken eine Bremseinrichtung erhalten. Durch das Umgreifen des Gehänges um die Tragseile oder durch andere Vorkehrungen ist ein Abstürzen der Wagenkasten zu verunmöglichen. Die Festigkeitsberechnung des Gehänges hat die vom seitlichen Schlingern herrührenden Drehkräfte und alle Brems-, Beschleunigungs- und Windkräfte zu berücksichtigen.

Alle am *Wagenkasten* angebrachten Sicherheitseinrichtungen müssen auf beiden Plattformen leicht benützbar sein. Die Wagen haben eine dem Fassungsraum gleiche Anzahl Sitzplätze zu erhalten. Die Bordwände der Plattformen müssen Fahrgäste und Güter selbst bei Stössen (Gefahrbremsung) gegen Abstürzen sichern.

F. Streckenausrüstung.

Schwebeseilbahnen sind so zu erstellen, dass das Eigengewicht der Seile ein Ausspringen derselben infolge von Schwingungen oder Wind verhindert. Seilschuhe mit Kappen zum Niederhalten der Tragseile dürfen nur verwendet werden, wenn ohne solche eine einwandfreie und rationelle Konstruktion erheblich erschwert wird oder die Kappen nur zur Sicherung der Seile gegen Abwehen nötig sind. Der beim Ueberfahren des vollbelasteten Wagens über die Tragseilschuhe entstehende Abknickwinkel darf 18° nicht übersteigen. Der Radius dieser Schuhe muss mindestens das 1500fache des grössten Drahtdurchmessers im Seil betragen. Abknickwinkel über 30° sollen so unterteilt werden, dass die mittlere sekundliche Richtungsänderung während der Fahrt höchstens 5° beträgt.

Zug- und Bremsseile sind so anzuordnen, dass sie von den Wagen nur wenig aus ihrer Lage gebracht werden und auch bei Bremsung keine schädliche Drehwirkung auf die Laufwerke ausüben. Die Zug- und Ballastseile sind auf eigenen Tragrollen zu führen und nötigenfalls mit einer Leitvorrichtung zu versehen. Der Rollendurchmesser soll im allgemeinen das 250fache der Drahtstärke betragen. Für grössere Abknickwinkel als 10° sind mehrere Laufrollen oder Rollen mit entsprechend grösserem Durchmesser anzuordnen.

Signal- und Telefonleitungen sind an den Seilstützen derart zu montieren, dass deren Benützung vom Wagen aus unter allen Wärme- und Witterungsverhältnissen und Wagenbelastungen möglich ist. (In grossen Spannweiten ist daher die Verlegung der Leitungen in zwei Höhenlagen vorzusehen).

In offener Linie sollen unter den Seilen keine Gebäude stehen, deren Brand die Schwebeseilbahn gefährden könnte. Bei Wegübergängen sind leichte Ueberdachungen und Warnungstafeln anzubringen.

H. H. P.