

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 117/118 (1941)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Eisenbetonbalkenbrücke über den Rhein bei Felsberg  
**Autor:** Rathgeb, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-83485>

### **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:** 06.02.2025

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

umfangreiche Verbauungen und Schutzbauten gegen Steinschlag und Lawinen, wobei den letztgenannten auf Grund des Eidg. Forstgesetzes namhafte Subventionen zu gute kamen.

Für den Betrieb der Lötschbergbahn war in weitsichtiger Weise, aber auch im Interesse der Bernischen Kraftwerke, die elektrische Traktion vorgesehen, für die 1,6 Mio Fr. ausgesetzt waren. Da seinerzeit weitgehende bezügliche Erfahrungen im besondern für Hauptbahnen im Gebirge nicht zur Verfügung standen, wurde auf dem erworbenen Teilstück Spiez-Frutigen das 1908 gewählte, von der MFO auf ihrer Versuchstrecke Seebach-Wettingen entwickelte *Einphasen-Wechselstrom-System* mit 15 Per/s und 15000 Volt, unter gleichzeitiger Personalausbildung erprobt und für die Einführung auf der neuen Linie weiter entwickelt. Bei guten Erfolgen ist es vorbildlich für die meisten späteren Bahnelektrifikationen, so auch der SBB geworden, womit die Schweiz auch auf diesem Gebiet bahnbrechend gewirkt hat. Die Lieferung der ersten zwölf elektrischen Lokomotiven erfolgte nach internationalem Wettbewerb an die MFO. Einschliesslich dieser Lokomotiven erreichten die Gesamtkosten der Elektrifikation 5268000 Fr. Das sonstige Rollmaterial wurde der verbenden Bedeutung des neuen internationalen Verkehrsweges in bester Weise angepasst.

Dass bei den in der Baugeschichte geschilderten Verhältnissen, bei der Ueberstürzung in der Finanzierung auf Grund ungenügender technischer Vorarbeiten<sup>7)</sup> und der Baueinleitung, bei den tiefgreifenden Projektänderungen und Kompetenzreibeien, bei unglücklich gewählten Vertragsunterlagen, den vielen nicht vorgesehenen Ereignissen und der Gasterntalkatastrophe, der ursprünglich vorgesehene Forfaitbetrag für die schwierige Gebirgsbahn bei weitem nicht ausreichen konnte, ist nicht erstaunlich. Aber auch in allen andern Belangen stiegen die Kosten, und wenn 1906 in den Grundlagen der Finanzierung für die gesamte Bahnanlage mit Rollmaterial und elektrischer Traktion, mit Mobiliar, Gerätschaften und Verschiedenem 83,1 Mio Fr. gerechnet wurde, so ergab der Gesamtkostenbetrag im Mai 1912 die Summe von 133,082 Mio Fr., die hauptsächlich dank der grossen Opfer des unentwegt für «seine Bahn» einstehenden Bernervolkes wie folgt gedeckt werden konnte: 21 Mio Subventionsaktien, 27 Mio Prioritätsaktien, 37 Mio I. Hypotheken auf die Frutigen-Brig- und Münster-Lengnau-Bahn, 42 Mio II. Hypotheken der Berner Kantonalbank und des Bankhauses Loste & Cie. in Paris mit Zinsengarantie des Kantons Bern. Der eigentliche Bahnbau war an diesen Kostenüberschreitungen mit 25,5% beteiligt, also mit einer etwas günstigeren Quote, als bei der Gotthardbahn, der aber Staatssubventionen von rd. 50% des Anlagekapitals zur Verfügung gestanden hatten.

Wenn man die vorliegende Baugeschichte der Lötschbergbahn durchblättert, so steht man unter dem Eindruck mancher schwerwiegender Fehler; doch ist es nach Aeusserung des Verfassers leichter nachträglich auf solche hinzuweisen, als sie von vornherein zu vermeiden. Es bleibt aber die Ueberzeugung, dass für spezifisch technisches Schaffen die Führung zu stark in Händen von Politikern, Juristen und Finanzleuten gelegen hatte, statt dass der Fachmann damit betraut worden wäre. Dem Können und der aufopfernden Arbeit der Ingenieure ist es denn

<sup>7)</sup> Nach der Gründungsgeschichte der B. L. S. von Prof. Dr. Volmar hatte z. B. Oberst Will im bernischen Grosse Rat erklärt, dass eine Verschiebung oder gar Ablehnung des «*spruchreifens*» Projektes einem Verzicht auf die Lötschbergbahn überhaupt gleichzustellen sei!

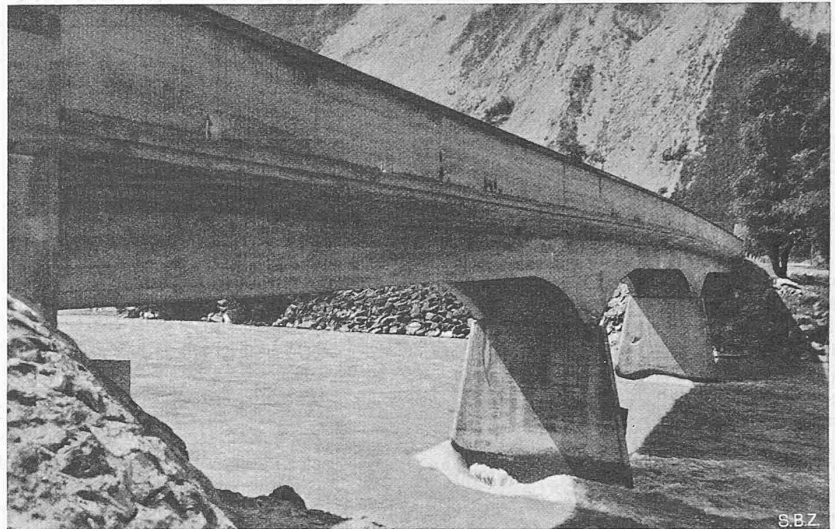


Abb. 5. Die fertige neue Rheinbrücke bei Felsberg, Graubünden

auch in erster Linie zu verdanken, dass das Werk, das dem Kanton Bern und unserem Lande zur Zierde gereicht, trotzdem glücklich beendet werden konnte. Mehrmals stand man vor kritischen Situationen, aber immer wieder sind diese in zäher Beharrlichkeit überwunden worden. Der alte Bernerspruch «Nid nah la gwünnt» in der Rede des Bundespräsidenten beim festlichen Eröffnungsakt ist daher charakteristisch auch für die Lötschbergbahn und ihre Erbauer.

Ihre vorliegende Geschichte ist von Andreae in minuziöser Sorgfalt aufgebaut. Sie gibt, begleitet von reichem Zahlenmaterial, Auskunft über alles Wissenswerte, auch über die begangenen Fehler, um durch die gemachten Erfahrungen der Zukunft zu dienen.

M. Naeff

## Eisenbetonbalkenbrücke über den Rhein bei Felsberg

Von Ing. E. RATHGEB, Zürich

In den Jahren 1934/35 ist über den Rhein bei Felsberg an Stelle der alten Holzbrücke eine neue Balkenbrücke in Eisenbeton erstellt worden<sup>1)</sup>. Auf Grund eines vom kantonalen Bauamt in Chur durchgeführten Submissionswettbewerbes war der Auftrag für die Ausführung der Firma B. und C. Caprez Erben in Chur zugefallen, die ein vom Verfasser aufgestelltes Projekt eingereicht hatte.

Die neue Brücke hat eine Länge von rd. 87 m und besteht aus drei Oeffnungen, von denen die mittlere 33,10 m und die beiden seitlichen 26,85 m Spannweite aufweisen. Zur Aufnahme der 4,50 m breiten Fahrbahn sowie eines einseitigen, 1 m breiten Gehweges ergibt sich einschliesslich Stellstreifen und Geländer eine Breite der Fahrbahnplatte von 6,12 m. Diese Fahrbahnplatte wird getragen durch zwei Hauptträger von 44 cm Breite in 3,74 m Axabstand (Abb. 1). Die Hauptträger sind so angeordnet, dass beide die gleiche Armierung erhalten konnten. Die Querträger haben einen Abstand von 3,33 m; jeder zweite ist zwecks guter Lastverteilung auf die Hauptträger und zur Versteifung derselben höher ausgeführt. Durch diese Trägeranordnung ergeben

<sup>1)</sup> Kurz beschrieben von Kantons-Obering. A. Sutter in Bd. 111, S. 39\* (22. Jan. 1938).

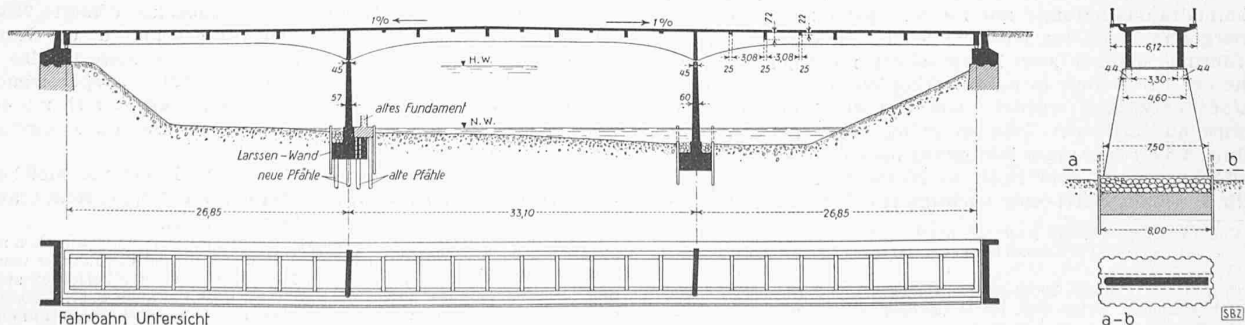


Abb. 1. Längsschnitt und Fahrbahnuntersicht 1:650, Querschnitt 1:500. Hauptträgerhöhe in Feldmitte 132 cm, über Pfeiler 293 cm



Abb. 4. Lehrgerüst, Brüstung armiert

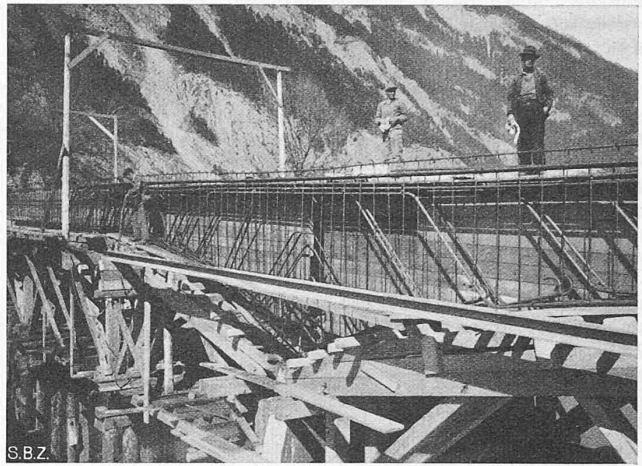


Abb. 3. Armierung der Hauptträger

sich annähernd quadratische, kreuzweise armierte Felder der Fahrbahnplatte.

Die Hauptträger sind auf den beiden Flusspfeilern fest, aber frei drehbar gelagert; auf den beiden Widerlagern befinden sich eiserne Rollenlager (Abbildung 2). Da die alten Widerlager nur zum Teil abgebrochen wurden, war für die Konstruktion von Pendellagern in Eisenbeton zu wenig Höhe vorhanden. Wie aus dem Längsschnitt ersichtlich, weisen die Hauptträger bei den Mittelstützen starke, parabolisch gekrümmte Vouten auf. Durch diese ergibt sich eine Reduktion der Feldmomente in den Endfeldern um etwa 15% und in den Mittelfeldern um rd. 25%, was gestattete, die Träger niedrig zu halten. Das Verhältnis der Spannweite zur ganzen Trägerhöhe beträgt in der Mittelöffnung nur 1:25,5. Diese Trägerform erwies sich als sehr wirtschaftlich und ergibt über den Stützen gegenüber den voutenlosen Trägern ausserdem eine bedeutend geringere Betonzugspannung in der Fahrbahnplatte. Diesen Zugspannungen ist durch Zusatzarmierung Rechnung getragen worden. Für die Armierung der Hauptträger (Abb. 2), sowie auch für alle übrigen Teile ist St 37 verwendet worden. Die längsten Hauptträgereisen waren 40 m lang.

Bemerkenswert ist, dass die Brücke trotz ihrer Kontinuität gegen allfällige Stützensenkungen wenig empfindlich ist. Bei einem Elastizitätsmodul von 350 000 kg/cm<sup>2</sup> ergeben sich für 1 cm Widerlagersenkung nur 3,6% grössere Stützenmomente über den benachbarten Pfeilern. Bei der Senkung eines Pfeilers um 1 cm erhöht sich das Stützenmoment über dem andern Pfeiler um 5,3%.

Um das Hochwasserprofil möglichst wenig einzuschränken, sind die in die Fundamente eingespannten Pfeilerwände (Abb. 1 und 2) sehr schlank gehalten und nach oben verjüngt. Die Pfeiler sind ausser für die lotrechte Auflast noch für horizontale Kräfte aus Hochwasser, Eisgang und Bremskräften dimensioniert. In Flussrichtung ist jeder Pfeiler für eine Kraft von 10 t, angreifend

3 m unter Trägersauflager, berechnet. In Richtung der Brückenaxe ist eine Kraft von 5 t in gleicher Höhe in die Rechnung eingesetzt worden und ausserdem für beide Pfeiler zusammen die Bremskraft von zwei 13 t-Lastwagen mit  $\frac{1}{7} \cdot 2 \cdot 13,0 = 3,70$  t. Die Kräfte in Richtung der Brückenaxe geben rechnerisch eine Verschiebung der Brücke von 3 mm für  $E = 350\,000$  kg/cm<sup>2</sup>. Die Fundation der Pfeiler ist rd. 2,50 m unter die Flusssohle geführt worden. Die Baugruben waren umschlossen durch eiserne Spundwände Larssen Nr. 1, die 1,50 m unter die Fundamentsohle greifen und nach Fertigstellung der Pfeiler über Flusssohle abgeschnitten wurden. Während beim rechten Flusspfeiler auf groben Sand fundiert werden konnte, musste beim linken Pfeiler wegen einer Feinsandschicht eine Pfahlfundierung angeordnet werden, wobei alte Eisenbetonpfähle eines früheren Pfeilers mitbenutzt werden konnten. Beim rechten Pfeiler beträgt die maximale Bodenpressung 2,6 kg/cm<sup>2</sup>.

Bei den Widerlagern mussten nur, wie aus dem Längsschnitt ersichtlich, die oberen Teile neu erstellt werden, die auf gutes Quadermauerwerk aufgesetzt werden konnten. Die Beanspruchung dieses Mauerwerks beträgt nur 2,6 kg/cm<sup>2</sup> und die Bodenpressung 2,0 kg/cm<sup>2</sup>.

Ausser den Fundamenten, die man in P 300 ausgeführt hat, besteht das ganze Bauwerk aus hochwertigem Beton H 300. Die Würfestigkeit betrug nach 28 Tagen 370 kg/cm<sup>2</sup>. Das Lehrgerüst (Abb. 3) ist auf eingerammte Holzpfähle abgestellt. Nach Erstellen der Pfeiler und Widerlager wurde die ganze Brückentafel geschalt und alles Eisen fertig verlegt. Dann wurden von beiden Seiten mit zwei Betonmischern die Träger an einem Tage bis Unterkante Plattenvouten betoniert und an einem folgenden Tage ebenfalls in einer Schicht die Fahrbahnplatte. Die Ausrüstung nahm man nach 30 Tagen vor, beginnend in der Mittelöffnung. Die Einsenkungen betragen 5 mm in den Aussenöff-

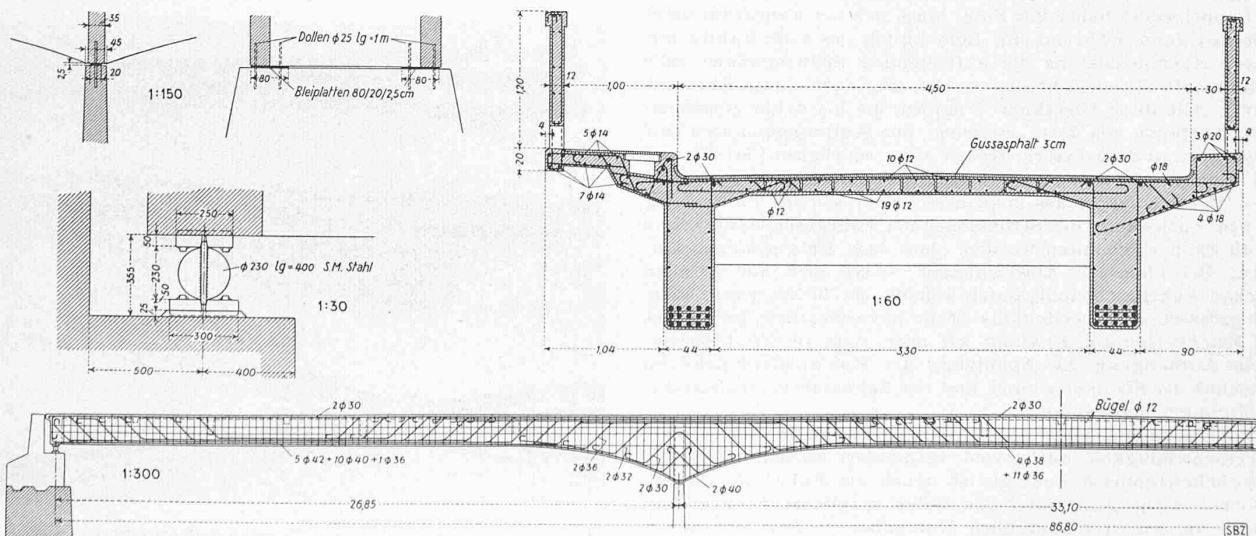


Abb. 2. Hauptträgerarmierung, Querschnitt mit Fahrbahnarmierung (Plattenstärke 16 cm), Einzelheiten der Auflagerung der neuen Eisenbetonbrücke über den Rhein bei Felsberg, Graubünden. — Ing. E. RATHGEB, Zürich

nungen und 3,5 mm in der Mittelöffnung. Sie waren mit 12,5 mm bzw. 7,8 mm für  $E = 350\,000\text{ kg/cm}^2$  berechnet worden.

Die Betonbrüstung wurde in Abschnitten von rd. 4 bis 4,50 m Länge mit Fugen erst nach erfolgter Ausrüstung fertig betoniert. Zur Entfernung des Schnees mussten halbkreisförmige Löcher offen gelassen werden. Diese massive Brüstung ist im besondern für den Windschutz auf Wunsch der Bevölkerung an Stelle des ursprünglich vorgesehenen eisernen Geländers erstellt worden.

Während des Baues wurde der Verkehr nach Felsberg über eine von der Unternehmung Gebr. Caprez Erben in Chur nach eigenem Entwurf ausgeführte Notbrücke mit Holzfachwerkträgern auf eingerammten Holzpfählen geführt. — Die Kosten der Brücke betragen 118 000 Fr. oder 220 Fr. pro  $\text{m}^2$ .

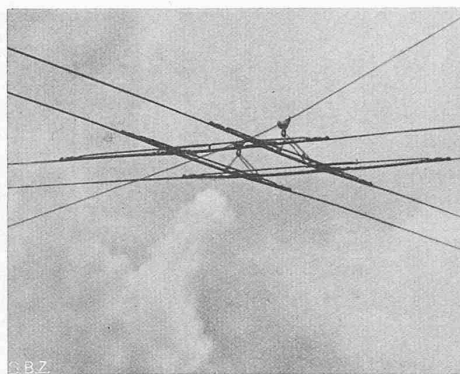


Abb. 6. Kreuzung Trolleybus-Trolleybus

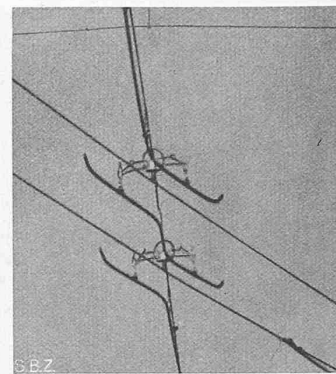


Abb. 7. Kreuzung Trolleybus-Strassenbahn

### Die Trolleybus-Fahrleitung

Nach Mitteilungen der A. G. KUMMLER & MATTER, Aarau

An die Fahrleitung einer Trolleybusanlage werden heute viel höhere Anforderungen gestellt als noch vor wenigen Jahren<sup>1)</sup>. Neben der wichtigsten Forderung maximaler Betriebsicherheit bei erhöhten Fahrgeschwindigkeiten muss noch auf Wirtschaftlichkeit, Fahrtechnik und nicht zuletzt auch auf die Aesthetik des Strassenbildes Rücksicht genommen werden. Es galt deshalb, die den bisherigen Systemen anhaftenden Mängel zu beheben oder neue Wege einzuschlagen. Nach jahrelangen Studien gelang dies der A. G. Kummeler & Matter in Aarau. Die nach ihrem System ausgeführten Anlagen in Winterthur, Zürich, Biel und Bern und die Ueberland-Trolleybuslinie der Rheintalischen Strassenbahnen bewähren sich im Betrieb bestens. Das neuartige, rein schweizerische System, das gegenüber den verschiedenen ausländischen Ausführungen wesentliche Vorteile aufweist, sei im nachfolgenden kurz beschrieben.

**Die Fahrleitung in geraden Strecken.** Um eine möglichst gute Stromabnahme zu erhalten, muss die Fahrleitung in den freien Spannweiten und an den Stützpunkten angenähert gleich elastisch sein. In den geraden Strecken werden die Fahrdrähte zu diesem Zweck in leichtem Zickzack geführt und an schiefstehende Doppelpendel (Abb. 1) aufgehängt. Die Abweichungen von der Leitungsaxe werden je nach Spannweite so eingestellt, dass die Elastizität der Leitung in der horizontalen Ebene im Stützpunkt und in der Mitte der Spannweite immer gleich bleibt. Das ist besonders wichtig bei grosser Fahrgeschwindigkeit mit stark ausgelenktem Stromabnehmer, weil dann bei raschen Bremsungen grosse seitliche Anpressdrücke entstehen, die, wenn nicht genügende Elastizität vorhanden ist, zu Stromabnehmerentgleisungen führen können. Der Ablenkwinkel des Fahrdrahtes wird bei dieser Zickzack-Konstruktion nie grösser als  $3^\circ$  gewählt, da sonst der Fahrdräht-Ausrundungsradius zu klein wird. Mit dieser Aufhängung wird ferner erreicht, dass sich der Durchhang der Fahrdrähte bei Temperaturschwankungen sehr wenig verändert und einer selbsttätigen Nachspannung sehr nahe kommt (Abb. 2). Die Doppelpendel haben zur Folge, dass sich der Fahrdräht nicht verdrehen kann, während die Befestigung des Fahrdrahtes mit grosser Klemmendistanz die auftretenden Schwingungen sehr rasch dämpft. So entsteht eine weiche, aber doch ruhige Kontaktleitung. Alle diese Umstände erlauben, die bis dahin gebräuchlichen Abstände von 25 m zwischen den Aufhängepunkten auf 30 bis 35 m zu vergrössern. Neben einer spürbaren Verbilligung der Leitung ergibt sich eine geringere Beeinflussung des Strassenbildes. Erfahrungsgemäss können auf einer solchen Fahrleitung mit 4 m Auslenkung der Stromabnehmer Fahrgeschwindigkeiten von 40 km/h eingehalten werden, ohne dass Entgleisungen eintreten. Bei kleineren Abweichungen lassen sich auf geraden Strecken Fahrgeschwindigkeiten von 60 bis 70 km/h erreichen. Sind grössere Spannweiten als 35 m unvermeidlich, so wendet man Flachketten an. Erwähnt sei noch, dass durch diese elastische Aufhängung die Abnutzung der Kohleschleifstücke im Gleitschuh der Stromabnehmer und der Fahrdrähtverschleiss auf ein Minimum herabsinken.

**Fahrleitungs-Kurven und -Kehren.** Damit in Kurven die Fahrgeschwindigkeit nur soweit vermindert werden muss, wie es verkehrstechnisch bedingt ist, muss die Fahrdrähtführung möglichst stetig gekrümmt sein unter möglichst genauer Anpassung an den zu befahrenden Kurvenbogen. Bei dem neuen

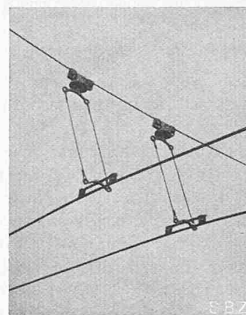


Abb. 1. Doppelpendel-Aufhängung

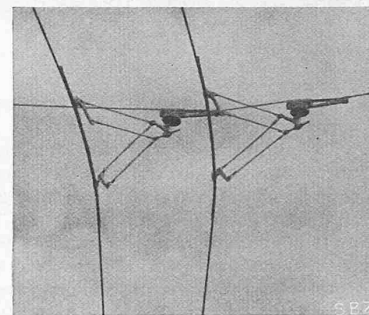
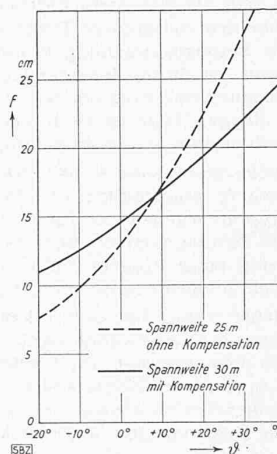


Abb. 3. Versteifte, elast. Kurve



Fahrleitungssystem wird das erreicht, indem der Fahrdräht versteift und elastisch aufgehängt wird (Abb. 3). Als Anpressdruck des Stromabnehmerschuhes auf den Fahrdräht wird in der Regel 10 bis 12 kg angenommen. In den Kurven tritt aber infolge der Ablenkung des Stromabnehmers ein seitlicher Beschleunigungsdruck auf, der sich auf die Leitung auswirkt. Diese Kraft wird durch die elastische Kurvenführung bedeutend herabgemindert, weil sie dem auftretenden Druck nachgeben kann. Stromabnehmerentgleisungen, wie sie bei andern

Abb. 2 (links). Durchhang  $f$  in Funktion der Drahttemperatur  $\theta$

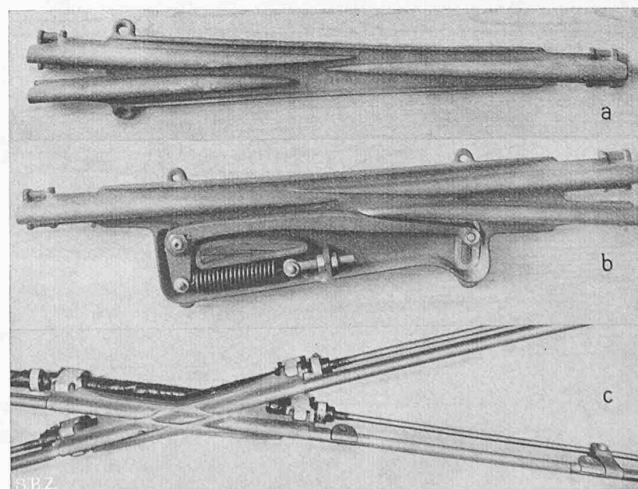


Abb. 5. Untersichten von K & M-Trolleybus-Fahrdrähtarmaturen: a) starre Weiche, b) Federweiche, c) Kreuzung (man beachte die Isolierung des Fahrdrahtes)

<sup>1)</sup> Vgl. H. Wüger: Techn. Entwicklungsmöglichkeiten des Trolleybus, «SBZ» Bd. 109, S. 164\* (3. April 1937).