

STAND-SEILBAHNEN FÜR PERSONENBEFÖRDERUNG

Mit der Anwendung der Zahnstange auf Bergbahnen mit Steigungen, die durch die Reibungszugkraft allein nicht mehr überwunden werden konnten, sind auch die seit Anfang der 60er Jahre mancherorts zu Personer- und Lasttransporten versuchten und ausgeführten Reibungsbahnen mit Seilförderung in ein neues Entwicklungsstadium getreten. Insbesondere haben sie von diesem Zeitpunkt ab für den Ausflugverkehr auf besonders anziehende Punkte eine steigende Zunahme erfahren.

Die Kabelbahnen, die vorzugsweise im Städteverkehr an die Stelle der Pferdebahnen getreten sind und bei denen durch ein unter dem Bahnkörper in einem besonders gearteten Kanal umlaufendes, durch Maschinenkraft bewegtes Seil die an diesem festgeklemmten

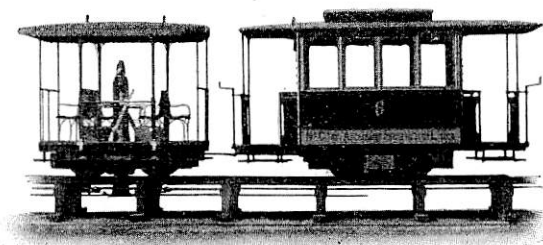


Abb. 184.

Wagen gezogen wurden, hatten in Amerika, England und Frankreich bereits einige Bedeutung erlangt. Zwei Anlagen dieser Art wurden auch von der Maschinenfabrik für Lissabon mit einer Höchststeigung von 12 und 14% ausgeführt. Abb. 184.

Für Bergbahnen mit größeren Steigungen mußten Sicherheits- und Geschwindigkeitsreguliervorrichtungen zur Anwendung gebracht werden, die jede Gefahrmöglichkeit ausschlossen und die bei den bisherigen Kabelbahnen nicht notwendig waren bzw. den älteren Bergseilbahnen mehr oder weniger mangelten.

Die Mittel für Sicherung und Regulierung des Betriebes sind zum ersten Male durch die Zahnstange geschaffen worden, und da die Anwendung derselben auf Steilbahnen mit

STAND-SEILBAHNEN FÜR PERSONENBEFÖRDERUNG

Seilbahnen für Personenbeförderung.

Tabelle XII.

Nr.	Benennung	Jahr	Spurweite	Länge	Größte	Bauart	För-
			m	der	Steigung		der-
				Bahn	%		höhe
				m			m
1	Lissabon—Gloria	1885	1,00	265	18,0	Mechanischer Antrieb und Wasser .	48
2	Piovene, Italien	1885	1,00/0,50	190	37,0	desgl.	70
3	Ems—Malberg	1887	1,00	520	54,5	Wasserbetrieb	216
4	Durlach—Thurmberg	1888	1,00	315	34,0	desgl.	100
5	Nazareth, Portugal	1888	1,00	306	41,0	Mechanischer Antrieb (Dampf) . .	110
6	Wiesbaden—Néroberg	1888	1,00	490	26,0	Wasserbetrieb	95
7	Heidelberg—Schloß Molkenkur . .	1889	1,00	490	43,0	Wasserbetrieb (ab 1909 elektrisch betrieben)	175
8	Isabel—Bahia, Brasilien	1889	1,00	111	64,0	Mechanischer Antrieb (Dampf) . .	65
9	Batalha, aos Guindaes, Oporto . .	1889	1,00	424	50,0	desgl.	75
10	Batalha, aos Guindaes, Oporto . .	1889	1,00	114	50,0	desgl.	51
11	Camoes—Estrella, Lissabon.	1890	0,80	1700	12,0	Mechanischer Antrieb, Kabelbahn (Dampf)	63
12	Bica, Lissabon	1891	0,80	260	30,0	Mechanischer Antrieb (Dampf) . .	50
13	Graca, Lissabon	1891	0,80	730	14,0	Mechanischer Antrieb, Kabelbahn (Dampf)	70
14	Salzburg—Hohensalzburg	1892	1,00	200	61,0	Wasserbetrieb	100
15	Graz—Schloßberg	1894	1,00	220	63,0	Mechanischer Antrieb (Dampf) . .	109
16	Andernach—Krahenberg a. Rhein .	1895	1,00	530	33,5	Wasserbetrieb	118
17	Leoni—Rottmannshöhe, Bayern . .	1896	1,00	880	22,0	Mechanischer Antrieb (Dampf) . .	91
18	Pilar—Bahia, Brasilien	1897	1,00	73	78,0	desgl.	46
19	Rocca—Monreale, Palermo	1899	1,00/0,53	1100	12,2	Mechanischer Antrieb (elektrisch) .	184
20	Wildbad—Sommerberg	1908	1,00	752	52,0	desgl.	300
21	Erdmannsdorf—Augustsburg	1911	1,00	1250	20,0	desgl.	170
22	Merkurbahn, Baden-Baden	1913	1,00	1195	54,0	desgl.	370
23	Sao Paulo, Brasilien	1914	1,00	260	73,0	desgl.	142
24	Floibanen, Bergen (Norwegen) . .	1915	1,00	847	49,0	desgl.	302

Lokomotivbetrieb durch die Maschinenfabrik in enger Fühlungnahme mit den Erfindern bereits erfolgt war, so war es naheliegend, daß sich die Maschinenfabrik auch mit dem neuen Gebiet der verbesserten Standseilbahnen beschäftigte und an ihrer Weiterentwicklung bis zu ihrer heutigen Vollkommenheit lebhaften Anteil nahm.

Die von der Maschinenfabrik ausgeführten Bergbahnanlagen mit Seilbetrieb sind in Tabelle XII zusammengestellt, über die Konstruktion derselben soll im folgenden noch ein kurzer Überblick gegeben werden.

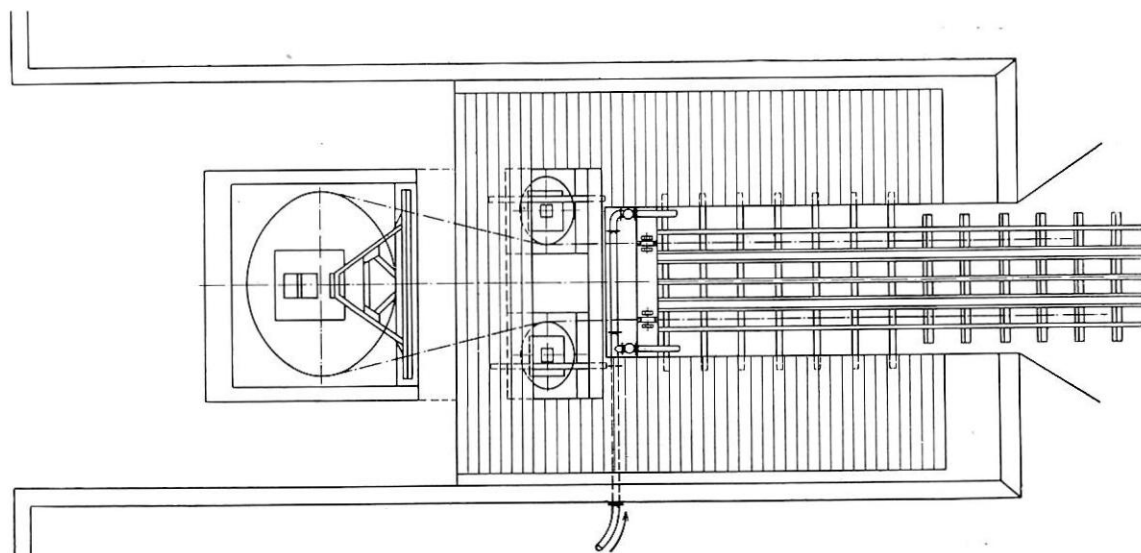
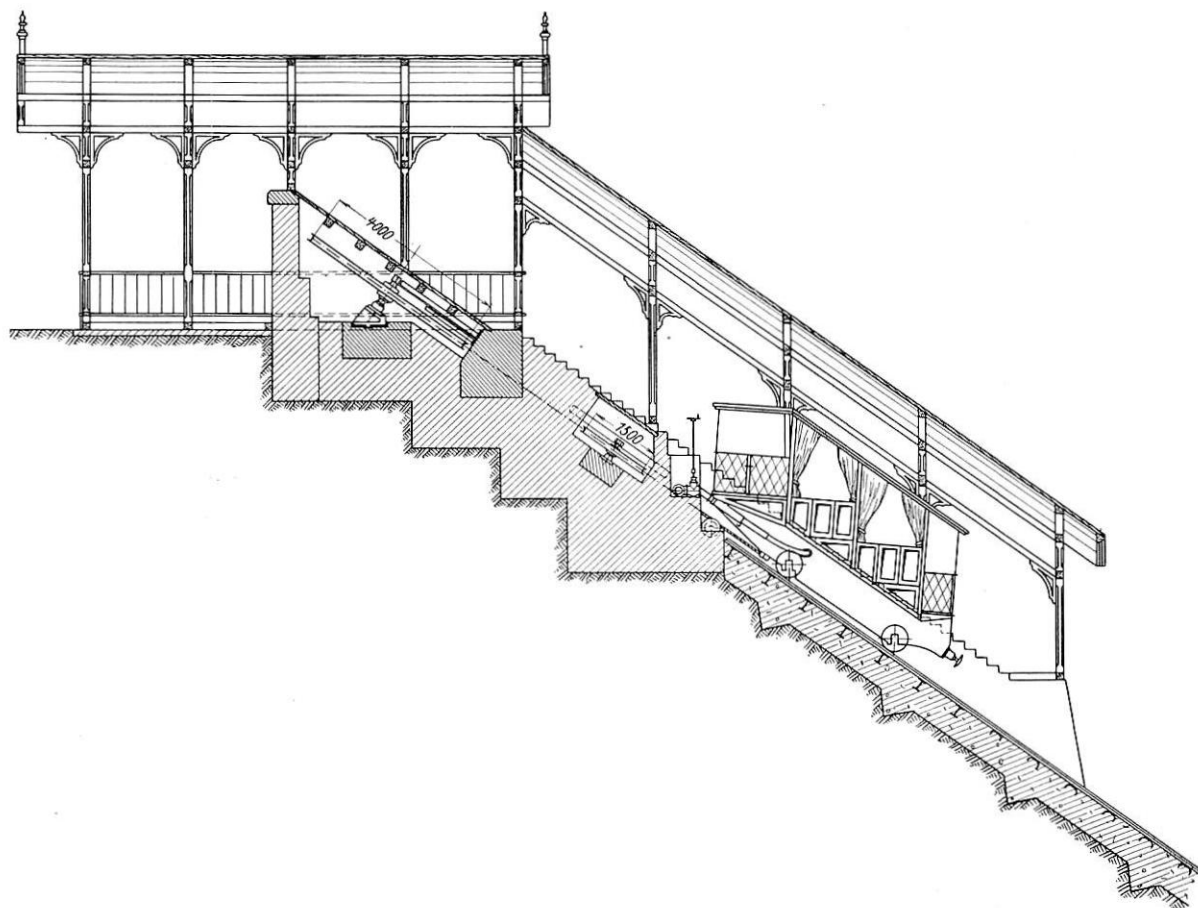


Abb. 185. Seilbahnwagen.

Sämtliche Seilbahnen sind nach dem Grundsatz des Lastausgleichs gebaut, d. h. an jedem Ende eines Seils ist ein Wagen befestigt. Das Seil läuft am Bergende über eine Rolle, derart, daß beim Bergfahren des einen Wagens gleichzeitig ein Talfahren des anderen Wagens vor sich geht und beide Wagen sich in Bahnmitte kreuzen.

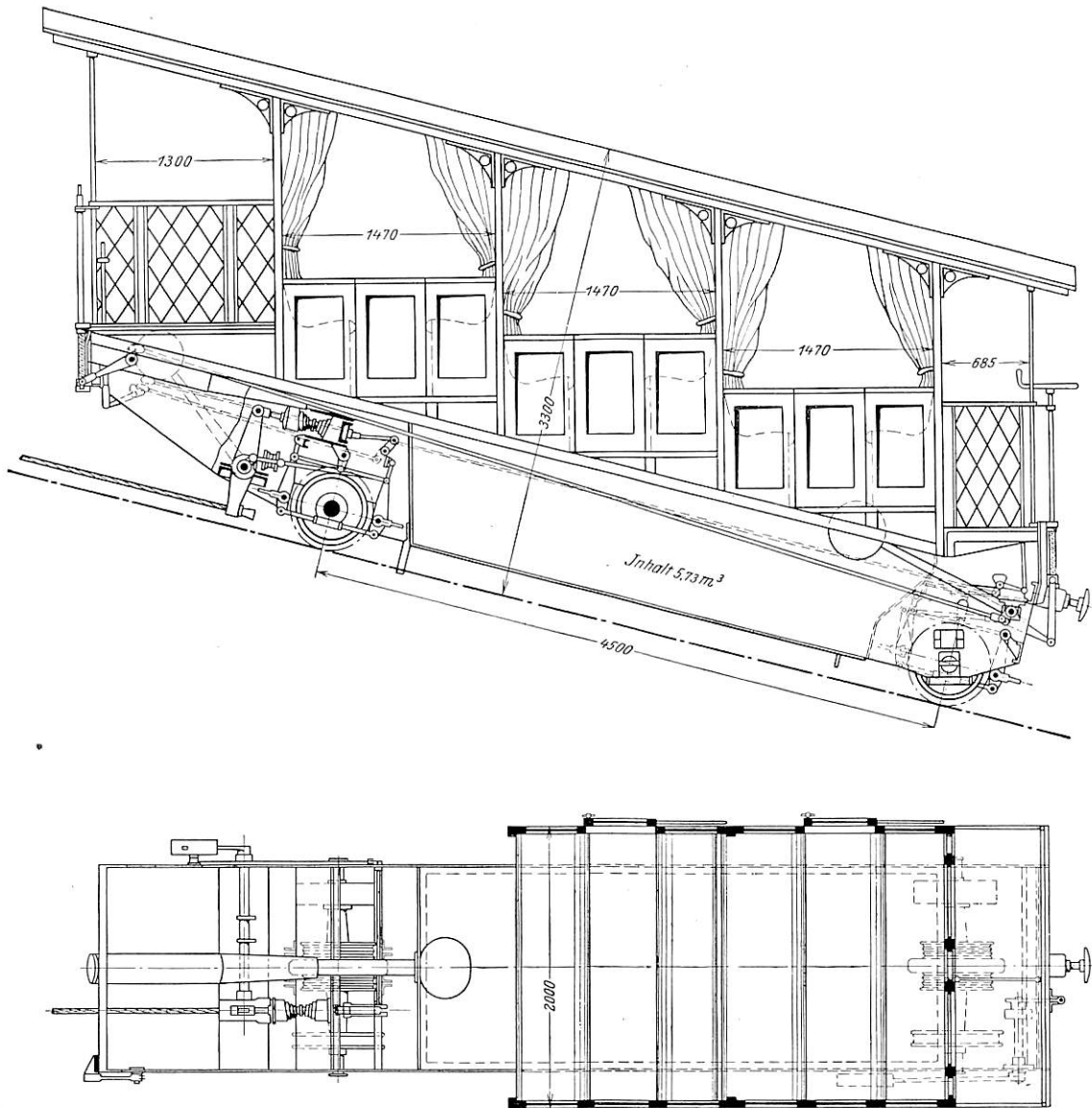


Abb. 186. Seilbahnwagen.

Abgesehen von den Bahnwiderständen und dem Seilgewicht wird also Gleichgewicht im System vorhanden sein, wenn beide Wagen das gleiche Betriebsgewicht aufweisen und beide stets auf derselben Bahnneigung sich befinden.

Für diesen Grenzfall und den anderen Grenzfall, in welchem der auf der Talstation befindliche Wagen voll besetzt, der auf der Bergstation stehende dagegen leer ist, muß für

die Bewegung des Systems ein Seilzug ausgeübt werden, der teilweise durch die besondere Form des Bahnlängenschnitts mit großer Neigung im oberen und kleiner Neigung im unteren Bahnteil hervorgebracht werden kann, größtenteils aber auf mechanischem Wege erzeugt werden muß. Das älteste Mittel zur Erzeugung dieses zur Überwindung des Bahnwiderstandes und des aus der Differenz der Schwerkraftkomponenten beider Wagen herrührenden notwendigen Seilzugs ist ein Übergewicht, das dem talfahrenden Wagen in Form eines Wasserballastes gegeben und der nach beendigter Fahrt am unteren Bahnde entleert wird. Die potentielle Energie einer Wassermasse wird also bei dieser Betriebsart intermittierend direkt im Bahnsystem selbst in Bewegung umgesetzt.

Abb. 185 zeigt eine solche Anlage. Da die Wagengeschwindigkeit bei konstanter Wasserfüllung von der wechselnden Wagenbelastung und der wechselnden Steigung abhängig ist, muß eine Geschwindigkeitsregulierung und außerdem für den Fall eines Seilbruchs ausreichende Bremsmöglichkeit für die hierdurch auf der Strecke sich selbst überlassenen Wagen geschaffen werden. Diesem Zwecke diente die zwischen die Adhäsionsschienen eingelegte Zahnstange und das in dieselben eingreifende Zahnrad mit Bremsvorrichtung an den Wagen, Abb. 186.

Durch leichte Betätigung einer Spindelbremse von Hand konnte die Fahrgeschwindigkeit reguliert und durch straffes Anziehen derselben konnten die Wagen stillgesetzt werden. Außerdem wurde die Bremse bei Seilbruch durch den freigewordenen Seilhebel oder bei Überschreiten der vorgesehenen Höchstgeschwindigkeit durch einen Geschwindigkeitsregler selbständig ausgelöst.

Bahnbetriebe dieser Art waren hinsichtlich ihrer Betriebskraft denkbar einfach.

An Stelle des Wasserballastbetriebs, der wegen des mancherorts mangelnden Betriebswassers oder bei Winterbetrieb wegen der Gefahr des Einfrierens nicht immer zur Anwendung gelangen konnte, trat bald der mechanische Antrieb durch eine ortsfeste Dampfmaschine. Die potentielle Energie wurde durch Wärmeenergie ersetzt, für deren Umsetzung in Bewegung außerhalb des Bahnsystems ein Antriebmechanismus für die Treibscheibe die ortsfesten Teile gegenüber der einfachen Umlenkrolle des Wasserballastbetriebs vermehrte. Dagegen wurde eine Vereinfachung der Geschwindigkeitsregulierung erzielt, indem diese nicht mehr auf den Wagen von Hand, sondern durch die Antriebmaschine selbsttätig erfolgte.

Die nächste Verbesserung, zugleich eine Verbilligung der Anlagekosten der Seilbahnen, bestand darin, daß die als Brems- und Sicherheitsmittel verwendeten Zahnstangen weggelassen wurden und an ihre Stelle eine besondere Form der Laufschiene getreten ist, die das Festbremsen der Wagen an diesen durch eine besonders ausgebildete Schienenbremszange ermöglichte. Diese Einrichtung ist durch Abb. 187 wiedergegeben. Gleichzeitig und folgerichtig konnte eine wesentliche Vereinfachung der ganzen Oberbauanlage durchgeführt werden.

Die Zahnstange bedingte eine vierschienige Ausführung des Oberbaues nach Abb. 188 oder eine dreischienige nach Abb. 189, um die Zahnstange ohne Abzweigung und Unter-

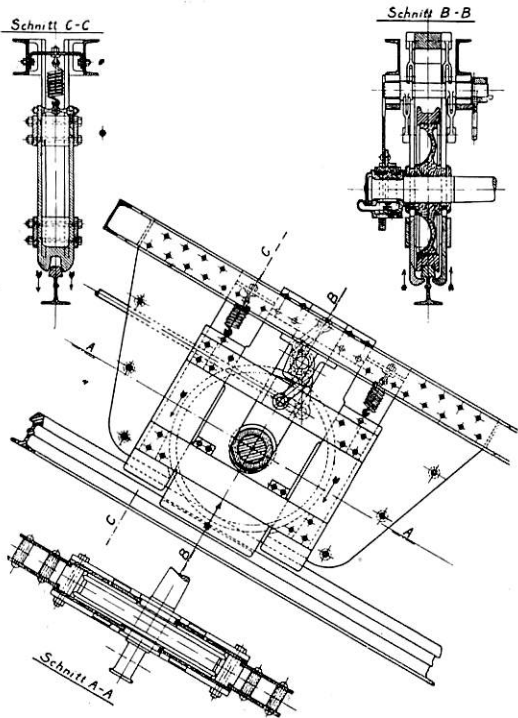


Abb. 187. Seilbahnwagenbremse.

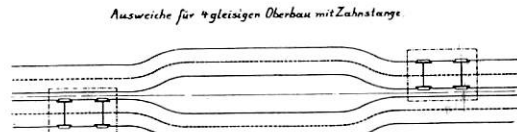


Abb. 188.

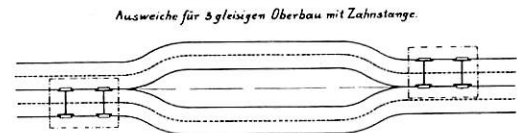


Abb. 189.

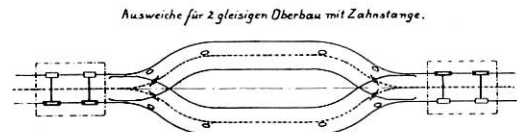


Abb. 190.



Abb. 191.

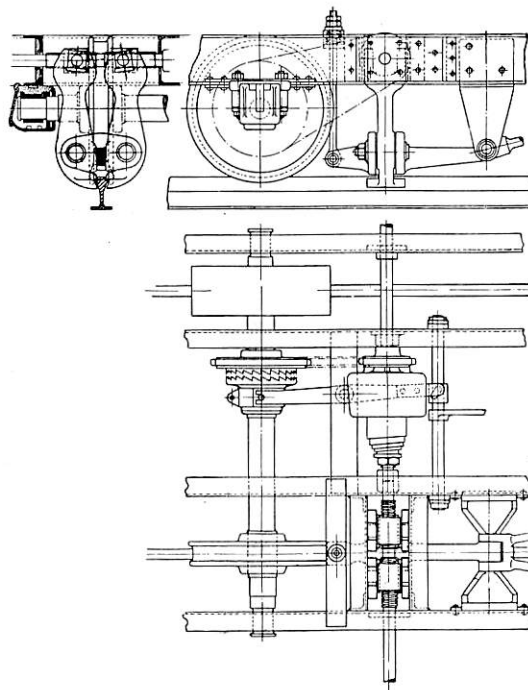


Abb. 192. Neue Seilbahnwagenbremse.

brechung der Adhäsionsschienen auch durch die Ausweichstelle hindurch führen zu können. Der zweischienige Oberbau mit geteilter Zahnstange an den Ausweichstellen nach Abb. 190 wurde ebenfalls ausgeführt.

Nachdem die Zahnstange in Wegfall gekommen ist, erfolgt die Ausführung der Oberbauanlage allgemein nach Abb. 191. Die Führung der Wagen nur an den äußeren auf der

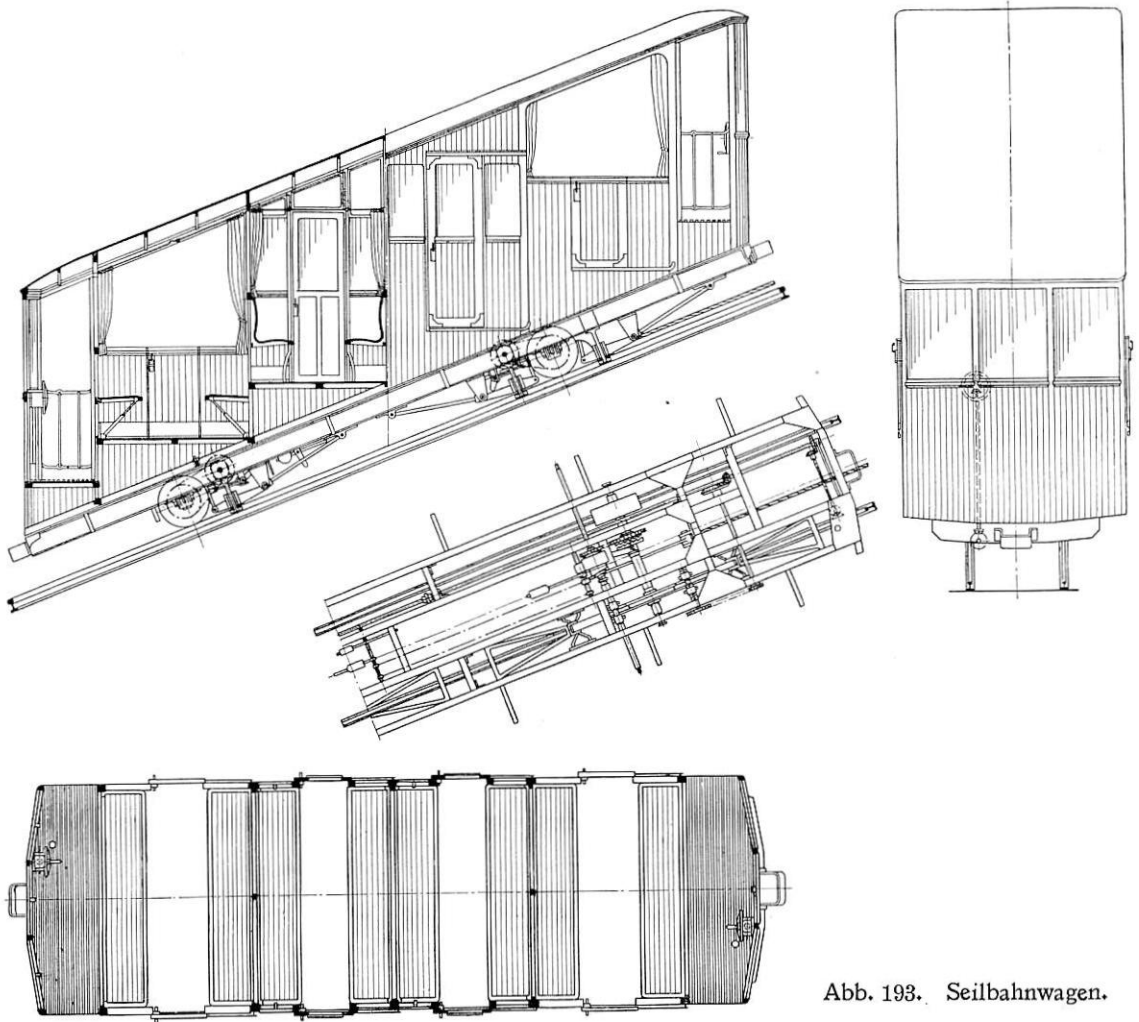
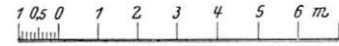
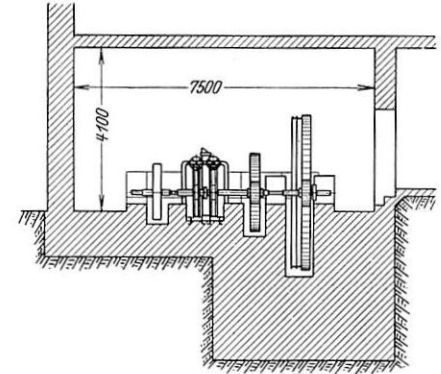
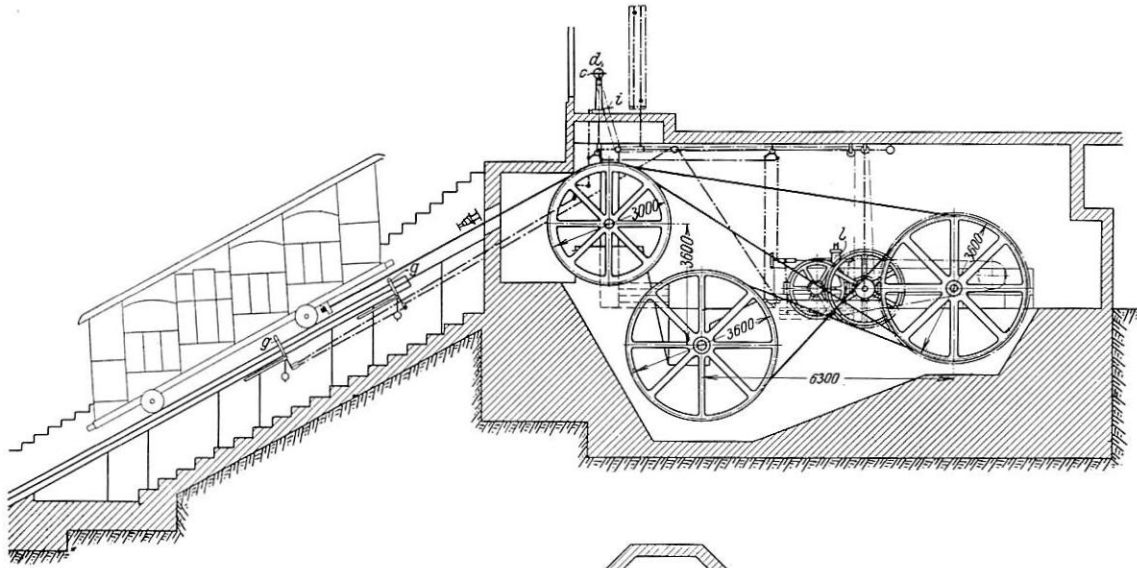


Abb. 193. Seilbahnwagen.

ganzen Strecke durchlaufenden Schienen wird bewirkt durch doppelte Spurkränze der in der Ausweichstelle auf den Außenschienen laufenden Räder. Die innen laufenden Wagenräder haben breite glatte Laufflächen, die am Kreuzungsbeginn über die zwei Schienen übergreifen, zwischen denen das Seil hindurchgeführt ist.

An Stelle des Schienenprofils nach Abb. 187 ist als letzte Vervollkommnung die Keilkopfschiene mit veränderter Bremsvorrichtung nach Abb. 192 getreten. Die Zangenbremsen umfassen den keilförmigen Schienenkopf, so daß ein Aufsteigen und Entgleisen



Legende:

- a = Motor
- b = Fahrshalter
- c = Handbremse
- d = Tachometer
- e = Streckenzeiger
- f = Schaltbrett
- g = Lösung der autom. Bremse durch den Wagen
- h = Schienenkontakt
- i = Lösung der autom. Bremse durch den Maschinisten
- k = Regler
- l = Fallgewicht

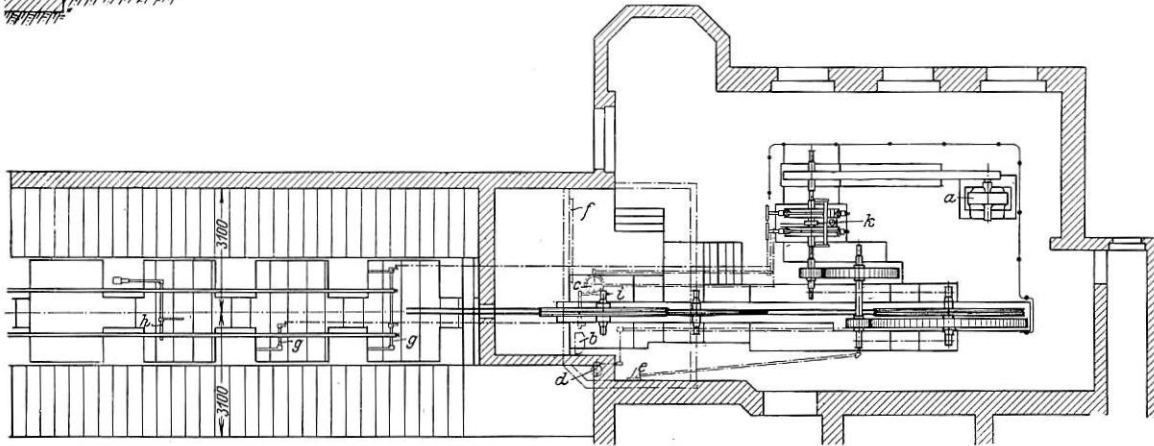


Abb. 194. Obere Antriebstation.

der Wagen unmöglich ist. Das Bremsen erfolgt durch allmähliches Zudrücken der Zangen entweder durch eine Bremsspindel vom Führerstand aus, oder bei Seilbruch durch den von der Seilspannung frei gewordenen Seilhebel, ferner noch durch einen Geschwindigkeitsauslöser, der bei Überschreitung der höchst zulässigen Fahrgeschwindigkeit die Zangen selbsttätig schließt, wobei eine in den Bremsapparat eingeschaltete Rutschkupplung ein stoßfreies Bremsen ermöglicht.

Eine neuere Seilbahnwagenkonstruktion ist durch Abb. 193 wiedergegeben.

Durch Verwendung der elektrischen Energie haben auch die Antriebstationen eine Umwandlung erfahren, die die Wirtschaftlichkeit des Betriebes äußerst günstig beeinflusste. Die überschüssige Energie bei Talfahrt mit Überlast wurde bei den früheren Ausführungen in Reibungsarbeit mit Materialverschleiß umgesetzt, heute läßt sich durch Elektromotoren mit Nebenschlußcharakteristik nicht allein eine konstante Geschwindigkeit erzielen, sondern auch die Schwerkraftwirkung der Überlast der talfahrenden Wagen in elektrische Energie umsetzen. Jede Bremsarbeit ist daher gleichbedeutend mit selbsttätiger Stromrückgewinnung.

Ein Arbeitsaufwand zur Bewegung des Bahnsystems ist also nur für die Fälle aufzubringen, in denen der Seilzug am talfahrenden Wagen gleich oder größer ist als am bergfahrenden. Im umgekehrten Falle wird aus der früher vernichteten Energie ein Arbeitsgewinn. Selbstverständlich ist eine moderne Antriebstation auch mit allen Sicherheitsvorrichtungen ausgestattet, die für einen einwandfreien Personenverkehr notwendig sind.

Die Treibseilscheibe wird durch Auslösung eines Geschwindigkeitsregulators sofort festgebremst, sobald die der größeren Seilgeschwindigkeit entsprechende Umdrehungszahl überschritten wird, sei es bei Kurzschluß, bei Durchgehen des Motors oder bei Ausbleiben des Stroms. Ferner ist der Maschinenführer, der von seinem Standplatz aus die Strecke übersehen kann, jederzeit in der Lage, diese Bremsung selbst einzuleiten. Bei Ankunft der Wagen in der oberen Station wird das Triebwerk ebenfalls durch den betreffenden Wagen stillgelegt, sofern der Maschinenführer nicht schon vorher gebremst hat. Tachometer und Wagenstandzeiger geben dem Maschinisten jederzeit Auskunft über die Betriebsvorgänge. Elektrische Lätewerke und Telephonanlagen, die zur Verständigung der Stationen unter sich und mit den fahrenden Wagen eingerichtet sind, vervollständigen die Anlage. Die Abb. 194 ist eine Planzeichnung einer elektrisch angetriebenen Seilbahnstation.

Mit diesen wohl durchgebildeten Sicherheitsvorrichtungen ist man heute in der Lage, Steigungen, wie sie die ausgeführten Bahnen nach der Tabelle XII aufweisen, zu überwinden, bei denen Zahnstangenbetrieb durch Lokomotiven oder Triebwagen nicht mehr in Frage kommen kann. Die Wirtschaftlichkeit einer Seilbahnanlage ist die denkbar günstigste, besonders wenn ihr Längenprofil nach dem theoretisch richtigen Längenschnitt durchgebildet werden kann. Eine Beschränkung tritt lediglich in der Bahnlänge ein.

Da die Maschinenfabrik in ihrer Abteilung für Elektrotechnik auch die elektrische Einrichtung für Seilbahnen selbst herstellt, weisen alle Anlagen eine Übersichtlichkeit und Einheitlichkeit auf, die nichts zu wünschen übrig läßt.