Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 95/96 (1930)

Heft: 15

Artikel: Die Seilbahn Triest-Opcina zum Schieben von Zügen über eine Steilrampe

Autor: Hunziker, F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-43981

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: 20.07.2025

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

INHALT: Die Seilbahn Triest-Opcina zum Schieben von Tramzügen über eine Steilrampe. — Die Versuchsanstalt für Wasserbau an der Eidg. Technischen Hochschule Zürich (mit Tafel 12). — Wettbewerb für einen Neubau der Thurgauischen Kantonalbank in Sirnach. — Moderne Hochfrequenztechnik im Wellenbande der Hertzschen Versuche des „Infrarot". — Erweiterung des Maschinen-Laboratoriums an der Eidg. Technischen Hochschule, Zürich. — Mitteilungen: Zum 50. Geburtstag von Dr. Wilhelm Exner. Anstrichtechnische Forschung. Basler Rheinhafenverkehr. Zweite Weltkraftkonferenz Berlin 1930. Die Luft-Seilbahn am Wetterhorn. — Wettbewerbe: Théâtre de Vevey. — Literatur. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

Band 95 Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 15

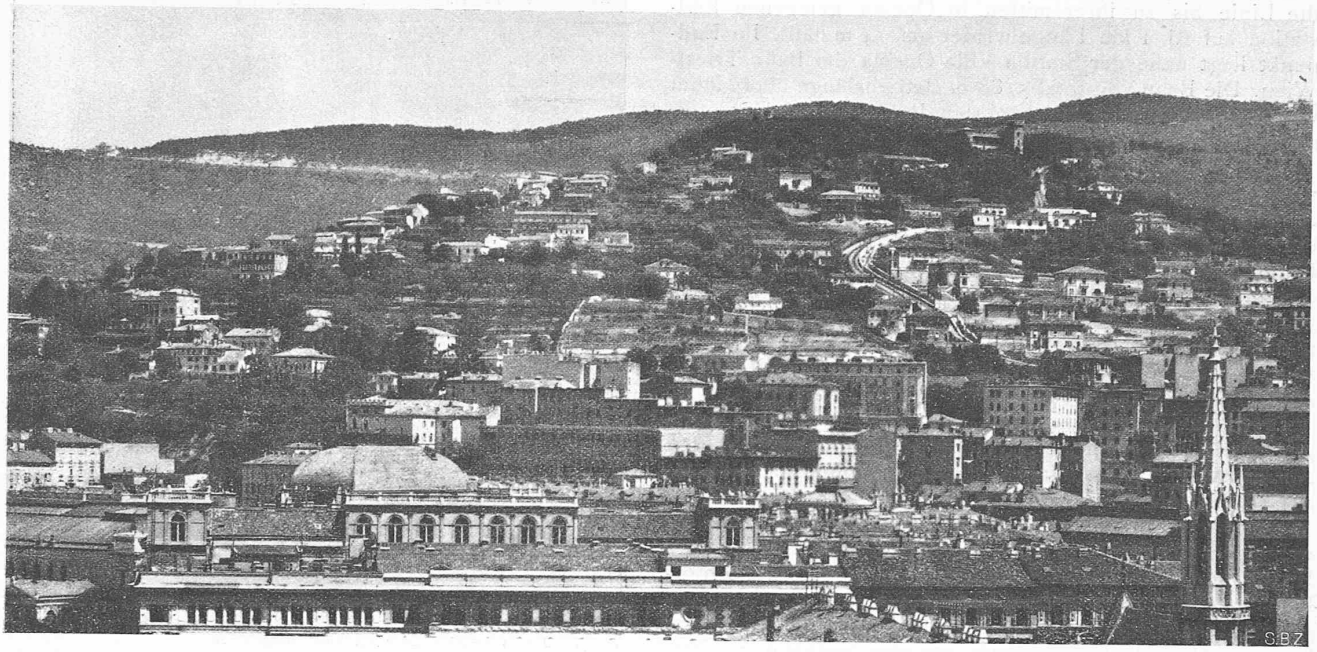


Abb. 1. Gesamtansicht des Scorcola-Hügels in Triest, rechts das Tracé der Seilbahn-Strecke der Bahn Triest-Opcina.

Die Seilbahn Triest-Opcina

zum Schieben von Tramzügen über eine Steilrampe.

Von Oberingenieur F. HUNZIKER der A.-G. der Maschinenfabrik von Th. Bell & Cie., Kriens.

Wenn eine Bergbahn nur eine einzige, nicht allzulange Steilrampe aufweist, ist es bei den heutigen technischen Errungenschaften vorteilhaft, die Steilrampe als Seilbahn zur gleichzeitigen Beförderung von zwei in entgegengesetzten Richtungen fahrenden Adhäsionszügen zu bauen, da dies den schnellsten, sichersten und billigsten Betrieb ermöglicht und die bei Zahnradbahnen nutzlos abzubremsende oder nur mit grossem Verlust und teuren Einrichtungen rückgewinnbare Energie des abwärtsfahrenden Zuges unmittelbar gut ausnützt. Die bestmögliche Energieausnützung bedingt dabei allerdings eine entsprechende Einteilung des Fahrplanes, damit je ein auf- und abwärts fahrender Adhäsionszug auf der Seilbahn sich kreuzen, wenn bei dieser nicht Wagen sich aufhalten sollen, die nur als Gegengewicht zwecks Kraftspeicherung über die Steilrampe mitfahren, zu Zeiten wo Adhäsionszüge nur in einer Richtung verkehren. Im ungünstigsten Falle wird immerhin die für das Heben der Lokomotive notwendige Energie erspart und ein rascherer, sicherer Verkehr ermöglicht.

Eine solche Seilbahn wurde in die früher als Zahnradbahn mit elektrischen Lokomotiven betriebene Steilrampe der seit 1902 bestehenden elektrischen Trambahn Triest-Opcina [1]) eingebaut und am 26. April 1928 eröffnet. Dieser Umbau wurde von der A.-G. der Maschinenfabrik von Th. Bell & Cie. in Kriens (Schweiz) projektiert und ausgeführt, die ihrerseits den elektrischen Teil dem Tecnomasio Italiano Brown Boveri in Mailand übertragen hat.

Diese ursprünglich nur für Einzelwagen für 50 Personen gebaute Bahn vermochte dem wachsenden Verkehr immer weniger zu genügen, weshalb die Gesellschaft die Anschaffung stärkerer Motorwagen für Anhängewagen beabsichtigte. Dem stand die eingeleisige Steilrampe als schwer zu überwindendes Hindernis im Wege, da die vier vorhandenen, 11 t schweren Zahnradlokomotiven von 200 PS Dauerleistung nur die genannten Einzelwagen zu befördern vermochten. Aus diesem Grunde wurde die Anschaffung stärkerer Lokomotiven erwogen, was jedoch auch die Erweiterung der mit einer Umformergruppe von 200 kW samt Pufferbatterie und zwei Dieselmotoraggregaten ausgestatteten elektrischen Bahnzentrale bedingt und zu hohe Kosten ergeben hätte. Deshalb wurde die Umwandlung der Steilrampe in eine Seilbahn geprüft. Hier waren es aber die vielen, für eine Zahnradbahn weniger ungelegenen engen Kurven (Abb. 2 und 3), die zusammen 345° Zentriwinkel ergaben, $^2/_3$ der Bahnlänge ausmachen und Radien bis hinab zu 40 m aufwiesen, sowie die hohe Förderlast, die Schwierigkeiten bereiteten; von diesen Kurven liegt zudem die engste am Fuss der Rampe in einer stark konkaven Gefällsausrundung. In diesen für die Seilführung sehr ungünstigen engen Kurven musste auch mit der Gefahr des Ausknickens und Entgleisens des aus drei Wagen bestehenden Zuges beim plötzlichen schroffen Bremsen gerechnet werden. In Anbetracht dieser Schwierigkeiten ist es nicht verwunderlich, dass keine andere Firma sich an diese Aufgabe heranwagen wollte. Diese konnte nur dank den vom Verfasser dieses Berichtes erfundenen, an den Schienen sich festklemmenden Schnellschluss-Keilbremsen „Patent Bell" (ausführlich beschrieben in der „Schweiz. Bauzeitung" vom Juli 1926) gelöst werden, über die von zahlreichen, z. T. besonders schweren und schnellfahrenden Seilbahnen bereits mehrjährige Erfahrungen vorliegen.

*

Die meterspurige Bahn hat ihren Ausgangspunkt auf dem ungefähr mitten zwischen dem Hauptbahnhof und dem Verkehrszentrum von Triest gelegenen Platz Oberdan. Sie durchfährt zunächst auf 400 m Länge eine maximal 5,6 % ansteigende Strasse, um nach 15 m Höhenüberwin-

[1]) Ausführlich beschrieben in der Zeitschrift „Elektrische Bahnen", 1904, Hefte 14, 15 und 16.

dung bei der Piazza Scorcola an den Fuss der horizontal 782,5 m langen und fast ständig 25 % steigenden Steilrampe von 158,5 m Höhe zu gelangen (Abb. 1). An deren oberm Ende liegt die Haltestelle Scorcola (Abb. 4). Von hier geht es auf einer 3,2 km langen Adhäsionstrecke mit Steigungen bis max. 8 % um weitere 166,5 m in die Höhe, bis zu dem beim Obelisk-Hotel auf 343,5 m Meereshöhe liegenden Scheitelpunkt (Abb. 1, links oben), von wo aus die Linie bis zu ihrer mitten in Opcina gelegenen Endstation auf rd. 1 km Länge wieder um 14 m fällt. Ihr Endpunkt liegt nahe der Station Villa Opcina der Bahn Triest-Wien. Die Bahn von total 5188 m Betriebslänge überwindet von Triest bis zu ihrem höchsten Punkt ein Höhenunterschied von 339,5 m.

Die nördlich von Triest auf dem Karst gelegene, klimatisch bevorzugte Gartenstadt Opcina ist ein beliebtes Ausflugsziel der Triestiner. Vom Obelisk aus bietet sich ein herrlicher Ausblick auf die Stadt und den Golf, die Kärntner-Alpen und das Tridentin. Die Bahn bedient auch das ausgedehnte Villengebiet am Scorcola-Hügel, der dem gegen die Stadt und das Meer rasch abfallenden Hochplateau vorgelagert ist und zur besten Lage von Triest zählt. Dafür befinden sich in der Steilrampe die drei Haltstellen St. Anastasio, Via Romagna und Scorcola.

Der zukünftig aus einem Motorwagen von 13 t Leergewicht für max. 80 Personen, sowie einem 8,5 t schweren Anhängewagen für ebenfalls 80 Personen vorgesehene Tramzug (Abb. 3) fährt unten über eine von Hand umlegbare Weiche in die Seilbahnstrecke ein, um sich von dem dort auf einem kurzen Abstellgeleise stehenden Seilbahn- oder Bremswagen von 6 t Gewicht mit einer je nach der Motor-Belastung und -Spannung zwischen 2,5 und 3,3 m/sec regulierbaren Geschwindigkeit den Berg hinauf schieben zu lassen, während ein Gegenzug auf der Seilbahn abwärts fährt. Oben angelangt, fährt der Tramzug nach Anhalten der Seilbahn mit Adhäsion weiter bis hinauf nach Opcina. Bei diesem erstmaligen Anhalten kommt der untere Bremswagen bergwärts der Handstellweiche zu stehen. Nach Festbremsen der Tramwagen fährt er in gerader Richtung allein über die Weiche weiter auf das kurze Nebengeleise.

Das Seilbahngeleise hat zu unterst nur 7,5 % Neigung, sodass der leere Bremswagen das schwere Seil in die entsprechend ausgeschnittene innere Weichenschiene durchhängen lässt und der Tramzug nach Umstellen der Weiche ungehindert darüber hinweg gegen die Stadt fahren kann. Der obere Bremswagen steht nun über der Revisionsgrube in seiner obern normalen Haltstellung, um einen abwärts fahrenden Tramzug aufzunehmen, während auch unten ein bergwärtsfahrender Tramzug ohne weiteres in die Seilbahnstrecke einfahren kann. Anschliessend an beide Enden der Steilrampe befinden sich Ausweichstellen, auf denen die sich selbsttätig nach rechts ausweichenden auf- und abwärtsfahrenden Tramzüge kreuzen. Ihr Ein- und Ausfahren in und aus der Seilbahn geht sehr einfach und rasch vor sich, da es durch keine Zahnstange erschwert wird. Im Ausweichgeleise für die von oben gegen die Seilbahn fahrenden Tramzüge zweigt ein Totgeleise ab, dessen Weiche elektrisch verriegelt ist und nur zum Durchlassen des Zuges gegen die Seilbahn umgestellt werden kann, wenn dort ein Bremswagen bereitsteht und die ebenfalls elektrisch verriegelte Einfahrweiche auf das richtige Seilbahngeleise gestellt ist.

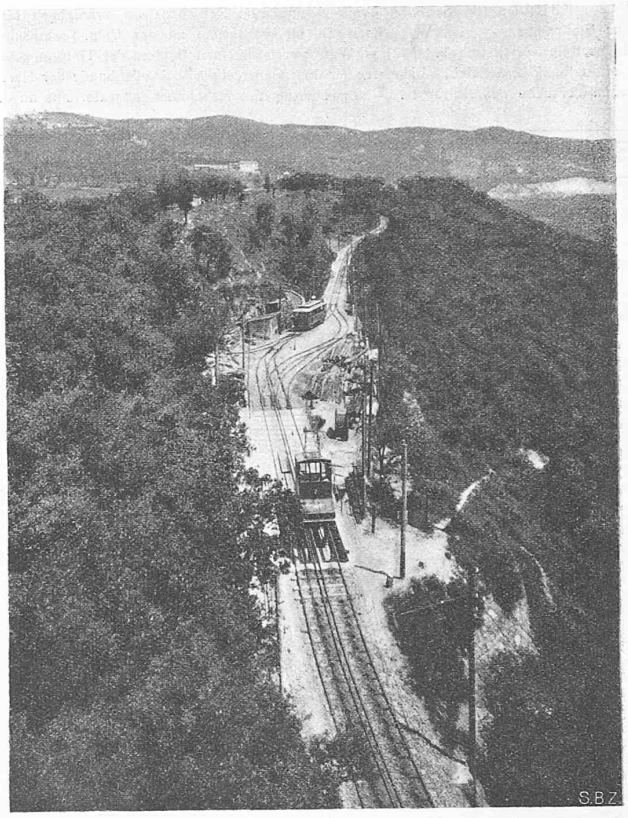


Abb. 4. Oberes Seilbahn-Ende mit Anschlussgeleisen.

Da der abwärtsfahrende Zug zum Hochziehen des aufwärtsfahrenden benützt wird, muss zum Betrieb je nach der Belastung und Stellung beider Züge nur eine verhältnismässig geringe Kraft vom Triebwerkmotor geleistet oder abgebremst werden. Trotzdem nun ein Seilbahnzug das 3,2 fache an Fahrgästen führen kann und um 60 % schneller fährt, die Bahn also die fünffache Leistungsfähigkeit der frühern Zahnradbahn besitzt, genügt ein Motor von 200 PS. Bei ungünstigster Belastung ergibt sich ein mittlerer Kraftbedarf von nur 160 PS mit Spitzen bis 250 PS. Zudem können jetzt gleichzeitig zwei Züge die Strecke durchfahren, ohne sich gegenseitig aufzuhalten, was die Leistungsfähigkeit nochmals verdoppelt. Die Seilbahn

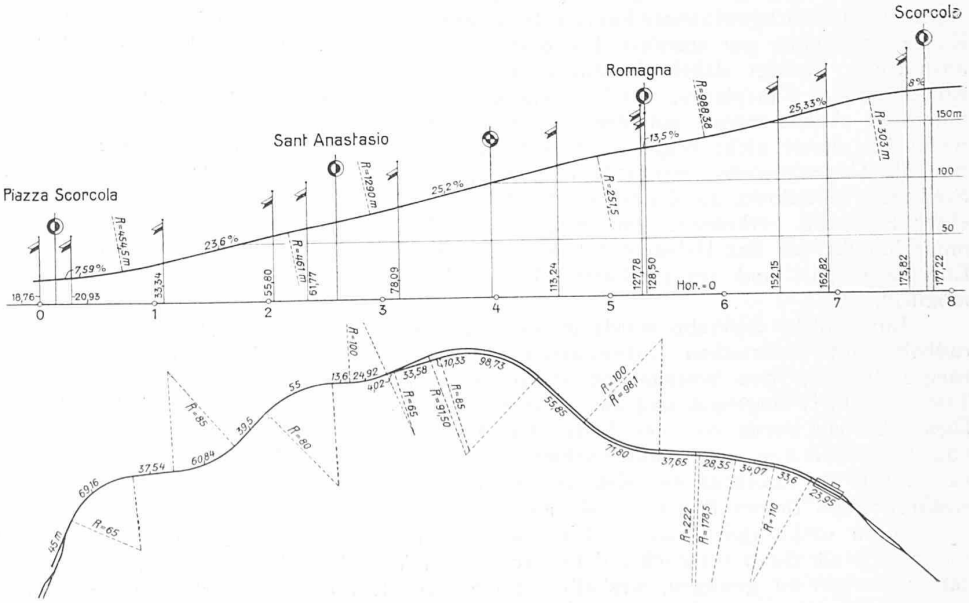


Abb. 2. Längenprofil und Grundriss der als Seilbahn umgebauten ehemaligen Zahnstangen-Strecke der Bahn Triest-Opcina. — Masstab der Längen und Höhen 1 : 6000.

Abb. 3. Seilbahnzug in der untersten engen Kurve.

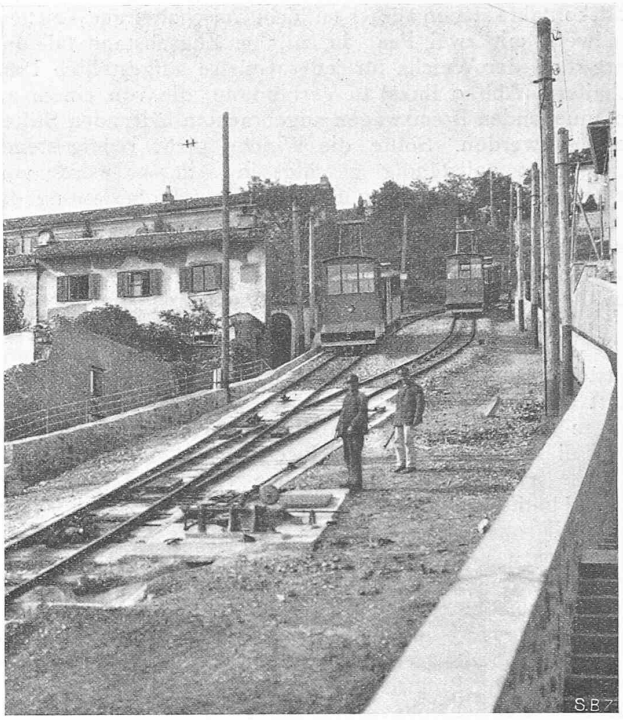


Abb. 5. Selbsttätige elektrische Weiche.

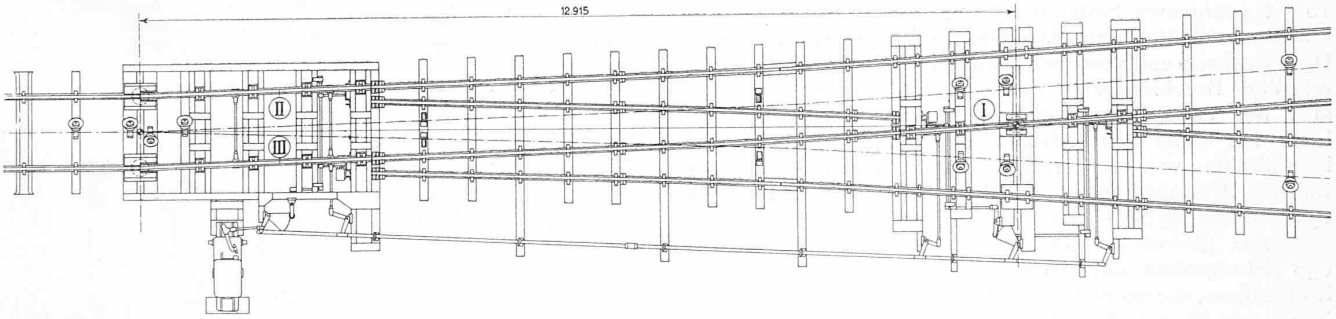


Abb. 6. Selbsttätige elektrische Weiche unterhalb der Seilbahnmitte. — Masstab 1 : 100.

ermöglicht allein durch Verbesserung des Fahrplanes eine Steigerung der frühern Leistungsfähigkeit auf das Zwei- bis Dreifache, sodass die bisherigen Einzelwagen dem Verkehr noch für einige Zeit genügen dürften. Jetzt werden an Werktagen rd. 55, an Sonntagen 70 Fahrten ausgeführt.

Die Wagenbremsen mussten in diesem Falle, abweichend von der bei Seilbahnen sonst üblichen, durch die unbewegliche zwangläufige Ausweiche bedingten einseitigen Anordnung auf beide Schienen verteilt werden, um insbesondere in den engen Kurven ein Entgleisen des schweren Zuges infolge einseitiger Bremsung zu verhüten, und mit den nur 22,2 kg schweren Schienen auszukommen. Da zudem alle Räder der Tramwagen Innenspurkränze besitzen und die Bremsen den Schienenkopf ganz umfassen, beide Schienen also ununterbrochen durchlaufen und freistehen müssen, musste zur Verzweigung des einfachen Geleises unterhalb der Seilbahnmitte eine selbsttätig sich umstellende Spezialweiche (Abb. 5 und 6) eingebaut werden. Von dort aus musste das Geleise bis ans obere Seilbahnende doppelspurig ausgeführt werden, indem die beiden Ausweichgeleise oberhalb der Bahnmitte wegen den zwei Seilen und den Wagenbremsen nicht mehr vereinigt werden konnten. Doppelgeleise auf der ganzen Seilbahnlänge und Vermeidung der automatischen Weiche war wegen den beschränkten Platzverhältnissen im unteren Teil ausgeschlossen. Da die stark abgenützten Schienen erneuert und die Zahnstangen entfernt werden mussten, wurde das ganze Seilbahngeleise auf dem vorhandenen Bahnkörper neu verlegt, wobei die Kurven und Steigungsverhältnisse nach Möglichkeit verbessert, der kleinste Kurvenradius auf 65 m vergrössert und der Zentriwinkel aller Kurven auf 293° vermindert wurde. Der Fahrdraht wurde an beiden Seilbahnenden gegen die Adhäsionstrecken isoliert und dient nur noch als Hilfstromzuleitung für Notabstellung, Signal und Wagenbeleuchtung. Für den Triebwerkmotor wurde eine besondere Speiseleitung seitlich der Bahn erstellt, die auch die obere Adhäsionstrecke speist. Zudem war eine Verbindungsleitung für die Signalglocken auf allen Stationen und eine Notabstelleitung zwischen Ausweiche und Triebwerk nötig.

Die Konstruktion der selbsttätigen elektrischen Weiche unterhalb der Seilbahnmitte ist aus den Abb. 5 und 6 ersichtlich. In Anbetracht ihrer für die Betriebsicherheit ausserordentlichen Wichtigkeit musste ihr ganz besondere Sorgfalt zugewendet werden. Nach der Durchfahrt eines von unten kommenden Zuges werden die drei durch Hebelgestänge mit einem elektrischen Weichenstellwerk verbundenen Schienenstücke I, II und III für den abwärts fahrenden Zug umgestellt. Das Stellwerk entspricht dem von den Italien. Staatsbahnen verwendeten Modell von 300 kg Kraft und 125 mm Hub. Seine Umstellung wird durch einen links der Kreuzungstelle beider Seilbahnwagen aufgestellten elektrischen Umschalter bewirkt (Abb. 11 rechts). Dessen Hebel wird durch eine am linken Wagen angebrachte Gleitschiene aus seiner Mittellage für kurze Zeit, je nach der Fahrtrichtung, nach rechts oder links umgelegt. Die beweglichen Weichenschienen I, II und III sind mit Riegeln versehen, die den vollkommenen Weichenschluss sichern und beim Schliessen zwei elektrische Hilfskontakte schlies-

sen, die die Weiche für den betr. Zug freigeben. Diese Hilfskontakte stehen ausser mit dem Umschalter am Weichenstellwerk mit zwei Paar in 22,5 m Zugsabstand tal- und bergwärts der Weiche für jedes Geleise aufgestellten Prüfschaltern (Abb. 9 links) in Verbindung, die von einem am herannahenden Bremswagen angebrachten federnden Stiften betätigt werden. Sollte die Weiche nicht richtig stehen oder nicht vollständig geschlossen sein, so würde vom betreffenden Prüfschalter über die Kontaktoberleitung das Relais der Notabstellung beim Maschinisten betätigt und das Triebwerk durch den Hauptschalter und die autom. Bremse auf kurzem Weg abgestellt, sodass niemals ein Zug auf die unrichtig gestellte Weiche gelangen kann.

Die Weiche am untern Seilbahnende ist gleich gebaut wie die vorstehend beschriebene, jedoch nur von Hand umstellbar und steht beim Seilbahnbetrieb immer auf Durchfahrt des Bremswagens. Sie wird nur für das Ein- und Ausfahren der Tramwagen vom Wagenführer umgelegt. Während dieser Zeit ist das Triebwerk durch einen an dieser Weiche angebrachten elektrischen Hilfskontakt blockiert.

Sämtliche Weichen ruhen auf kräftigen Betonkörpern, während sonst das Geleise auf Schotter gebettet und nur in grössern Abständen durch Verankerungsklötze unter dem Schotter gegen das Abwärtsrutschen gesichert ist. Das Geleise muss eine grösste Bremskraft von 30 t aushalten. Die Schienenverbindung erfolgt durch die äusserst soliden Bellschen Speziallaschen, die den Schienenkopf für den Durchgang der Bremsen ganz frei lassen und eine dauernd absolut feste Schienenverbindung gewährleisten (Abb. 10).

Das Seil. Sehr wichtig war die Wahl einer für die vielen engen Kurven und den hohen Seilzug von maximal 10,7 t geeigneten Seilkonstruktion, sowie eine möglichst schonende Seilführung. Das Seil in Langschlag mit sechs Dreikantlitzen und zentraler Hanfseele hat 42 mm ∅, 108,7 t erprobte Bruchfestigkeit und wiegt 6,8 kg/m; es bietet also bei Vollbelastung eine zehnfache Sicherheit. Jede Litze hat zwölf Aussendrähte von 3 mm ∅ und zwölf Innendrähte von 1,77 mm ∅ sowie einen dreiteiligen weichen Dreikantdraht in der Mitte. Die Runddrähte haben 155 bis 160 kg/mm² Zerreissfestigkeit.

Die Seilrollen. Zur Seilführung dienen insgesamt 650 Schrägrollen und 56 Gradrollen aus Stahlguss mit Kugellagern, die so verteilt sind, dass sie möglichst gleichen Maximaldruck erhalten. Um dafür nicht ebenso viele in Erstellung und Unterhalt kostspielige und den Bahnkörper schwächende Rollengruben erstellen zu müssen, wurden die Rollen kleiner gehalten als sonst üblich und alle Schrägrollen auf die Schwellen gesetzt, unter Benützung der von der Zahnstangen-Befestigung her vorhandenen Schraubenlöcher. In den engsten Kurven kamen auf jede Schwelle und in andern auf je $1^1/_2$ oder 2 Schwellen eine Rolle. Diese sind so geformt, dass das Seil auch in der untersten engen und stark konkaven Kurve beim stärksten Seilzug nicht emporsteigt.

Die Bremswagen. Die ungefederten, 16 % geneigten Bremswagen (Abb. 3 und 7 bis 11) von 4,71 m Länge, 2 m Breite und 3,1 m Radstand besitzen bergseitig in der Mitte einen festen hohlen Pufferschild, gegen den der feste, gewölbte Tramwagenpuffer frei verschiebbar sich stützt. Mitten über dem Bremswagen sitzt eine geräumige Führerkabine mit einem Kontaktbügel, und über beiden Enden, wo sich die Räder, Bremsen und hauptsächlichsten Mechanismen befinden, sind wegnehmbare Blechverdecke mit grossen Revisionsdeckeln aufgesetzt. Die auf kurzen festen Achsen frei drehbaren Räder sind in der Höhe verstellbar und nach oben einzeln leicht herausnehmbar. Die beiden talseitig der obern Räder angeordneten *Schnellschluss-Handbremszangen* werden von einer mitten im Führerstand angeordneten Handkurbel mit Gewindespindel angetrieben. Diese hebt und senkt einen quer unter dem Fussboden liegenden Balancier, der die Schliesskraft durch zwei Kniehebel mit Keilen auf beide Zangen genau gleich verteilt. Die vier ebenfalls miteinander wirkenden *automatischen Keilbremsen*[1]) sind bergwärts der Wagenräder angeordnet.

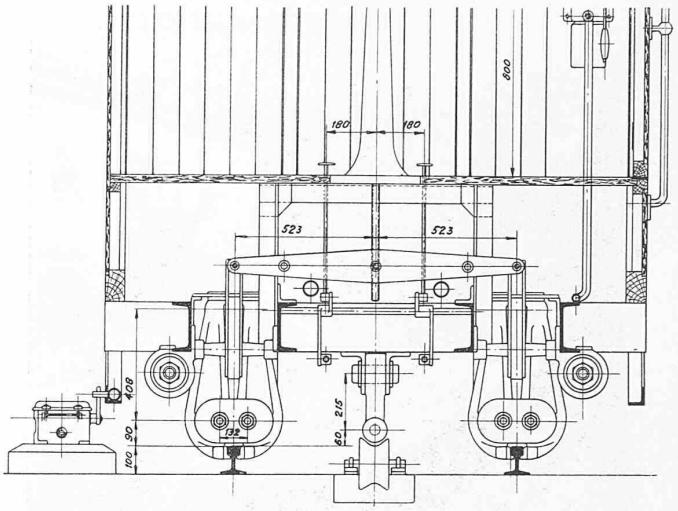


Abb. 9. Schnellschluss-Handbremszangen; links Weichen-Prüfschalter.

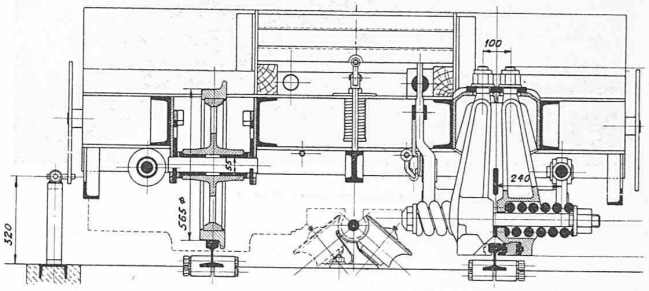


Abb. 10. Schnitt durch Laufrad und automatische Keilbremse. Links Stift zur Verriegelung der Bremsauslösung.

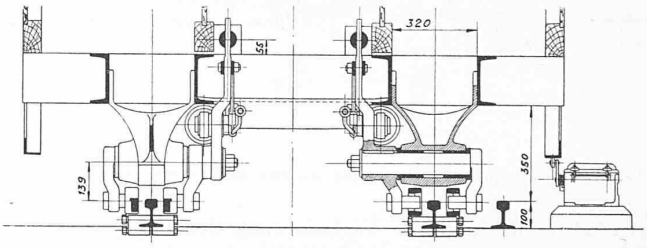


Abb. 11. Hebelmechanismus der automatischen Keilbremse. Rechts elektrischer Umschalter für das Weichen-Stellwerk.

So ergab sich eine sehr gedrängte und doch gut zugängliche Anordnung aller Teile. Diese Bremsen schliessen beim Reissen oder Schlaffwerden des Seiles selbsttätig, indem dann eine vom winkelförmigen Seilhebel gespannt gehaltene Feder entlastet wird, diesen hinunterdrückt und so die Bremsauslösung bewirkt. Die automatischen Bremsen können im Notfall auch bei gespanntem Seil durch Abtreten eines Pedals beim Führerstand zur Wirkung gebracht werden. Zwei durch verschalte Zahnräder von den untern Wagenrädern aus angetriebene, voneinander unabhängige Zentrifugalapparate bewirken ebenfalls die Auslösung der automatischen Bremsen, wenn die zulässige Fahrgeschwindigkeit einmal um 40 % überschritten werden sollte. Dieser Fall ist bei intaktem Seil unwahrscheinlich, da die automatische Triebwerkbremse schon bei einer Geschwindigkeits-Ueberschreitung um 20 % durch ihren Zentrifugalapparat ausgelöst und die Bahn stillgestellt würde. Es ist dagegen nicht ausgeschlossen, dass bei einem Seilbruch das durch das Triebwerk hindurchrutschende Seilstück des einen Wagens, besonders wenn das gerissene Ende weit über die Linie hinunterreicht, noch so stark gespannt bleibt, dass die Bremsauslösung durch den Seilhebel verhindert wird, bis die zunehmende Geschwindigkeit die Zentrifugal-

[1]) Näher beschrieben in „S. B. Z." Bd. 88, S. 88* (31. Juli 1926).

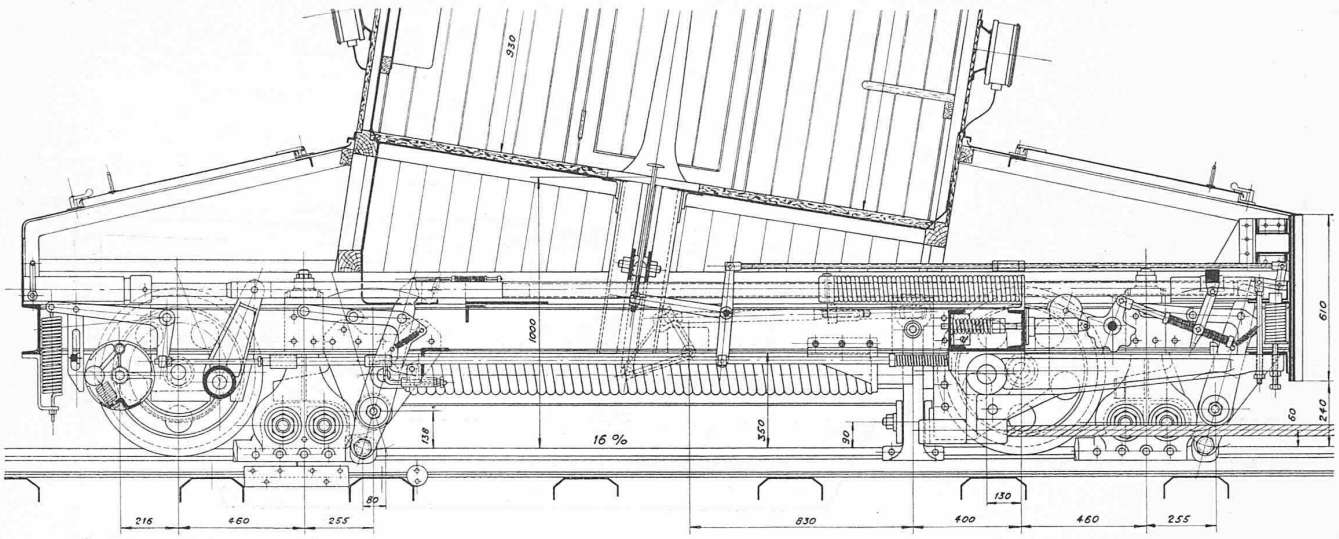


Abb. 8. Längsschnitt des Bremswagens. Bergwärts der Räder die automatischen Keilbremsen, talwärts der obern Räder die Schnellschluss-Handbremszangen.

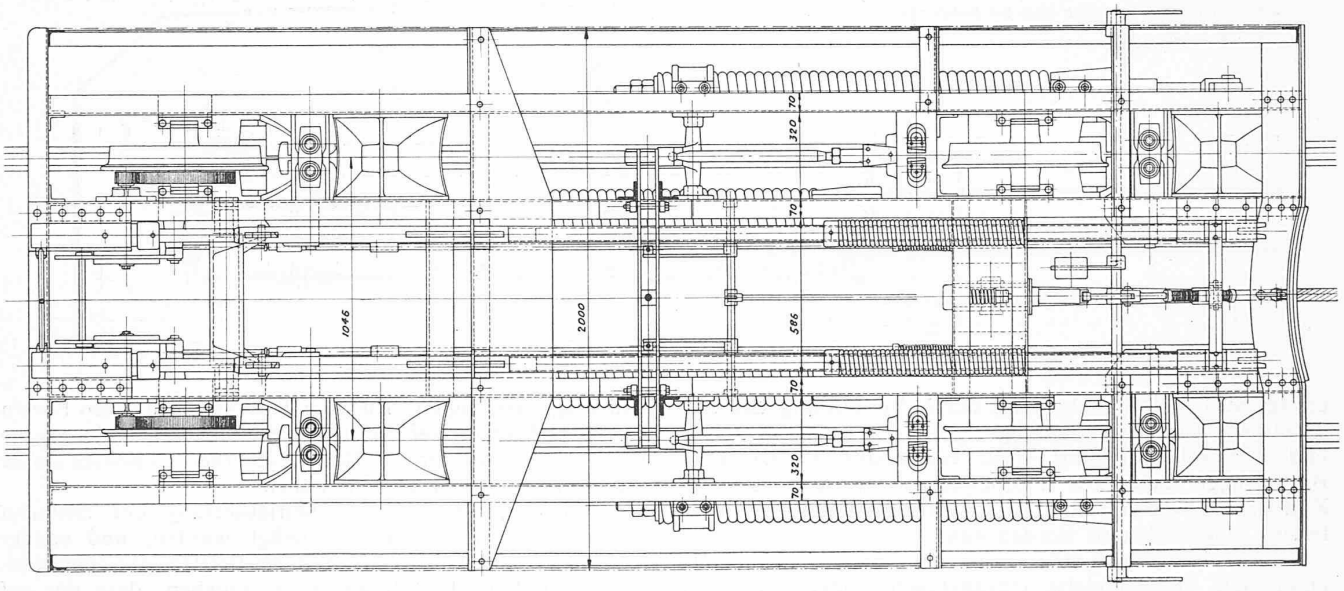


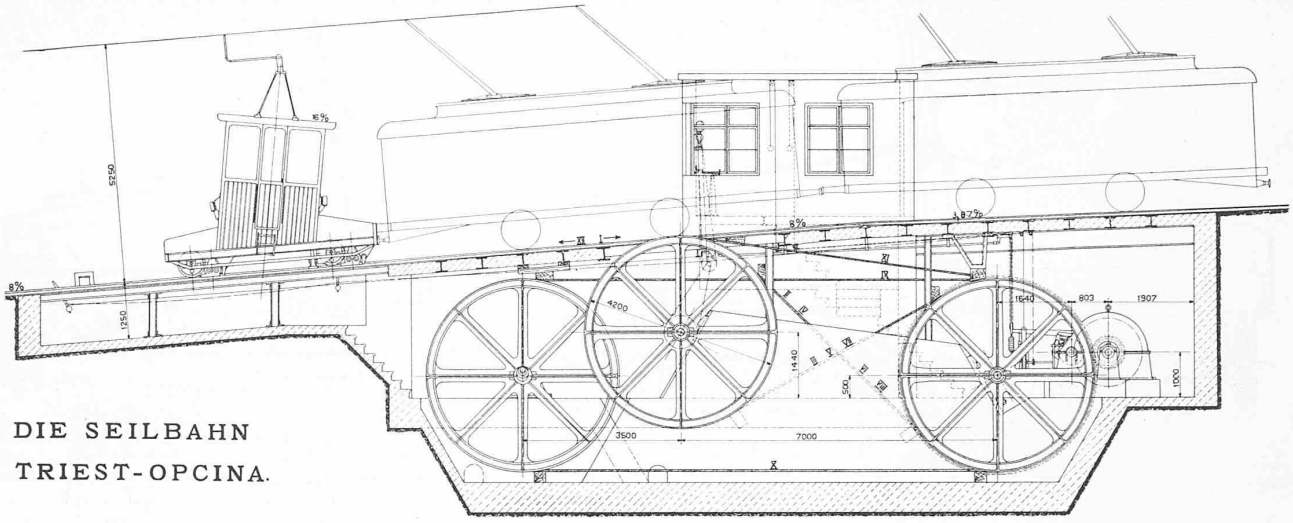
Abb. 7. Grundriss des Untergestells des Bremswagens der Seilbahn Triest-Opcina. — Masstab 1 : 25.

Apparate auf dem Wagen zum Ausschlagen bringt und die automatischen Bremsen auslöst. Bei deren Schluss wird durch einen von ihnen betätigten Schalter über die Kontaktleitung stets auch das Triebwerk abgestellt. Nach ihrer Wirkung können alle vier automatischen Wagenbremsen durch eine in der Führerkabine angebrachte kleine Presspumpe und zwei auf dem Wagenrahmen befestigte Presszylinder miteinander wieder geöffnet werden. Beide Pressgestänge werden durch einen an ihnen hängenden U-förmigen Hebel mit Gleitlagern so geführt, dass sie sich stets gleich bewegen.

Damit die automatischen Bremsen beim Nachlassen der Seilspannung sicher ausgelöst werden, muss die Druckfeder über dem Seilhebel genügend stark gespannt sein. Nun beträgt aber die Neigung an beiden Seilbahnenden nur 7,5 %, und da die Bremswagen dort allein manövrieren müssen, wird das Seil oft ganz entspannt, sodass die Bremsen dort ständig ungewollt zur Wirkung kämen. Um dies zu verhüten, besitzt der bei Schlaffseil wirkende Bremsauslösmechanismus eine Verriegelungsvorrichtung, die jeweilen von einem auf der Strecke angebrachten federnden Stift (Abb. 10 links) betätigt wird, wenn der Wagen sich gegen Schluss der Fahrt unten oder oben der schwachen Neigung nähert. Nach Beginn der Fahrt wird diese Verriegelung bei beiden Wagen durch die gleichen Stiften wieder gelöst. Unterhalb der tiefsten Wagenstellung befindet sich ein weiterer Anschlagstift, der die Verriegelung ebenfalls löst und die automatischen Bremsen zur Wirkung bringt, wenn ein Wagen zu weit hinunterfahren sollte.

Sicherheits- und Signal-Einrichtungen. In der obern Station betätigt jeder einfahrende Brems-Wagen den am untern Putzgrubenende aufgestellten elektrischen Entriegelungschalter seiner Tramwagen-Zufahrweiche, ferner einen mechanischen Abstellhebel II der automatischen Triebwerkbremse, falls er seine normale Endstellung überfährt und unmittelbar nachher einen am obern Putzgrubenende sich befindlichen elektrischen Endschalter, der das Wiederanfahren in gleicher Richtung verhindert. 6 m unterhalb des Abstellhebels II befindet sich ein gleicher Hebel I, der durch einen Seilzug mit dem Kontroller in Verbindung steht und bei dessen Ausschalten umgelegt wird, sodass der Wagen darüber hinweg bis an Hebel II heranfahren kann. Hebel I wirkt also nur, wenn der Maschinist den Motor nicht rechtzeitig ausschaltet.

Jeder Bremswagen und der Maschinistenstand sind mit einem Druckknopf versehen, womit dringenden Falles das Triebwerk vermittelst des Nothaltrelais und des Hauptschalters augenblicklich abgestellt werden kann. Andere Druckknöpfe auf sämtlichen Wagen und beim Maschinisten erlauben die Signalgebung vermittelst der in allen Stationen und im Maschinistenstand vorhandenen elektrischen Glocken. Wie von den Wagen aus die Notabstellung, so



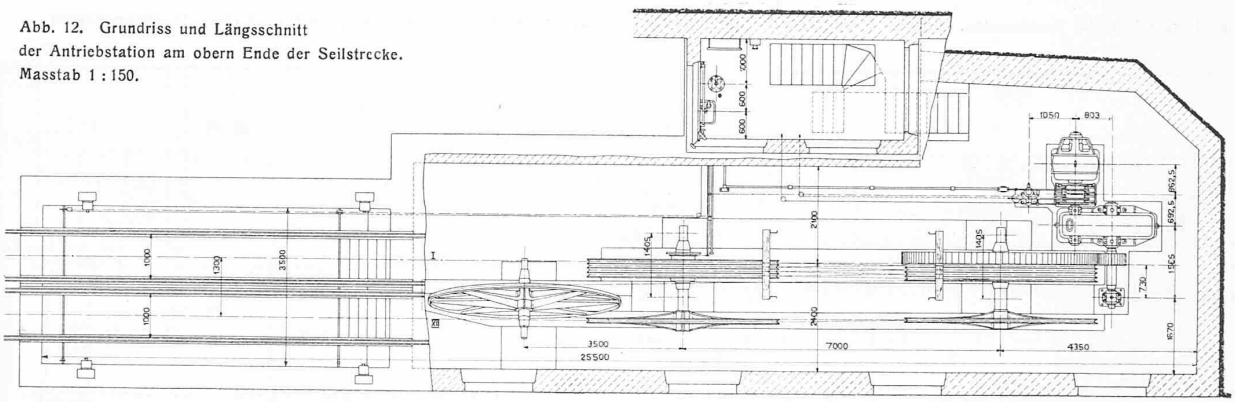


Abb. 12. Grundriss und Längsschnitt der Antriebstation am obern Ende der Seilstrecke. Masstab 1 : 150.

erfolgt auch die Signalgebung durch Vermittlung der eindrähtigen Kontaktoberleitung, durch die auch der Licht- und Heizstrom zugeführt wird. Schliesslich besitzt jeder Bremswagen auch ein Telephon, das vermittelst eines Kontaktstabes an einer seitlich der Linie gezogene Telephonleitung angeschlossen werden kann.

Das Triebwerk (Abb. 12) ist am obern Seilbahnende unter dem Doppelgeleise untergebracht. Davor befindet sich die Wagenrevisionsgrube und links neben dem Geleise mit Ausblick auf die Strecke nach beiden Richtungen die Maschinistenkabine. Das Triebwerk besitzt fünf Seilräder von 4,2 m ∅, und zwar ein vierrilliges verzahntes Triebrad, und ein vierrilliges Umlenkrad, die vom Seil gekreuzt umschlungen werden und dieses durch Reibung in der einen oder andern Fahrrichtung bewegen, ferner drei einrillige Leiträder, von denen das eine schief steht und das Seil vom einen Geleise auf das andere, 1,3 m daneben liegende hinüber leitet. Der Triebradkolben sitzt auf der Radachse eines in einem geschlossenen Gusskasten im Oelbad laufenden Stirnrad-Reduktionsgetriebes mit Pfeilerverzahnung und 12,3facher Uebersetzung.

Die elastische Kupplung zwischen Reduktionsgetriebe und Motor ist als doppelte Bremsscheibe für eine vom Maschinistenstand aus betätigte Handbremse und für die automatische Triebwerkbremse gebildet. Beides sind Backenbremsen mit gefütterten Bremsschuhen. In die Kupplung ist ein Zentrifugalapparat eingebaut, der die automatische Bremse bei Ueberschreitung der normalen Drehzahl um etwa 20 % auslöst. Diese Bremse wird auch von einem Magnet ausgelöst, wenn der Strom abgeschnitten wird, und kann jederzeit auch vom Maschinisten durch Pedaltritt in Tätigkeit gesetzt werden. Wenn sie auf irgendwelche Veranlassung schliesst, so öffnet sie einen elektrischen Hilfsschalter, der über den Hauptschalter auch den Strom unterbricht. Ein Tachometer und ein Wagenstandsanzeiger orientieren den Maschinisten ständig über Geschwindigkeit und Wagenstellungen. Die vom Tecnomasio Italiano Brown Boveri in Mailand sehr geschickt durchgebildete elektrische Ausrüstung, von der die Betriebsicherheit in hohem Masse abhängt, hat sich bestens bewährt.

Die Erprobung und Inbetriebsetzung der Seilbahn konnte in wenigen Tagen erledigt werden, und seither funktioniert die Anlage in strengem Betrieb stets einwandfrei und sicher. Die Bremsproben ergaben, dass der auf der stärksten Neigung mit 3 m/sec Geschwindigkeit abwärtsfahrende vollbeladene Zug von 39,5 t Gewicht im Falle eines Seilbruches auf 1 bis 2 m Weg sicher angehalten würde. Der vollständige Bremsschluss erfolgt in etwa $^1/_{15}$ sec, was bei voller Geschwindigkeit nur etwa 20 cm Weg vom Seilbruch bis zur vollen Wirksamkeit ergibt. Der bergfahrende oder stillstehende Zug würde bei einem Seilbruch nur um 2 bis 3 cm zurücklaufen.

Die rasche Durchführung und das gute Gelingen dieses Umbaues ist viel der tatkräftigen und verständnisvollen Unterstützung durch die Bahngesellschaft zu verdanken, die den baulichen Teil in eigener Regie ausführte.

Die Versuchsanstalt für Wasserbau an der Eidg. Techn. Hochschule Zürich.

Am 26. April soll die neu erstellte Versuchsanstalt für Wasserbau an der E. T. H. durch eine kleine Feier ihrer Bestimmung übergeben werden. Bei diesem Anlass werden wir in nächster Nummer mit der ausführlichen Beschreibung der Anstalt beginnen. Da mit Rücksicht auf das Falzen des Heftes für den Versand das Beilegen von zwei Tafeln in der gleichen Nummer Schwierigkeiten bereiten würde, legen wir die erste der zur betreffenden Beschreibung gehörenden Tafeln dem vorliegenden Hefte bei. Diese Tafel ist, mit der zweiten, in der folgenden Nummer 16 bei Seite 208 einzuschalten (nicht bei Seite 218, wie irrtümlich auf der Tafel gedruckt).