

Die elektr. Zahnrad-Triebwagen der Pilatusbahn

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **109/110 (1937)**

Heft 11

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-49117>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Die elektr. Zahnrad-Triebwagen der Pilatusbahn. — Wettbewerb für ein Wirtschaftsgebäude auf der Waid in Zürich. — Wirtschaftliches Autofahren. — Mitteilungen: Die Ausstellung «Schaffendes Volk» in Düsseldorf. Die Hundertjahrfeier des S. I. A. Verwendung von Aluminium und seinen Legierungen im Bauwesen. Erfindungsschutz. «The

New Bauhaus». Schweizerische Landesausstellung. Ein bemerkenswerter Ballonflug. Bellerive-Plage, Lausanne. Neue Betrachtungen über die schweiz. Energiewirtschaft, Berichtigung. Zum Kantonsingenieur von Basel-Stadt. — Nekrologe: Paul Spinner-Borsari. Paul Culmann. Max Baumann. — Literatur.

Band 110

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. 11

Die elektr. Zahnrad-Triebwagen der Pilatusbahn

Die vor 50 Jahren erbaute Pilatusbahn ist mit 48 % Maximalsteigung die steilste Zahnradbahn der Welt. Sie wurde zwecks grösster Sicherheit mit horizontaler Zahnstange nach «System Locher» ausgerüstet. Paarweise angeordnete, auf vertikalen Zapfen gelagerte Zahnräder greifen in die beidseitigen Zähne dieser Zahnstange ein, dass ein Aufsteigen des Fahrzeuges ausgeschlossen ist. Die «SBZ» hat schon in Band 8 (am 27. Februar 1886) eine ausführliche Darstellung des Projektes veröffentlicht (mit Kurvenplan und Längenprofil 1:10000), in der auch das von Oberst Ed. Locher (Zürich) erdachte und von der Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur durchkonstruierte und ausgeführte mechanische System beschrieben ist. Jener Veröffentlichung entnehmen wir die Zeichnung Abb. 1, aus der die neuartige Antriebsart hervorgeht. Bei der angewendeten aussergewöhnlichen Steigung von 48 % wären, wegen der Gefahr des Aufsteigens, von oben eingreifende Triebzahnäder nicht mehr anwendbar gewesen. Als weitere Sicherung dienen unter den Trieb- (und Brems-) Zahnädern T (Schnitt B-B, S. 133) mitrotierende Scheiben S, die unter die Flanken der Stangenzähne greifen, sodass ein Abheben des Wagens vom Geleise unmöglich ist. Der schwierige Bau der Bahn erfolgte durch Vorstrecken von unten her, wobei die neuartigen Maschinen dem Materialtransport dienten. Auf einer ersten Strecke, die bereits die Steigung von 48 % und die Minimalkurven von $R=80$ m enthielt, fanden schon am 5. Oktober 1886 eingehende Probefahrten statt, die in jeder Hinsicht befriedigten (vergl. «SBZ» Band 8, Seite 98).

Von ihrer Eröffnung am 4. Juni 1889 bis Ende der Saison 1936 dienten der Pilatusbahn Dampftriebwagen als Betriebsmittel, die in vier Coupés 32 Sitzplätze aufwiesen und bei denen am talseitigen Ende die Maschinenanlage mit querliegendem Kessel und zugehörigem Führerstand aufgebaut war (Abb. 2). Diese Wagen benötigten für die 4610 m lange Bergstrecke 70 bis 80 Minuten Fahrzeit.

Auf die Betriebsaison 1937 hin ist die Pilatusbahn elektrifiziert worden. Der neue Rollmaterialpark umfasst acht elektrische Zahnradtriebwagen, die, was den mechanischen und wagenbaulichen Teil anbetrifft, wieder von der Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur entworfen und erstellt worden sind, während der ganze elektrische Teil von der Maschinenfabrik Oerlikon stammt. Die Hauptdaten sind der Abb. 4 und ihrer Unterschrift zu entnehmen.

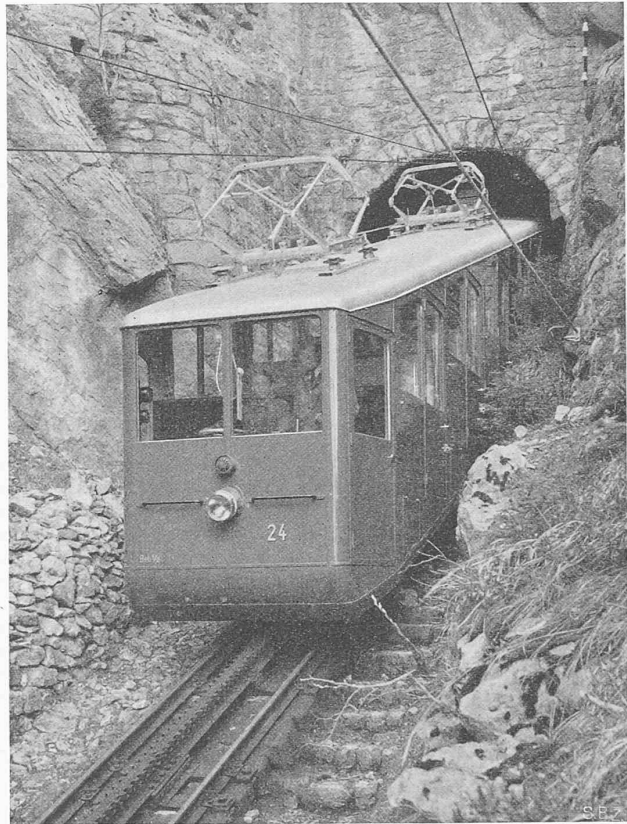


Abb. 3. Neuer Zahnradtriebwagen der elektrifizierten Pilatusbahn

Beim Entwurf der Wagen wurde darauf geachtet, dass der ganze Wagenkastenraum ohne Einschränkung für die Aufnahme der Nutzlast und die Führerstände zur Verfügung stehen, dass also keinerlei Organe des maschinellen Teiles ihn beeinträchtigen. Die fünf Abteile zu acht Sitzplätzen sind durch, als gepolsterte

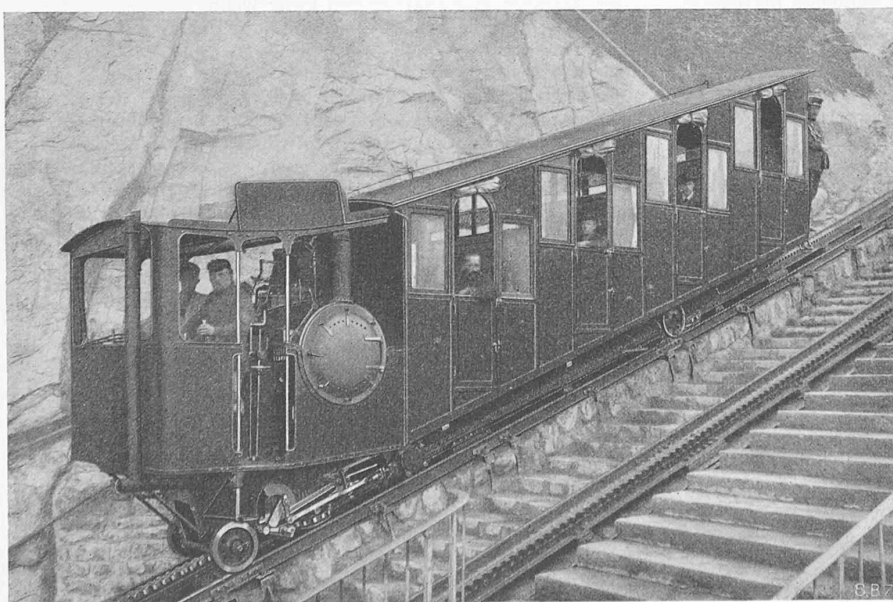


Abb. 2. Bisheriger Dampftriebwagen der Pilatusbahn, gebaut seit 1886 von der S. L. M. Winterthur

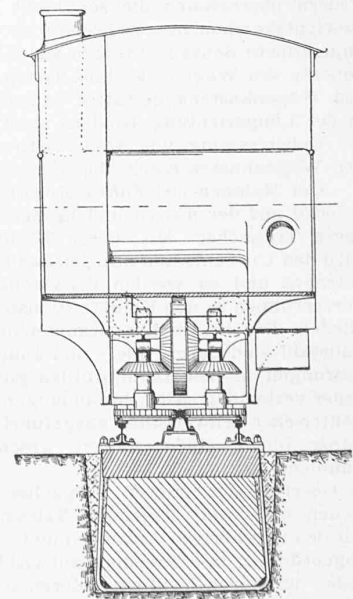


Abb. 1. Dampftrieb, 1:50 (aus «SBZ» 1886)

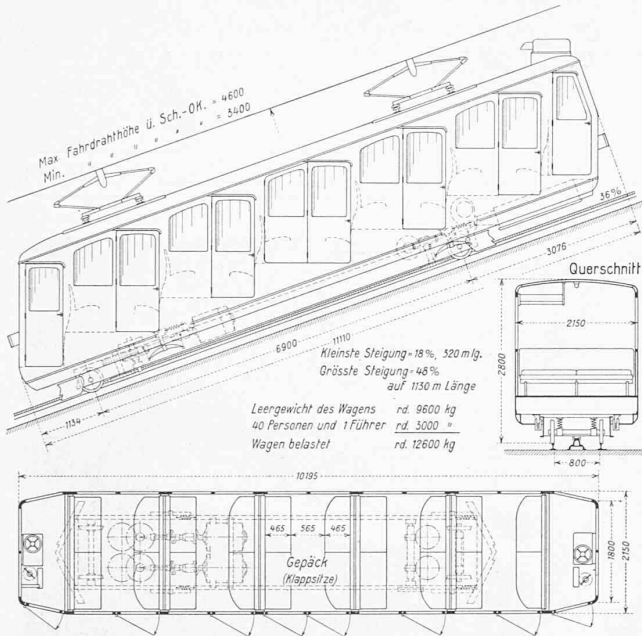


Abb. 4. Grundriss, Ansicht und Schnitt des neuen Wagens. 1:120

Rückenlehnen ausgebildete Wände voneinander getrennt, die nur bis zur Fensterbrüstung reichen (Abb. 5). Mit dieser Art Trennung der Abteile erhält das Wageninnere den Charakter eines einzigen Raumes mit freiem Ueberblick über seine ganze Länge. Gefederte Kissen, die gewendet und beidseitig gebraucht werden können, dienen als Sitze; Polster und die untere Hälfte der Seitenwände sind mit rotem Kunstleder überzogen, die obere Wandteile sind hellgelb und die Decke elfenbeinfarbig. Breite, an der rechten Kastenwand angebrachte Türen gestatten den Zutritt zu den Abteilen; reichlich bemessene, herablassbare Fenster gewähren allseitig freien Ausblick; in jedem Abteil sind an der Decke leichte Gepäckträger vorhanden. Die beiden an den Wagenenden befindlichen Führerstände enthalten alle zur Bedienung und Kontrolle notwendigen Apparate und Instrumente und sind mit Rücksicht auf die Einmann-Bedienung mit Totmann-Pedal ausgerüstet. Reichlich bemessene Stirnwindfenster gewähren den Ueberblick auf die Strecke.

Beim Bau des Wagenkastens musste, was bei Bergbahnen besonders wichtig ist, auf möglichste Verminderung des Gewichtes getrachtet werden. Dies führte zu einer leichten Stahlkonstruktion der selbsttragenden Kastenschale; vorgenommene Belastungsproben mit einem Gewicht von der doppelten Nutzlast haben eine kaum nennenswerte Durchbiegung der Kastenschale ergeben. Der Wagenkasten stützt sich in vier Punkten über Blatt- und Schraubenfedern pendelnd auf das Fahrgestell ab. Diese Federn übernehmen die senkrecht auf die Schienen gerichtete Gewichtskomponente, während vier weitere in der Längsrichtung angeordnete Schraubenfedern zur Aufnahme der Steigungskomponente des Wagenkastens dienen. Die getroffene Aufhängung des Wagenkastens gestattet demselben nicht nur ein Pendeln in der Längsrichtung, sondern auch in der Querrichtung, womit die Uebertragung von vom Oberbau herrührenden Stößen auf den Wagenkasten stark abgedämpft wird.

Der Rahmen des Fahrgestells (Abb. 6) ruht in zwei Punkten federnd auf der untern und in einem Punkt gelenkartig auf der oberen Tragachse. Mit dieser 3-Punktstützung des Rahmens wird den Unebenheiten des Geleises Rechnung getragen und es werden Verwindungen und Verzerrungen in den Konstruktionsteilen vermieden. Die beiden Längsrahmenbleche aus Baustahl sind durch Quer- und Diagonalversteifungen in Leichtstahlprofilen gut miteinander verbunden. Alle Verbindungen sind mit elektrischer Schweissung ausgeführt und das Ganze bildet einen soliden geschlossenen Rahmen.

Oberhalb der unteren Tragachse sind die beiden horizontal liegenden Triebzahnäder mit den zugehörigen Antrieben und den längs angeordneten Motoren eingebaut (Abb. 7 u. 8). Jeder der beiden Zwillingsmotoren treibt mittels je einer Verbindungswelle über ein konisches und ein Stirnradgetriebe das zugehörige



Abb. 5. Das Innere eines Wagens, talwärts gesehen

Triebzahnäder an, das mit der Zahnstange in Eingriff steht. Die Gesamtübersetzung des Antriebes beträgt 1:17,8. Die Uebersetzungsgetriebe für die beiden Motoren sind in einem gemeinsamen, geschlossenen Gehäuse untergebracht; mit Rücksicht auf die hohen Drehzahlen sind für die Lagerung der Wellen Rollenlager zur Anwendung gekommen. Zur Schmierung der verschiedenen Lagerstellen dient eine Oelumlaufröhre. Die vertikalen Vorgelegewellen der beiden Antriebe sind nach oben verlängert und tragen ausserhalb des Gehäuses die aufgesetzten Bremscheiben. Die Verbindungswellen von Motor und Getriebe sind durch Rutschkupplungen vor Uebertragung unzulässig hoher Drehmomente gesichert. Sämtliche Getriebeteile sind aus hochwertigem Material hergestellt.

Unterhalb der oberen Tragachse greift ein Bremszahnäderpaar in die Zahnstange ein. Diese Bremszahnäder treiben je über ein Schneckengetriebe eine gemeinsame, horizontale Welle an, die an dem einen Ende mit einer Bremscheibe (Abb. 6, rechts) versehen ist. Die Zahnkränze der Schneckenräder werden bei der Talfahrt durch einen Klinkenmechanismus mitgenommen, bei der Bergfahrt dagegen stehen sie mit der gemeinsamen Schneckenwelle still. Auch diese Antriebe sind in einem geschlossenen Gehäuse eingebaut und laufen in einem Oelbad.

Die Wagen sind mit folgenden Bremsen ausgerüstet:

1. Die elektrische Widerstandsbremse, als Betriebsbremse für Talfahrt;
2. eine Spindelbremse als Bandklotzbremse, auf die beiden talseitigen Triebzahnäder wirkend;
3. eine Hebelbremse als Bandklotzbremse, auf die beiden bergseitigen Bremszahnäder wirkend;
4. eine automatische Bremse, auf die unter 3. erwähnte Bandklotzbremse wirkend. Diese automatische Bremse tritt nur bei der Talfahrt in Funktion und zwar wenn
 - a) die maximal zulässige Geschwindigkeit von 9 km/h überschritten wird;
 - b) der Bremsstrom aus irgend einem Grunde ausfällt;
 - c) der Führer das Totmannpedal loslässt.

Die Auslösung der automatischen Bremse beim Ueberschreiten der maximalen Geschwindigkeit talwärts (Fall a) erfolgt durch einen in die Bremscheibe der bergseitigen Bremse eingebauten Fliehkraftregler. Ein zweiter in diese Scheibe eingebauter Regler setzt die automatische Bremse in den Fällen b) und c) in Tätigkeit. Die Konstruktion ist so getroffen, dass ein Solenoid strom-

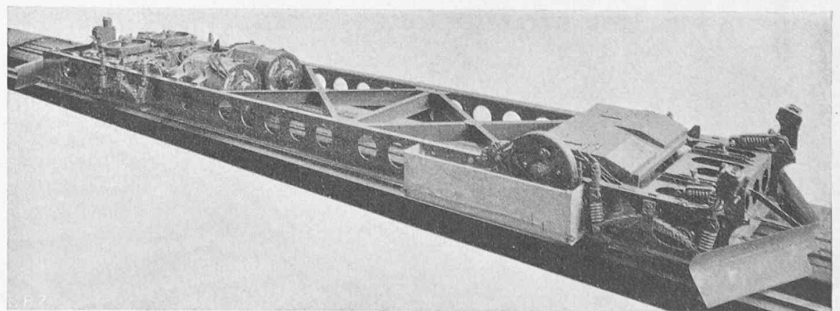


Abb. 6. Fahrgestell mit Motoren und Antrieb (links) und Bremsen (rechts, oberes Ende)

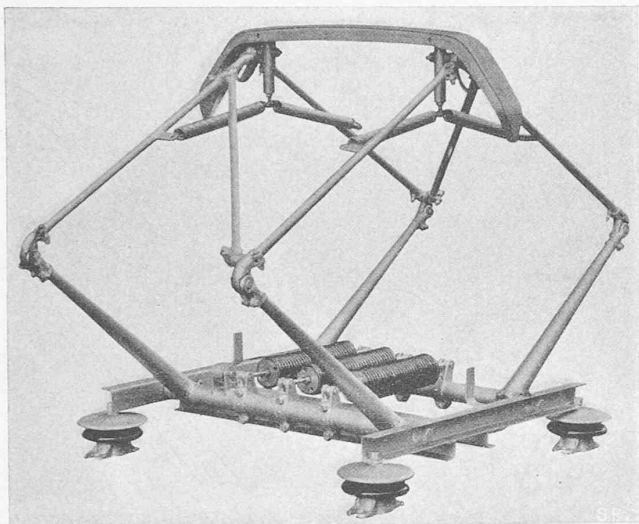


Abb. 10. Der Stromabnehmer

los wird und einen gefederten Anschlaghebel für den Regler freigibt. Die Spindelbremse 2. kann von beiden Führerständen aus bedient werden, die Hebelbremse 3. dagegen ist nur im talseitigen Führerstand vorhanden. Sie bleibt bei der Bergfahrt stets angezogen und verhindert beim Anhalten und bei Stromunterbruch eine rückläufige Bewegung des Fahrzeuges. Bei der Ausbildung des Bremsgestänges musste darauf Bedacht genommen werden, dass zwischen Kasten und Fahrgestell keine gegenseitigen Kräfte auftreten und die relativen Bewegungen des Kastens gegenüber dem Fahrgestell das Gestänge in keiner Weise beeinflussen durften. — Ein registrierender Geschwindigkeitsmesser ist im talseitigen Führerstand angebracht (vergl. Abb. 5, ganz vorn links); ein gleicher kann ohne weiteres auch im oberen Führerstand eingebaut werden.

Der mechanische und wagenbauliche Teil des Triebwagens wiegt nur wenig mehr als 7 t.

*

Die Eigenarten des Betriebes der Pilatusbahn kennzeichnen auch die elektrische Ausrüstung, die vorwiegend aus bewährten Elementen aufgebaut, aber vollständig neu entworfen ist. Durch sorgfältige Ausnützung der Baustoffe war es möglich, die gesamte elektrische Ausrüstung für 1500 V Gleichstrom und 210 PS Nennleistung mit 2,56 t Gesamtgewicht zu garantieren und genau einzuhalten. Als wichtigste Eigenschaften wurde weitgehende Sicherheit für Berg- und Talfahrt sowie einfache übersichtliche Einrichtung und leichte klare Bedienung der Wagen angestrebt. Diese Bedingungen sind mit direkter Controllersteuerung, nachdem sie sich anderwärts für 1500 V bereits tadellos bewährt hat, am besten erfüllbar. Statt der aus Betriebsgründen nicht anwendbaren Stromrückgewinnbremsung wurde Bremsung auf Widerstand angewendet.

Die beiden Triebmotoren bilden elektrisch und mechanisch eine untrennbare Einheit. Ihr gemeinsames Gehäuse ist magnetischer Pfad und mechanischer Tragkörper beider Motoren, und dient zugleich als Querversteifung des Untergestells (Abb. 9). Alle Motorwicklungen bleiben dauernd gleich in Reihe geschaltet, für die Bergfahrt und die elektrische Bremsung talwärts. Lediglich für das horizontale Teilstück der Depotzufahrt ist eine motorische

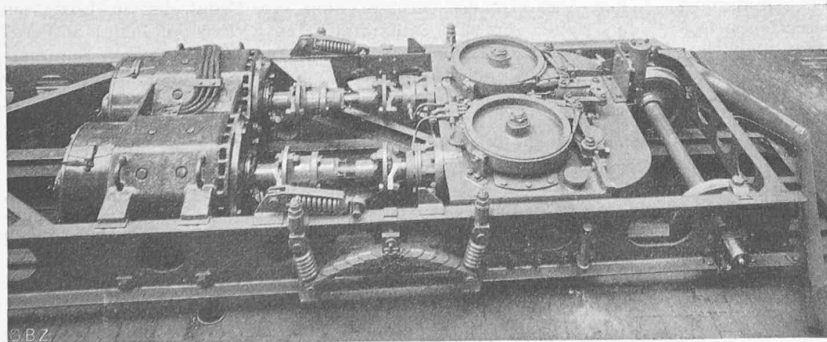


Abb. 8. Draufsicht auf Motoren und Getriebe im untern Teil des Fahrgestells

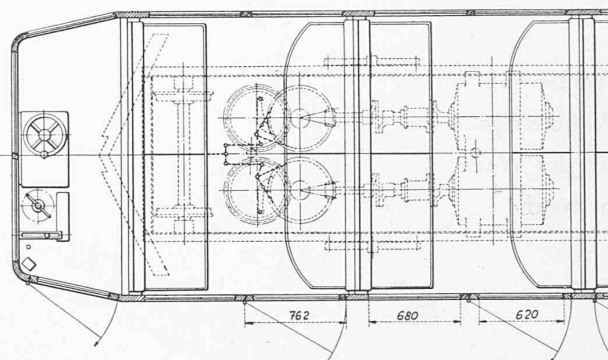
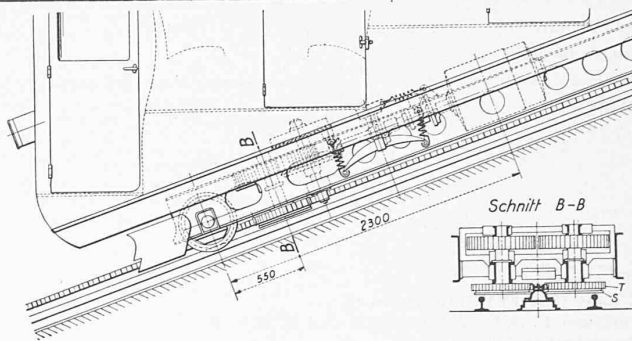


Abb. 7. Der neue, elektrische Antrieb. Masstab 1:50

Talwärtsstellung «Depotfahrt» mit umgeschalteten Ankerwicklungen vorhanden.

Zwei Pantographen-Stromabnehmer (Abb. 10) sind mittels Seilzug einzeln abziehbar und von der Dachleitung mit Schrauben abtrennbar. Ueber eine Drosselspule mit ohm'schem Nebenschluss führt die Leitung durch den über dem bergseitigen Führerstand eingebauten Höchststromschalter (Abb. 11) zur motorischen Installation. Die Führerstände sind der verschiedenen Fahrweise angepasst. Die beiden Kurvenscheibencontroller im bergseitigen und talseitigen Führerstand sind gleich gebaut, d. h. für Fahrt in beiden Richtungen und elektrische Bremsung talwärts. Am bergseitigen Controller sind jedoch die Stellungen Talfahrt

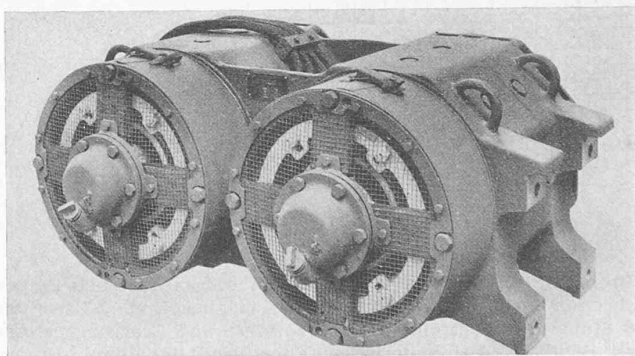


Abb. 9. Der Zwillingsmotor mit Gehäuse als Rahmenversteifung

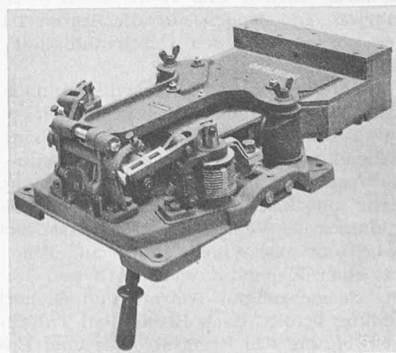
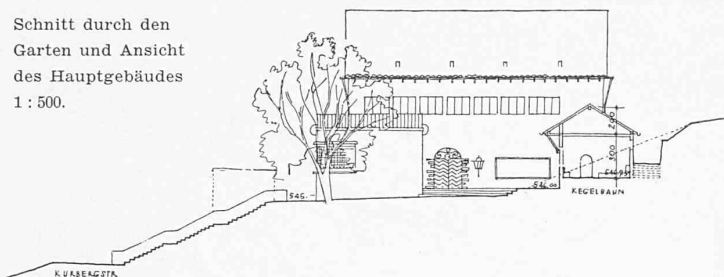


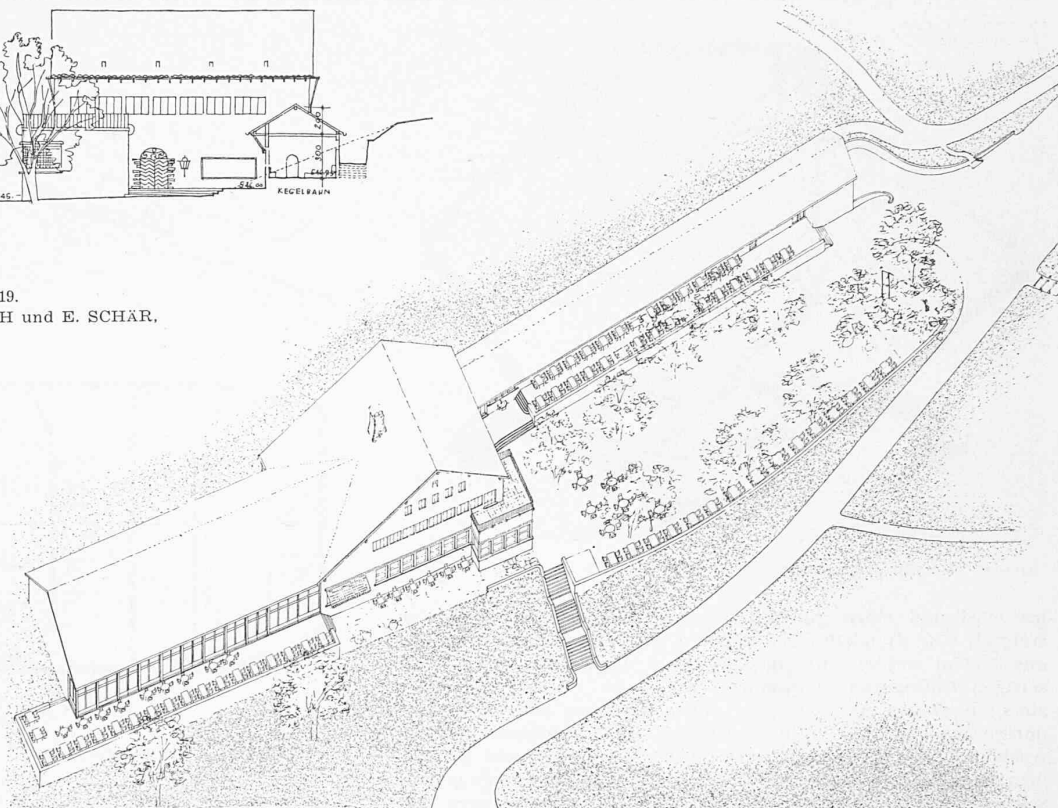
Abb. 11. Höchststromschalter

Schnitt durch den Garten und Ansicht des Hauptgebäudes
1 : 500.

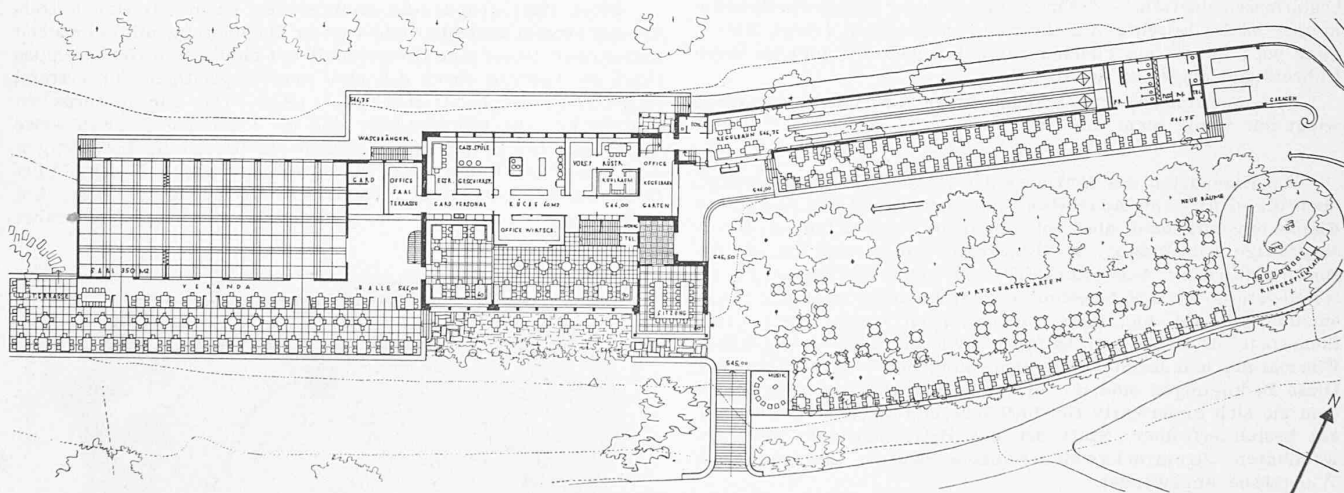


1. Rang (2400 Fr.) Entwurf Nr. 19.
Verfasser E. SCHWARZENBACH und E. SCHÄR,
Bautechniker, Zürich

Wettbewerb für ein
Wirtschaftsgebäude
auf der Waid
in Zürich



Rechts Isometrie, unten Erdgeschoss-Grundriss
1 : 700.



(Bremsung) und Depotfahrt gesperrt, sodass Tal- und Depotfahrt nur im talseitigen Führerstand möglich sind. Mittels der 18 Stufen der Kontroller werden Anfahr- und Bremsung stossfrei reguliert. Bei motorischer Fahrt sind die unteren Stufen nur bei der Anfahr-, die obersten auch zur Einstellung der Geschwindigkeit auf der kleinsten Steigung vorgesehen. Zum Bremsen dienen alle Kontrollerstufen; für die normalen Talfahrten sind jedoch nur die Stufen 2 bis 8 zwecks Anpassung der vorgeschriebenen Geschwindigkeit an das betreffende Gefälle nötig.

Der Anfahr- und Bremswiderstand ist in einem prismatischen Kasten am Wagenboden eingebaut und während seiner Benützung durch Luft gekühlt. Hierzu dient eine Ventilationsgruppe, bestehend aus einem kleinen Seriendomotor, der an die letzte Stufe des Anfahr- und Bremswiderstandes angeschlossen ist und beidseitig eine kleine Luftturbine treibt. Dank des besonderen Anschlusses des Ventilatoromotors passt sich die Kühlluftmenge der Belastung des Widerstandes an. Eine alkalische Hilfsbatterie mit einer Kapazität von 57 Ah und 18 V Nennspannung speist die Beleuchtungs-, Alarm- und Sicherheitseinrichtungen. Ihre Ladung erfolgt nach Bedarf bei Talfahrt durch eine regelbare Abzweigung des Bremsstromes vom Bremswiderstand.

Das eingangs erwähnte Haltesolenoid der Sicherheitsbremse ist bei normaler Talfahrt erregt und hält die automatische

Bremse gelöst. Sobald jedoch die Erregung dieses Solenoides ausbleibt, tritt die automatische Bremsvorrichtung in Tätigkeit, schon bei Ueberschreiten einer Geschwindigkeit von etwa 2 km/h. Die Erregung des Solenoides bleibt z.B. auch aus, wenn die Wendeschalterwalze des Kontroller nicht auf Stellung «Talfahrt» gebracht wird, oder wenn die Widerstandsbremse aussetzt, oder im talseitigen Führerstand das Pedal losgelassen wird. In jedem Führerstand befindet sich ein Pedal, dessen Loslassen den Triebwagen zum Stillstand bringt. Wird das Pedal im bergseitigen Führerstand losgelassen, so schliesst es einen Summstromkreis und schaltet nach einigen Sekunden den Hauptschalter durch eine Auslösespule aus. Das im talseitigen Führerstand befindliche Pedal wirkt wie das vorerwähnte, ausserdem unterbricht es die Erregung des Haltesolenoides der automatischen Bremse.

Vier von den acht Triebwagen sind mit 1500 Volt-Heizung, regelbar mittels zwei Heizschaltern, versehen. Auf dem bergseitigen Führerstand sind Messinstrumente für Fahrstrom und Fahrspannung, im talseitigen Führerstand solche für den Bremsstrom und für die Kontrolle der Ventilatorgruppe und der Batterieladung installiert.

Der Fahrbetrieb gestaltet sich aussergewöhnlich einfach. Vor Bergfahrt wird die Hebelbremse angezogen, der Wendeschaltergriff wird auf «Bergfahrt» gestellt und die 18 Kontroller-

