

Die  
Förderung von Massengütern  
von  
Georg v. Hanffstengel

---

Zweiter Band

I

Dritte Auflage

# Die Förderung von Massengütern

Von

**Dipl -Ing. Georg v. Hanffstengel**

a. o. Professor an der Techn. Hochschule zu Berlin

Zweiter Band, 1. Teil

**Bahnen**

(Wagen für Massengüter, Wagenkipper  
Zweischienige Bahnen, Hängebahnen)

Dritte, vollständig umgearbeitete Auflage

Mit 555 Textabbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1926

ISBN 978-3-662-36104-7      ISBN 978-3-662-36934-0 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-36934-0

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung  
in fremde Sprachen, vorbehalten.

Copyright 1926 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg  
Ursprünglich erschienen bei Julius Springer in Berlin 1926.  
Softcover reprint of the hardcover 3rd edition 1926

## Vorwort zur dritten Auflage.

Seit dem Erscheinen der zweiten Auflage des zweiten Bandes, die schon seit einer Reihe von Jahren vergriffen ist, hat sich die Förder-technik gerade auf dem Gebiete der Förderung von Einzelmengen derart entwickelt, daß es unmöglich erschien, mit einem Bande von dem bisherigen Umfang auszukommen.

Der bisherige zweite Band ist deshalb in zwei Teile zerlegt worden, und zwar behandelt der vorliegende Teil alle diejenigen Fördereinrichtungen, die unter den Begriff „Bahnen“ fallen, während der zweite, noch in Bearbeitung befindliche Teil sich mit Kranen (einschließlich Kabelkranen) und solchen Anlagen befassen wird, die aus Kranen und anderen Fördermitteln zusammengesetzt sind.

Bei dem heutigen Umfang des Gebietes konnte ich es nicht unternehmen, die einzelnen Abschnitte allein zu bearbeiten. Es ist mir gelungen, mehrere hervorragende Sachverständige dafür zu gewinnen, und zwar haben übernommen die Herren:

Oberregierungsbaurat Gustav Laubenheimer, Mitglied des Eisenbahn-Zentralamtes, Berlin: Wagen für Massengüter;

Hermann Schmarje, Direktor der J. Pohlig A.-G., Köln-Zollstock: Wagenkipper;

Ingenieur Fritz Walla, Direktor der Gesellschaft für Förderanlagen Ernst Heckel m. b. H., Saarbrücken: Zweischienige Bahnen mit Zugmittelantrieb;

Dr.-Ing. Ludwig Stelling, Oberingenieur der Firma Adolf Bleichert & Co., Leipzig: Handhängebahnen und Drahtseilbahnen;

Dipl.-Ing. Richard Stelling, Dresden: Elektrohängebahnen.

Ich spreche diesen Herren für die große Mühe und Sorgfalt, die sie der Arbeit gewidmet haben, auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aus.

Die dritte Auflage stellt nunmehr eine vollständige Neubearbeitung dar. Neben den konstruktiven Ausführungen sind auch die theoretischen Grundlagen und die wirtschaftlichen Gesichtspunkte<sup>1)</sup>

---

<sup>1)</sup> Nach der wirtschaftlichen Seite hin bildet mein ungefähr gleichzeitig in dritter Auflage im Springerschen Verlage erscheinendes Buch: „Billig Verladen und Fördern“ eine Ergänzung zu dem vorliegenden Werk.

ausführlicher als bisher behandelt worden. Im übrigen wurde, wie in den früheren Auflagen, dahin gestrebt, die Behandlung solcher Konstruktionseinzelheiten, die sich bereits an anderer Stelle, z. B. im allgemeinen Eisenbahnwagen- und Hebezeugbau, finden, nicht unnötig breit zu gestalten und dafür das für die Förderung von Massengütern Wesentliche hervorzuheben.

Der weitaus überwiegende Teil der Abbildungen ist neu angefertigt worden. Dem Verlage danke ich besonders dafür, daß er nach dieser Richtung keine Kosten gescheut und so dazu beigetragen hat, das Werk dem neuesten Stande der Technik anzupassen.

Charlottenburg, im Juli 1926.

Ahornallee 50.

**G. v. Hanffstengel.**

# Inhaltsverzeichnis.

## Wagen für Massengüter.

Bearbeitet von Gustav Laubenheimer.

A. Allgemeines . . . . .	1
B. Wagen mit Handentladung . . . . .	11
1. Offene Schmalspurwagen . . . . .	11
a) Kesselhauswagen . . . . .	11
b) Wagen für Land- und Forstwirtschaft und Kolonien . . . . .	11
2. Offene normalspurige Güterwagen . . . . .	15
a) 15 t- und 20 t-Wagen der Deutschen Reichsbahn . . . . .	15
b) Außerdeutsche offene Güterwagen . . . . .	16
C. Wagen mit Schnellentladung . . . . .	17
1. Güterwagen für Kreiselwipper . . . . .	17
2. Kippwagen . . . . .	18
a) Kippkarren . . . . .	20
b) Schmalspurige Muldenseitenkipper . . . . .	20
c) Schmalspurige Muldenvorderkipper . . . . .	20
d) Schmalspurige Rundkipper . . . . .	20
e) Kastenkippwagen . . . . .	21
f) Bodenkippwagen . . . . .	25
g) Kippwagen auf verwundenem Gleis . . . . .	27
3. Kübelwagen . . . . .	29
4. Kohlenstaubwagen . . . . .	30
5. Sonderbauarten . . . . .	32
D. Wagen mit Selbstentladung . . . . .	32
1. Bodentleerer . . . . .	34
a) Mit Klappenverschluß . . . . .	34
b) Mit Schieberverschluß . . . . .	36
2. Seitenentleerer . . . . .	38
a) Schrägbodenwagen für einseitige Entladung . . . . .	39
b) Sattelwagen für zweiseitige Entladung . . . . .	40
c) Talbot-Wagen mit wahlweiser Entladung nach beiden Seiten . . . . .	45
d) Wagen mit wahlweiser Entladung nach drei Seiten . . . . .	45
e) Flachboden-Selbstentlader . . . . .	48
f) Flachboden-Selbstentlader mit Bodentleerung . . . . .	53
g) Flachboden-Selbstentlader mit Boden- und Seitenentleerung . . . . .	53

**Wagenkipper.**

Bearbeitet von Hermann Schmarje.

A. Konstruktionselemente und Sicherheitsvorrichtungen . . .	55
B. Die Grundformen der Stirnkipper . . . . .	57
C. Beschreibung gebräuchlicher Stirnkipper-Bauarten . . . . .	67
1. Plattformkipper . . . . .	71
2. Hochkipper . . . . .	87
3. Fahr- und drehbare Kipper . . . . .	104
D. Seitenkipper . . . . .	112
E. Wipper . . . . .	113

**Zweischienige Bahnen mit Zugmittelantrieb.**

Bearbeitet von Fritz Walla.

A. Gesamtanordnung . . . . .	124
B. Der Antrieb . . . . .	131
C. Das Zugmittel . . . . .	142
D. Die Befestigung der Wagen am Zugmittel . . . . .	145
E. Die Führung des Zugmittels . . . . .	156
F. Sicherheitsvorrichtungen . . . . .	170
G. Förderleistung und Kraftverbrauch . . . . .	173
H. Wirtschaftlichkeit und Anwendbarkeit . . . . .	178
1. Förderung mit Pendelbetrieb . . . . .	179
a) Mit Vorder- und Hinterseil . . . . .	179
b) Mit offenem Seil (Schrägaufzüge und Bremsberge) . . . . .	179
2. Seilförderungen für stetigen Betrieb . . . . .	180
a) Seilschloßförderungen mit Oberseil . . . . .	180
b) Seilgabelförderungen mit Oberseil . . . . .	180
c) Knoten- und Kettenseilförderungen . . . . .	180
d) Seilförderungen mit Unterseil . . . . .	180
3. Kettenförderungen für stetigen Betrieb . . . . .	180
a) Mit Oberkette . . . . .	180
b) Oberkette mit Stößel . . . . .	181
c) Unterkette mit Mitnehmern . . . . .	181
d) Unterkette ohne Mitnehmer . . . . .	181
J. Seilrangieranlagen . . . . .	182
1. Rangieranlagen mit endlosem Seil . . . . .	183
2. Rangierwinden . . . . .	189
3. Rangierspill . . . . .	193

**Hängebahnen.**

Bearbeitet von Ludwig Stelling und Richard Stelling.

A. Handhängebahnen. Bearbeitet von Ludwig Stelling . . . . .	195
1. Einschienige Laufbahn . . . . .	195
2. Zweischienige Laufbahn . . . . .	207
B. Zweiseilbahnen. Bearbeitet von Ludwig Stelling . . . . .	210
1. Allgemeines . . . . .	210
2. Die Tragseile . . . . .	213

3. Das Zugseil . . . . .	218
4. Das Längsprofil . . . . .	221
5. Zugseilausrüstung und Antrieb . . . . .	230
6. Die Wagen . . . . .	242
7. Die Klemmvorrichtungen . . . . .	246
8. Selbsttätige Kurvenfahrt . . . . .	259
9. Stationen . . . . .	261
10. Bahnen mit selbsttätiger Entladung . . . . .	267
11. Schienenhängebahnen mit Zugseilbetrieb . . . . .	271
12. Pendelbahnen . . . . .	273
13. Ausgeführte Analgen . . . . .	275
C. Einseilbahnen. Bearbeitet von Ludwig Stelling . . . . .	282
D. Elektrohängebahnen. Bearbeitet von Richard Stelling . . . . .	288
1. Allgemeines . . . . .	288
2. Laufbahnen und Traggerüste . . . . .	291
3. Der Wagen . . . . .	297
a) Lauf- und Windwerke . . . . .	297
b) Fördergefäße . . . . .	298
4. Elektrische Einrichtungen . . . . .	300
a) Stromart und Spannung . . . . .	300
b) Die Motoren und Bremsen . . . . .	301
c) Die Steuerung . . . . .	303
5. Überwindung von Höhenunterschieden . . . . .	317
6. Leistung . . . . .	320
7. Sonderausführungen von Elektrohängebahnen . . . . .	323
8. Nicht selbsttätig arbeitende elektrische Hängebahnen . . . . .	328
a) Elektrozüge . . . . .	328
b) Bahnen mit Führerbegleitung . . . . .	330
E. Anwendung von Hängebahnen. Bearbeitet von Ludwig und Richard Stelling . . . . .	337

### Anhang:

1. Abkürzungen und Bezeichnungen . . . . .	342
2. Grundformeln . . . . .	342
3. Spezifische Gewichte . . . . .	343
a) Baustoffe . . . . .	343
b) Fördermaterialien . . . . .	343
4. Maßtabelle . . . . .	345
Verzeichnis der im Buche genannten Firmen . . . . .	345
Sachverzeichnis . . . . .	347

### Berichtigung.

In Abb. 402 sind beidemale die Worte Einkuppelstelle und Auskuppelstelle verwechselt.

# Wagen für Massengüter.

Bearbeitet von  
Oberregierungsbaurat **Gustav Laubenheimer**,  
Mitglied des Eisenbahnzentralamtes Berlin.

## A. Allgemeines.

Die Bedeutung der Wagenform für die Beförderung der Massengüter wird um so größer, je umfangreicher der Güterumschlag im Eisenbahnbetrieb oder in industriellen Anlagen sich gestaltet.

Da die örtliche Verteilung der Rohstoffe ein dauerndes Zusammenführen für die fabrikmäßige Gestaltung zu Fertigerzeugnissen erfordert und hierbei einer Reihe von Schüttgütern, wie Kohlen, Koks, Erze usw., ein starker Anteil an der gesamten Güterbewegung zukommt, so wird, wie Dr. W. Rathenau treffend sagt, „jeder Industrialismus ein Transportproblem“<sup>1)</sup>.

Die zweckmäßige Wahl der vorteilhaftesten Wagenbauart für den gerade vorliegenden Zweck muß also ein Faktor von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung werden. Die wirtschaftlichen Schwierigkeiten der Nachkriegszeit und das notgedrungene Streben der deutschen Industrie, die Wettbewerbsfähigkeit auf dem Weltmarkt wieder zu gewinnen und eine gesteigerte Ausfuhrmöglichkeit zu schaffen, zwingen in erster Linie dazu, die Fabrikations selbstkosten durch die Verringerung von unproduktiven Lohnausgaben herabzusetzen.

Die Hauptforderung bei dem Transport von Massengütern wird also die Ersparnis an Zeit und Geld.

Die letzte Forderung wird um so stärker, je mehr die tägliche Handarbeitsleistung eines Arbeiters gegen die Vorkriegszeit zurückgegangen ist.

Während in der Vorkriegszeit beim Ausschaufeln von Massengütern aus einem Eisenbahnwagen von einem Arbeiter eine Stundenleistung von 4—6 t erzielt wurde, war durch den Wegfall der Akkordarbeit die stündliche und infolge der Verkürzung der Arbeitszeit die tägliche Arbeitsleistung in noch verstärktem Maße gegenüber der Friedensleistung gesunken. Die Wiedereinführung des Akkordes und die Abkehr

---

<sup>1)</sup> Rathenau-Cauer: Massengüterbahnen.

vom Achtstundentag bringen die jetzige tägliche Leistung den Friedensverhältnissen wieder nahe. Nach den Angaben von Betriebsingenieur Bernhard Ludwig (Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1913, S. 805) betrug bei Akkordarbeit in den Münchener Gaswerken der Lohn für das Ausschaufeln einer Tonne Kohle bei 5 t Stundenleistung 18 Pfennig. Fast derselbe Lohn wird zur Zeit in Berlin für die gleiche Leistung bezahlt. In Abb. 1 sind die aus einer Reihe von

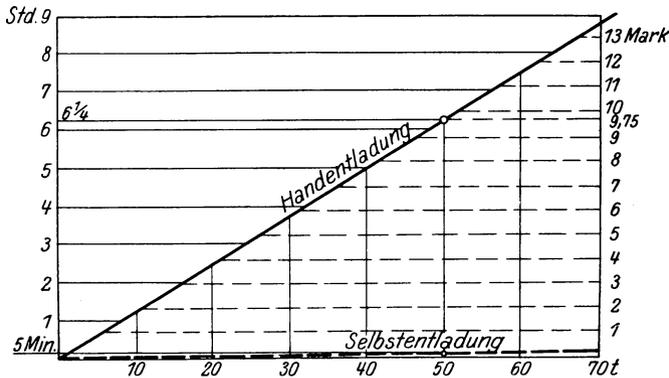


Abb. 1. Kosten für Hand- und Selbstentladung für 10—70 t Kohle.

Berliner Betrieben ermittelten Durchschnittskosten für das Entladen von Kohlen dargestellt.

Die Ausschaltung der langsamen und infolgedessen teureren Handarbeit durch mechanische Entladeverfahren hat sich natürlich am stärksten dort entwickelt, wo die Löhne der Handarbeiter am höchsten waren.

In der größtmöglichen Mechanisierung jeder Handarbeit beruhte zum Teil die amerikanische Wettbewerbsfähigkeit auf dem Weltmarkt. Dort hat man auch am frühesten erkannt, daß die zweckmäßigste Gestaltung der Massengütertransporte auf den Eisenbahnen und die hierdurch ermöglichte Verbilligung der Massengütertarife einen weiteren bedeutenden Faktor der Stützung der amerikanischen Industrie bedeutete.

Am billigsten wird der mechanische Entladevorgang, wenn man das Massengut selbst als Entladefaktor heranzieht. Während eine mechanische Entladung der Wagen durch Greifer, mittels Kübel und Kran, oder mit Kipper immer besondere maschinelle Anlagen mit motorischem Antrieb zur Voraussetzung hat, die besondere Betriebs-, Bedienungs- und Unterhaltungskosten verursachen, kommt man bei der Selbstentladung, wo die Schwerkraft des Massengutes selbst bei zweckentsprechender Wagenbauart die restlose Entladung bewirkt, ohne die

Aufwendung derartiger Kosten aus. Allerdings ist es im allgemeinen nötig, die für die vollständige Entladung der Wagen erforderliche Schütthöhe zu schaffen, was entweder durch eine Pfeilerbahn oder durch eine Absenkung des Bansen unter das Planum erreicht werden kann. Bei Bodenentleerern, bei denen das Schüttgut nach Öffnung des Wagenbodens durch das Gleis entladen wird, ist ein derartiger Höhenunterschied immer erforderlich. Es ist aber eine irrtümliche Auffassung, daß man für einen Selbstentladerbetrieb stets Pfeilergleise von 3 bis 4 m Höhe anlegen muß. Es hängt ganz davon ab, ob das Massengut auf Vorrat hochgestapelt werden soll, ob es sich um einen täglichen Umschlag handelt, bei dem man mit geringem Höhenunterschied auskommt, oder um eine Grube, aus der das Material durch einen Förderer stetig abgeführt wird. Da man heute Pfeilergleise ausnahmslos aus Beton (bzw. bei größeren Spannweiten aus Eisenbeton) errichten wird, der im Gegensatz zu Eisenkonstruktionen (Anstrich) keinerlei Unterhaltungskosten beansprucht, so handelt es sich hier nur um eine einmalige Kapitalaufwendung, die infolge der großen Ersparnisse gegenüber Handentladung bald getilgt wird. Im Gegensatz hierzu beanspruchen alle anderen mechanischen Umschlagsverfahren, die motorischen Antrieb benötigen, außer den Beträgen für Verzinsung und Tilgung dauernd laufende Betriebs-, Bedienungs- und Unterhaltungskosten.

Die große wirtschaftliche Überlegenheit der Selbstentlader gegen anderen Schnellentladebetrieb kennzeichnet Prof. Helm treffend dahin, daß keine noch so vollkommene mechanische Umschlagsvorrichtung (z. B. Schiffsentladung) jemals den Wirkungsgrad eines Selbstentladers erreichen wird, wo ein Mann mit einem Handgriff sofort eine restlose Entladung des gesamten Transportgefäßes bewirken kann. Wie groß die Überlegenheit der Ersparnisse an Zeit und Geld gegenüber der Handentladung ist, zeigt am eindringlichsten Abb. 1.

Die großen wirtschaftlichen Vorteile der Selbstentlader sind schon frühzeitig von der deutschen Industrie erkannt und in immer größerem Umfange im inneren Verkehr auf den größeren industriellen Werken ausgenutzt worden, während die Verwendung der Selbstentlader im Eisenbahnbetrieb auf Ausnahmefälle beschränkt blieb.

Der gesamte Umschlag der Saarkohlen in die Saarkähne im Hafen von Saarbrücken-Malstatt erfolgt schon seit den fünfziger Jahren ausschließlich mit Bodenentleerern, den sog. Saarbrückener Trichterwagen, die zwischen das Gleis entladen.

Die große allgemeine Verwendung als Privatwagen fanden in Deutschland die Selbstentlader erst durch die grundlegende Bauart der Waggonfabrik Gustav Talbot in Aachen, deren Selbstentlader das Gut seitwärts entladen und eine wahlweise Entladung nach der einen oder

anderen oder nach beiden Seiten zugleich ermöglichen. Die Schnelligkeit der Entladung gibt außer der Arbeitslohnersparnis noch den Vorteil, daß die Ausnutzung des Wagens selbst gesteigert und dadurch der Wagenumlauf — die Zeit von einer Beladung bis zur nächsten Beladung — entsprechend beschleunigt wird. Das ist von großer Bedeutung, weil dadurch einmal die Gesamtzahl der zur Beförderung einer bestimmten Menge Güter benötigten Wagen im Verhältnis des beschleunigten Wagenumlaufs vermindert und weil ferner die Räumung der Gleise, deren Entwicklung auf großen Werken oft beengt ist, schneller erfolgt und hiermit eine erwünschte größere Bewegungsfreiheit in den erforderlichen Rangierarbeiten geschaffen wird.

Es wird also neben der Ersparnis an Wagenbeschaffungskosten ein flüssigerer Betrieb auf den Werkgleisen ermöglicht, während bei Stockungen im inneren Rangiergeschäft oft Störungen im Fabrikationsfortschritt der einzelnen Werkstätten entstehen. Sodann können die Entlade- und Abstellgleise infolge der schnelleren Abfertigung und der geringeren Wagenzahl kleineren Umfang erhalten, woraus sich eine weitere Ersparnis ergibt.

Diese Vorteile sind gegen den höheren Anschaffungspreis der Selbstentlader oder die Kosten für einen Wagenkipper, mit dem die gewöhnlichen Güterwagen mit Kopfklappe bei größerem Massengüterumschlag gekippt werden, aufzurechnen.

Dabei ist aber ein Umstand nicht außer acht zu lassen. Einer der Hauptnachteile der ortsfesten Kipper besteht in dem Zwang, den Wagen immer an derselben Stelle zu entleeren. Bei einer Lagerung größerer Mengen der Massengüter müssen also noch mechanische Verschiebemöglichkeiten für die Güter in wagerechter Richtung geschaffen werden. Die beweglichen fahrbaren Kipper vermeiden zwar diesen Übelstand, werden aber infolge ihrer großen Gewichte teuer, schwerfällig und umständlich bei vermehrten Bedienungs- und Unterhaltungskosten. Beim Anschütten von Vorratslagern benötigen auch sie Pfeilergleise von kräftiger Bauart, um das große Gewicht von Kipper und Wagen aufnehmen zu können. Die Selbstentlader ermöglichen dagegen die Entladung unmittelbar an den beabsichtigten Lagerungstätten, was bei Bunkeranlagen sehr bedeutende Vereinfachungen ergibt.

Der Zwang, mit den gewöhnlichen Güterwagen ohne Selbstentladevorrichtungen Rohstoffe in großem Umfange beziehen zu müssen (z. B. Erze für Hochofenanlagen), führte deshalb in Deutschland oft zu sehr verwickelten und unwirtschaftlichen Fördersystemen<sup>1)</sup>. Daß die deutschen Eisenbahnverwaltungen nicht schon vor dem Weltkrieg Selbst-

---

<sup>1)</sup> Vgl. Glückauf 1921, Nr. 42, S. 1005.

entlader in größerem Umfange für den öffentlichen Verkehr beschafft haben, lag einmal an der Forderung des Verkehrsdienstes, der einen sowohl für Stückgüter wie für Selbstentladung gleich geeigneten, allgemein verwendbaren Wagen verlangte, was damals nicht zu erfüllen war, anderseits an dem mangelhaften Zusammenarbeiten zwischen den Verkehrsunternehmern mit den Verkehrstreibenden.

Die großen Vorteile der billigen und schnellen Entladung kamen fast ausschließlich den Verkehrstreibenden zugute, wenn es nicht gelang, wie es in wenigen Ausnahmefällen möglich war, durch einen schnellen Wagenumlauf, wie z. B. beim Minetteversand der lothringischen Gruben nach den Hüttenwerken an der Saar, für die Eisenbahn infolge erhöhter Ausnutzung der Wagen einen Ausgleich zu schaffen. Die größten früher gebauten Wagen von 15 bzw. 20 t Ladegewicht mit Selbstentladung, die ausschließlich nach dem System Talbot gebaut waren, hatten gegenüber den gewöhnlichen Güterwagen von gleicher Tragfähigkeit ein Mehrgewicht von 25 bis 30 vH, sie waren zudem um rd. 30 vH teurer und erforderten infolge ihres Entlademechanismus naturgemäß höhere Unterhaltungskosten als die gewöhnlichen Güterwagen. Dazu kam noch der Umstand, daß die Selbstentlader mit dreieckigem Querschnitt (Talbotwagen) nur für die Verfrachtung der Massengüter in Frage kamen und infolgedessen für den freizügigen Verkehr, auf den man besonderen Wert legte, nicht benutzt werden konnten.

Dabei erhielt aber die Eisenbahnverwaltung für die Frachten der in Selbstentladern beförderten Güter dieselbe Bezahlung wie für die Beförderung in gewöhnlichen Güterwagen, da der Gütertarif keine verschiedene Behandlung der beiden Beförderungsarten vorsieht.

Während also aus der Verwendung der Selbstentladewagen auf der einen Seite den Verkehrstreibenden ganz erhebliche Vorteile erwachsen, hatte die Eisenbahnverwaltung allein die ganzen Nachteile dieser volkswirtschaftlich so außerordentlich wertvollen Einrichtung zu tragen. Anstatt daß die Verkehrstreibenden für die Gestellung der Selbstentladung mit einem höheren Tarif, der den Gewinn zum Teil auch der Eisenbahnverwaltung zukommen ließ, einverstanden gewesen wären, verlangten sie teilweise noch Frachtvergünstigungen für Selbstentlader, weil hierdurch infolge der Anlage von Pfeilergleisen besondere Ausgaben entständen.

Erst mit den neuen Bauarten der 50 t-Großgüterwagen mit Selbstentladeeinrichtung betritt die Deutsche Reichsbahn eine neue Bahn.

Durch die Erhöhung der Tragfähigkeit läßt sich das bisher ungünstige Verhältnis von Nutzlast zur Totlast wesentlich günstiger gestalten. Diese Wagen bieten auch infolge ihrer sonstigen Vorteile, nicht zum wenigsten durch die Verkürzung ihrer Baulänge — bei 12 m Gesamt-

länge entfällt auf 1 t Ladegewicht nur 0,24 m Wagenlänge gegen 0,475 m bei dem 20 t-Wagen —, die Möglichkeit, die Organisation des Gütermassenverkehrs auf neuer Grundlage durchzuführen und den Großmassenverkehr der hauptsächlichsten Massenverkehrsgebiete in Pendelzügen von dem übrigen Verkehr loszulösen. Gleichzeitig sind bei den ersten Versuchsentwürfen außer reinen Selbstentladern Bauarten geschaffen worden, die als Flachbodenselbstentlader gekennzeichnet werden, d. h. Wagen, die wahlweise sowohl mit flachem Boden als gewöhnliche Güterwagen oder auch als Selbstentlader zur Beförderung von Schüttgütern Verwendung finden können<sup>1)</sup>.

Die Zukunft wird jedenfalls eine Scheidung der Verkehrsmittel nach den Verwendungszwecken bringen.

Es ist grundsätzlich unrichtig, den Güterwagen nur unter dem Gesichtspunkt der allgemeinen freizügigen Verwendbarkeit zu betrachten und dabei den bisher immer als Nachteil der Selbstentlader in den Vordergrund gerückten Leerlauf von 50 vH, der meist in der einen Fahrriehtung erfolgt, in Vergleich mit dem Gesamtlerlauf der Güterwagen, der in Deutschland vor dem Weltkrieg nur rd. 40 vH betrug, gegenüberzustellen.

Nach den neueren Untersuchungen<sup>2)</sup> ist zur Zeit bei 45 vH der Wagen ein Leerlauf nötig, während etwa 55 vH wieder beladen werden.

Zu einer einwandfreien Würdigung der Vorzüge der Großgüterwagen-Pendelzüge muß man die Gebiete betrachten, wo der Güterverkehr sich in Deutschland zusammendrängt (Ruhr-, Schlesien, die Saar- und die Braunkohlengebiete). Alle diese Gebiete schicken naturgemäß aus ihrem Bezirk mehr Güter hinaus, als sie empfangen. Infolgedessen muß ein großer Teil der dort zur Beladung benötigten Wagen leer zurückgeführt werden.

Das markanteste Beispiel in dieser Beziehung liefert der Duisburg-Ruhrorter Hafen: 70—72 vH aller dorthin mit Kohle und Koks beladen von den Ruhrzechen zufließenden Wagen müssen leer wieder den Zechen zurückgebracht werden.

In diesen Verkehrsbeziehungen der Gütermassengebiete liegt noch ein weites Feld für die Entwicklung der Pendelzüge mit Großselbstentladern. Es wird schon ein wesentlicher verkehrs- und betriebstechnischer Fortschritt geschaffen werden können, wenn man nur einen Teil des an und für sich unvermeidlichen Leerlaufs in Pendelzügen, in denen große Massen in möglichst wenig Wagen- und Zug-

<sup>1)</sup> Die ersten Großgüterwagen der D. R.-B. Z. V. d. I. v. 27. IX. 1922. — Der Eisenbahnwagenbau. Sonderausg. d. Verk. Woche Juli 1923. — Laubheimer: Die ersten Großgüterwagen der Deutschen Reichsbahn.

<sup>2)</sup> J ä n e c k e: Beschleunigung des Wagenumlaufs. Z. d. V. Deutsch. Eisenb.-Verw., Nr. 15 v. 10. IV. 1924.

einheiten zusammengedrängt werden sollen, erfassen kann. Jeder Eisenbahnbetrieb wird natürlich um so wirtschaftlicher, je mehr Güter mit einem Zuge befördert werden, weil hierdurch eine Höchstaussnutzung des Materials mit einem Mindestbedarf an Personal erreicht werden kann.

Das Bestreben, die Ausnutzungsfähigkeit eines Fahrzeuges durch die Vergrößerung seines Ladegewichts zu steigern und hierdurch eine Vereinfachung des Betriebes mit besserer Wirtschaftlichkeit zu schaffen, ist deshalb nicht allein bei den Eisenbahnverwaltungen, sondern auch bei der Privatindustrie, insbesondere bei den Privatwagen der Großindustrie, zu beachten. Dabei wird gleichzeitig eine Herabminderung des prozentualen Eigengewichts (Totlast) der Fahrzeuge erzielt. Es ist eine bekannte wagenbautechnische Tatsache, daß das Verhältnis von Nutzlast zur Totlast sich um so günstiger gestaltet, je größer die Tragfähigkeit eines Wagens ist, wobei gleichzeitig eine Verkürzung der aus diesen Wagen gebildeten Züge erzielt wird.

Abb. 2, 3 und 4 zeigen diese Auswirkung in bezug auf Gewicht und Länge eines Zuges von 1000 t Nutzlast (Kohlen) sowie die Ausnutzungsmöglichkeit eines Überholungsgleises bei Wagen von 10, 15, 20 und 50 t Ladegewicht. Naturgemäß ist bei Selbstentladern infolge der zusätzlichen Gewichte durch den Entlademechanismus das Verhältnis von Nutzlast zur Totlast immer ungünstiger als bei gewöhnlichen Güterwagen.

Man ersieht aber aus Abb. 3, daß es bei den neuesten Entwürfen der Großgüterwagen der Deutschen Reichsbahn gelungen ist, einen 50 t-Selbstentlader zu entwerfen, der in seinem Verhältnis von Nutzlast zur Totlast noch um ungefähr 10 vH günstiger ist als der gewöhnliche 20 t-Wagen, wobei noch der hohe volkswirtschaftliche Vorteil der schnellen und billigen Entladung gewonnen wurde.

Es stand von vornherein bei den leitenden Stellen der Reichsbahn fest, daß bei dem Bau der Großgüterwagen nur ein Großselbstentlader in Frage kommen konnte.

50 t Massengut von Hand ausschaufeln zu lassen, wenn die Möglichkeit gegeben war, dessen Entladung in schnellster und billigster Art mechanisch zu betätigen, wäre geradezu ein wirtschaftlicher Unfug gewesen.

Die Möglichkeit, größere Wagentypen zu schaffen, wird auch in Deutschland künftig durch den Übergang zu höheren Achsdrücken wesentlich erleichtert. Während bisher 15 t Achsdruck (7,5 t Raddruck) und 3,6 t/lfd. m Längenbelastung die höchst zulässigen Grenzen waren, werden künftig für die Hauptstrecken, auf denen der Massverkehr sich abspielt, 20 t Achsdruck (10 t Raddruck) bei einer Längenbelastung bis 8 t/lfd. m zugelassen werden.

Derartig erhöhte spezifische Belastungen des Oberbaues und der Brücken ermöglichten auch allein, in den Vereinigten Staaten von Nordamerika schon im Anfange der neunziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts zu vierachsigen Wagen von 45 t Ladegewicht (100 000 lbs.) überzugehen und schwere Güterzüge mit starken Lokomotiven zu fahren.

Man hat dort seitdem die Tragfähigkeit ständig weiter entwickelt und in dem Virginian-Wagen mit 120 t (amerik. t) Tragfähigkeit den

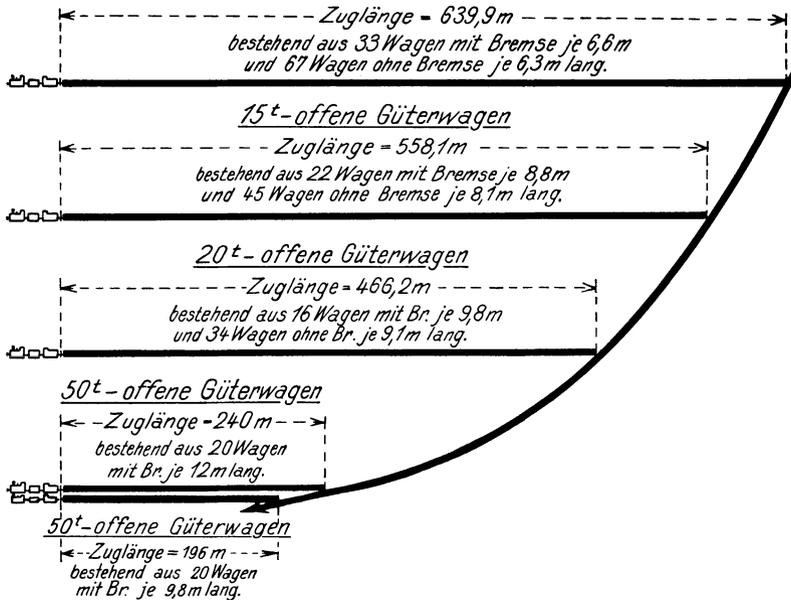


Abb. 2. Zuglängen eines Güterzuges zur Beförderung von 1000 t Kohle.

größten sechsachsigen Güterwagen der Welt erreicht, der bei 15,5 m Gesamtlänge, einer Längenbelastung von 9,6 t/m und 12 t Raddruck nur 35,5 t Eigengewicht besitzt (Abb. 14).

Man hat damit aber auch einen Wagen geschaffen, der hinsichtlich der Ausnutzung der Ladefähigkeit für 1 m Länge sowie in bezug auf das Verhältnis von Totlast zur Nutzlast mit 32,5 vH die höchst bisher erreichte Ausnutzungsmöglichkeit ergeben hat.

Dieser Wagen ist ohne Selbstentladung gebaut. Er wird in geschlossenen Pendelzügen bis zu 15 000 t (amerik. t) Gesamtbelastung zur Kohlenverfrachtung nach dem Hafen von Norfolk verwendet, wo er mit Kipper um seine Längsachse gekippt wird. Die amerikanischen Großgüterwagen, auch die Selbstentlader, sind mit ausgiebiger Verwendung von Preßblechen und Stahlgußteilen zur Herabminderung des Eigengewichts

entworfen, während man bei den europäischen Güterwagen im allgemeinen wegen der leichteren Ausbesserungsfähigkeit der beschädigten Wagen Walzeisenprofile anwendet; Wagen mit gepreßten Langträgern sind, insbesondere bei schweren Beschädigungen, wie sie durch Entgleisungen entstehen, nur mit verhältnismäßig hohen Kosten wiederherzustellen.

Die amerikanischen Eisenbahnen bevorzugten bei den Selbstentladern bisher im allgemeinen die Bodenentleerer; erst neuerdings

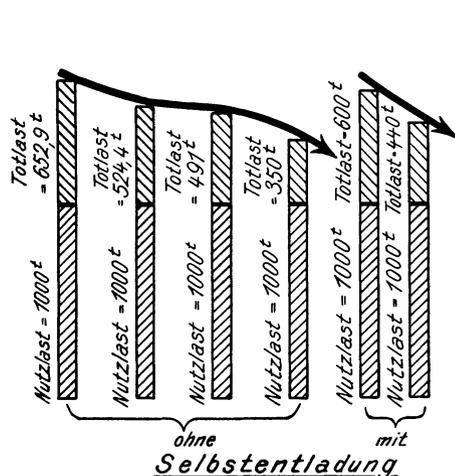


Abb. 3. Darstellung des Verhältnisses der Totlast zur Nutzlast der Güterwagen.

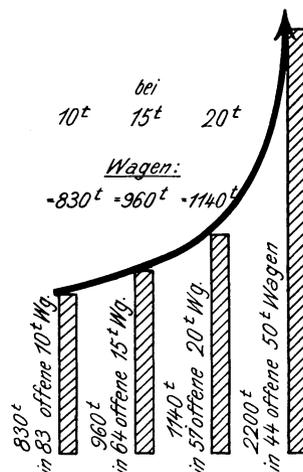


Abb. 4. Aufnahme eines normalen Überholungsgleises von 550 m Länge an Kohlenfracht.

werden in zunehmendem Maße Seitentlader von den verschiedensten Bauarten verwendet, die sich oft durch die Verwendung sehr einfacher und eigenartiger Einzelheiten, insbesondere bei den Verschlußvorrichtungen, auszeichnen. Die Bodenentleerer haben den Vorzug, einen größeren Fassungsraum des Wagens zu ermöglichen, weil man den Wagenkasten zwischen den Achsen herunterziehen kann. Da außerdem bei ihnen keine Durchbrechung der Wände durch Entladeklappen, wie sie bei den Seitentladern nötig sind, erforderlich wird, so lassen sich die Seitenwände als Tragelemente der Wagenkasten ausbilden, was eine leichte Wagenkonstruktion ergibt.

Der Nachteil gegenüber den Seitentladern besteht in der Hauptsache in dem kleinen Schüttkegel des entladenen Gutes, wie aus Abb. 53 und 54 ersichtlich ist. Bei der Beschickung größerer Lagerflächen werden also mehr Pfeilergleise erforderlich als bei den Seitentladern.

Da die Bodenentleerer vielfach bei steilen Rutschflächen einen nach unten sich verjüngenden Querschnitt besitzen, ist oft die Entladung der auf der Fahrt durch die Erschütterungen sich verdichtenden Massengüter durch „Brückenbildung“ erschwert, während bei der Sattelausbildung der Seitenentleerer das Gut divergiert.

Wenn hier die bei der Entladung aufschwingenden Klappen genügend Durchflußquerschnitt freigeben, wird die Gefahr der Brückenbildung vermieden. Immerhin eignen sich im allgemeinen die Selbstentlader mit feststehendem Sattel nur für Schüttgüter mit guten Entladeeigenschaften, also bei körnigen, nicht backenden und klebenden Stoffen mit kleinem Abrutschwinkel, wie Nußkohlen, Stückkohlen, Schotter usw. In diesen Fällen kommt man mit Neigungswinkeln von 40 bis 45° aus.

Bei schwerer zu entladenden Gütern, z. B. Koks, Gruskohle, Braunkohle, Lehm, Abraumgut u. dgl., muß man zu steileren Winkeln übergehen, wodurch der Wageninhalt verkleinert und das Ladegewicht des Wagens herabgesetzt wird.

Bei stark klebenden, besonders bei feuchten Schüttgütern, die im Winter an den Wagenwänden festfrieren, führt oft auch die steilere Neigung der Rutschflächen nicht zum Ziel.

Hier werden neuerdings besonders im Abraumbetrieb Kippwagen angewendet, bei denen der ganze Wagenkasten seitlich umgekippt wird. Am besten entladen die Wagen, bei denen das Ladegut aufgebrochen wird. Hier bildet sich entweder durch ein teilweises Zusammenklappen des ursprünglich leeren Bodens erst im Augenblicke der Entladung ein Sattel, oder der Wagenboden wird einseitig zwischen den Wagenwänden hochgezogen, wobei sich die eine Wand als Entladeklappe öffnet.

Die Verschlüsse der Selbstentlader bestehen entweder aus freiausschwingenden Klappen, wenn es sich um eine schnelle restlose Entladung handelt, oder aus Schiebern, wenn es sich darum handelt, den Ausflußstrom des Massengutes regeln zu können, wie es z. B. bei den Wagen für Gleisbeschotterung erforderlich wird.

Die Betätigung der Verschlüsse geschieht meist so, daß das Verschlussgestänge in eine Totlage gebracht wird. Sicherungen gegen unbeabsichtigtes Entladen werden in den verschiedensten Ausführungen angeordnet.

Durch die Betätigung der Verschlüsse mit Preßluft von der Lokomotive aus, wie sie in Amerika vielfach vorgesehen wird, läßt sich in schnellster Weise die Entladung eines ganzen Zuges auf einer Entladebrücke ausführen. Die Schnelligkeit der Entladung ganzer Züge wird dadurch wesentlich gesteigert und die Beladung von Erzschiffen, z. B. im Hafen von Duluth-Superior in kürzester Zeit durchgeführt, wo in

einem Erzdock der Duluth and Iron Range R. R. Company am 10. Oktober 1909 ein Dampfer in 39 Minuten mit 10 000 t Erz beladen wurde<sup>1)</sup> 2)). Die neuesten Wagentypen zur Beförderung von Massengut stellen die Kohlenstaubwagen dar, die erst im Anfangsstadium ihrer Entwicklung stehen. Bei der großen wirtschaftlichen Überlegenheit, welche die Kohlenstaubfeuerung kennzeichnet, gewinnt die Beförderungsfrage dieses besonders bei Braunkohle infolge der leichten Selbstentzündung des Staubes sorgfältig zu behandelnden Massengutes besondere Bedeutung.

## B. Wagen mit Handentladung.

### 1. Offene Schmalspurwagen.

#### a) Kesselhauswagen.

Fast die Hälfte des gesamten deutschen Güterverkehrs besteht in der Kohlenbeförderung, die sich vom Massentransport in die kleinsten Mengen verastelt. Für die Beförderung der Kohlen von dem Kohlenlager zu den Kesselfeuerungen, soweit sie noch mit Hand beschickt werden, verwendet man vorteilhaft kleine von Hand bewegte Wagen, bei denen man die Kohlen aus einer unteren Füllöffnung bequem mit der Schaufel entnehmen kann, ohne daß ein Ausschütten der Kohlen auf den Boden erforderlich wird. Eine der gebräuchlichsten Art zeigt Abb. 5. Die dreiräderigen Handfuhrwagen, die nicht auf Schienen laufen, sind ihrer größeren Beweglichkeit wegen den vierräderigen Wagen, die infolge der Schienenführung nur an bestimmte Wege gebunden sind, meist vorzuziehen.



Abb. 5. Kesselhauswagen mit seitlicher Öffnung, Bauart Gebr. Koettgen, Bergisch-Gladbach.

Um ein leichteres Fahren herbeizuführen, wendet man neuerdings vielfach Rollen- oder Kugellager bei diesen Wagen an.

#### b) Wagen für Land- und Forstwirtschaft und Kolonien.

Auch bei den von Pferden gezogenen Schmalspurwagen, die in der Landwirtschaft und besonders im Plantagenbau der Kolonien verwendet werden, geht man im Interesse einer höheren Leistungsfähigkeit

<sup>1)</sup> Organ Fortschr. Eisenbahnw. 1920, Heft 16 u. 17.

<sup>2)</sup> Pietrkowski, Albert: Die Kosten der Umladung von Massengütern. Techn. Wirtsch. 1917, Heft 5.

der Betriebe immer mehr zur Verwendung von Wälzlagern über. Abb. 6 zeigt einen von Orenstein & Koppel in Berlin gebauten vierachsigen Kastenwagen mit hölzernem Untergestell von 75 Zentner Tragfähigkeit bei 2 cbm Inhalt, für 60 cm Spur. Bei normalem Gelände können 2 Pferde 3 beladene Wagen ziehen, was eine Nutzlast von 6 cbm bzw. 10 000 kg ergibt.

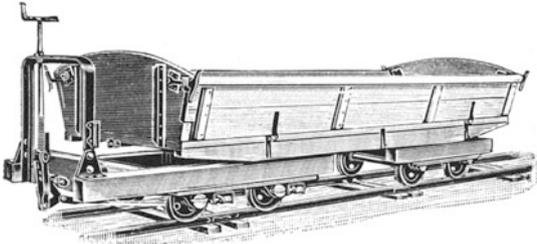


Abb. 6. Kastenwagen für Landwirtschaft, Bauart Orenstein & Koppel.

Die Wagen können trotz ihrer Länge die kleinsten Kurven mit Leichtigkeit passieren.

Die Wagen können trotz ihrer Länge die kleinsten Kurven mit Leichtigkeit passieren.

Sie werden auf größeren Gütern, hauptsächlich zu den umfangreichen Transporten von Zuckerrüben, verwendet, wie sie nicht nur im östlichen Deutschland, sondern auch in den Randstaaten des früheren Rußland, vorzugsweise in Polen, durchgeführt werden. Zur mecha-

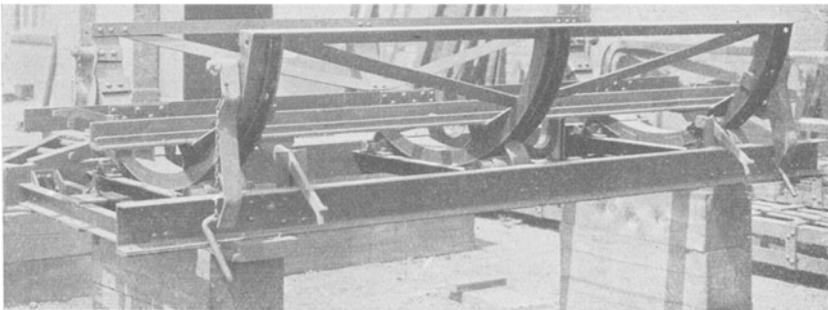


Abb. 7. Kippvorrichtung für Feldbahn, Bauart Orenstein & Koppel.

nischen Entladung dieser Feldbahnwagen haben Orenstein & Koppel eine Kippvorrichtung (D. R. P., Abb. 7) konstruiert, die es ermöglicht, das sonst kostspielige und zeitraubende Umladen von Rüben und landwirtschaftlichen Erzeugnissen aller Art in wenigen Minuten und mit geringen Kosten zu bewerkstelligen.

Während das Herausschaufeln der Rüben, Kartoffeln usw. aus einem Feldbahnwagen, je nach Übung der Leute, etwa 10 bis 15 Minuten bei Verwendung von 2 Arbeitern beansprucht, kann mittels dieser Kippvorrichtung ein Wagen, einschließlich der Zeit für das Einfahren in die Kippe, von 1 bis 2 Leuten in 2 Minuten entleert werden (Abb. 8).

In der Forstwirtschaft dienen Waldbahnwagen, welche durch die Verbindung von 2 Untergestellen (Trucks) zu einem Wagen ver-

einigt werden, zum Transport von Stammholz, Scheitholz, Knüppeln und Brettern. Zum Transport von Langholz werden die Untergestelle



Abb. 8. Entladen der Rüben aus einem Feldbahnwagen mittels Kippvorrichtung in Landwagen.

mit einem Drehschemel versehen, der aus 2 U-Eisen besteht, zwischen welche Spitzen genietet sind, um den Hölzern eine feste Lagerung

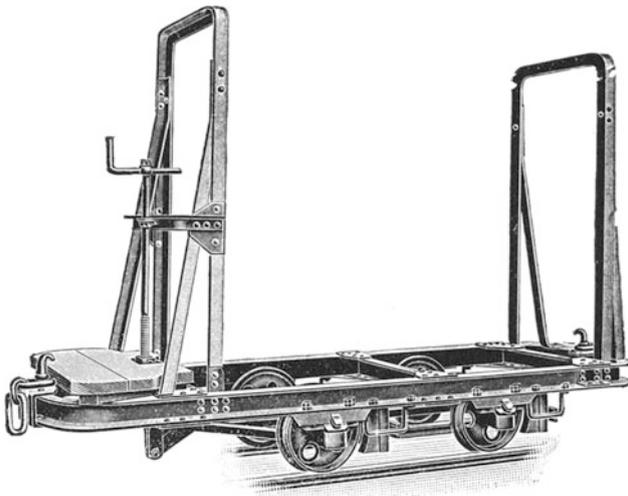


Abb. 9. Untergestell für Waldbahnwagen, Bauart Orenstein & Koppel.

zu geben. Für Scheitholztransporte werden die Rungen der Drehschemel abgenommen und an deren Stelle ein hölzernes Gerüst für die

Lagerung des Scheitholzes aufgesetzt, das an Ort und Stelle leicht hergestellt werden kann (Abb. 9). Diese Wagen haben für Länder mit großen Waldgebieten, wie Rumänien, Rußland usw., wo das Holz

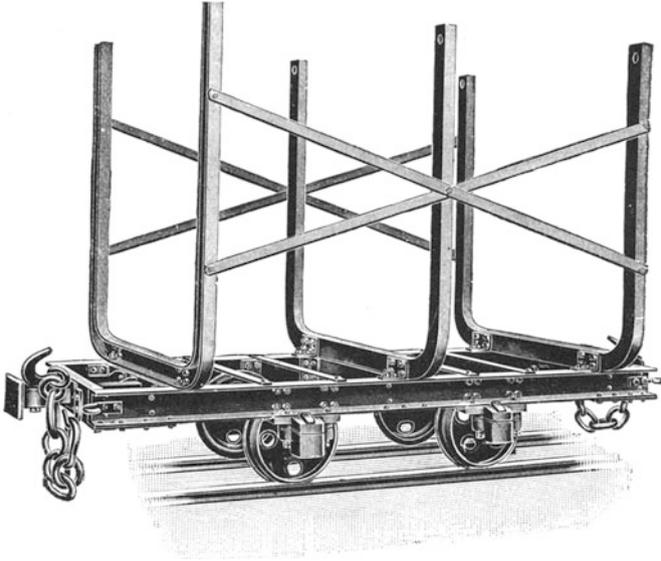


Abb. 10. Zweiachs. schmalspuriger Zuckerrohrwagen, Bauart Orenstein & Koppel.

auf Privatbahnen von großer Länge, die oft 100 und mehr Kilometer betragen, in großen Massen befördert wird, eine außerordentliche Bedeutung.

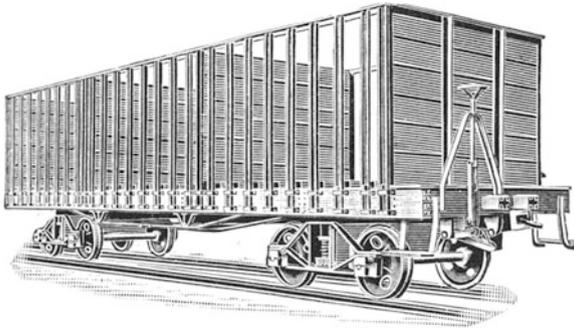


Abb. 11. Vierachs. normalspuriger Zuckerrohrwagen, Bauart Orenstein & Koppel.

In der Plantagenwirtschaft der Kolonien in den Tropen (Java, Ägypten, Südafrika, Südamerika, Mexiko, Mauritius u. a.) nimmt die Beförderung des Zuckerrohres in den dortigen Massentransporten die erste Stelle ein. Eine viel gebräuchliche Type für Schmalspurwagen auf den Plantagen zeigt Abb. 10. Das Rohr wird in Bündeln zwischen

die U-förmig gebogenen Rungen geladen und im allgemeinen von Hand oder mit Kran entladen.

In Südamerika laufen auf den Hauptbahnen Spezialzuckerrohrwagen, und zwar entweder mit Gitterwänden (Abb. 11) oder mit festen geschlossenen Wänden bzw. mit aufklappbaren Rungen. Die Entladung erfolgt bei diesen Wagen entweder auf Kippbühnen oder durch Selbstentladung bei Verwendung von Wagen mit einseitig oder zweiseitig geneigtem Boden oder mit Hilfe von mechanisch angetriebenen Kratzern.

## 2. Offene normalspurige Güterwagen.

### a) 15 t- und 20 t-Wagen der Deutschen Reichsbahn.

Die große Anzahl der offenen Güterwagentypen, die bei den früheren deutschen Eisenbahnverwaltungen vorhanden waren und große Re-

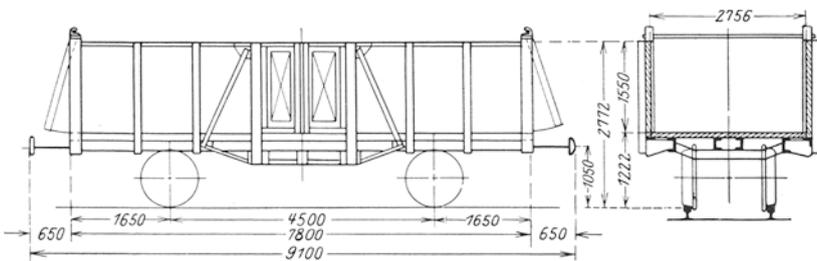


Abb. 12. Offener Güterwagen von 20 t Ladegewicht, Längsansicht.

Abb. 13. Offener Güterwagen von 20 t Ladegewicht, Stirnansicht.

paraturverzögerungen infolge Mangels an Reserveteilen der freizügigen Güterwagen verursachten, ist bei der Deutschen Reichsbahn auf eine kleine Zahl sog. „Einheitswagen“ zurückgeführt worden. Entsprechend den neuen Normungsbestrebungen wird der „Austauschbau“ angestrebt, der zur Zeit bei den offenen 20 t-Güterwagen nach Musterblatt A. 10. durchgeführt wird. Von offenen Güterwagen für Massengutbeförderung werden künftig nur noch die Bauarten:

1. der 15 t-Wagen nach Musterblatt A. 1.,
2. der 15 t-eiserne Kohlenwagen nach Musterblatt A. 6.,
3. der 20 t-Wagen nach Musterblatt A. 10.,
4. der 50 t-Großgüterwagen

hergestellt.

Die früher in großem Umfange vorhandenen O-Wagen von 10 t und 12,5 t Ladegewicht werden allmählich aussterben. Abb. 12 und 13 zeigen den 20 t-Wagen neuester Bauart. Die wesentlichsten Versuchsbauarten der Großgüterwagen sind in Abb. 82 bis 86 und Abb. 101 bis 107 wiedergegeben.

Für die Entladung großer mit offenen Güterwagen beförderten Massen in den Häfen und industriellen Anlagen sind die Bauarten zu 1 bis 3 mit Kopfkappen und Daumenwellenschluß ausgebildet, um die Wagen über Kopf kippen zu können (Abb. 12 und 13). Die Großgüterwagen (Bauart 4) sind ausnahmslos als Selbstentlader mit Seitenentleerung entworfen worden.

Für Massengüter, wie z. B. Kalk, sind in großer Zahl sog. „Kalkwagen“ vorhanden, während Getreide ausnahmslos in sog. G-Wagen (gedeckte Güterwagen) von 15 t Ladegewicht verladen wird. Für einen Massenbezug von Kalkstein für Hochofenbetrieb werden zweckmäßig Kübelwagen mit geschlossenen Kübeln verwandt, wie sie für die Thyssenschen Hochöfen zwischen Wülfrath und Oberhausen West-Hamborn verkehren.

Kalisalze, Düngemittel und Kartoffeln werden ebenfalls möglichst in G-Wagen befördert, wenn nicht der chronische Mangel an G-Wagen zur Gestellung von O-Wagen zwingt. Bei Kali ist das sehr unerwünscht, weil bei Regenwetter nicht allein ein Verlust an Kali eintritt, sondern vor allem durch das Zusammensintern des Kalis die Entladung sehr erschwert und verteuert wird. Die Verfrachtung in geeigneten Selbstentladern und der Umschlag der Kalisalze in den Hafenanlagen mit mechanischen Fördereinrichtungen ist eine bisher noch ungelöste Transportfrage; der jetzige Handbetrieb ist sehr umständlich und kostspielig.

#### b) Außerdeutsche offene Güterwagen.

Das Bestreben sämtlicher Eisenbahnverwaltungen im Interesse einer größeren Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit ihres Güterverkehrs geht allgemein dahin, durch die Erhöhung der Tragfähigkeit der offenen Wagen für den Massengüterverkehr eine möglichst große Auslastung der Güterzüge zu ermöglichen.

Während Deutschland seit ungefähr 15 Jahren vorzugsweise den 20 t-Wagen baute und hierdurch die Leistungsfähigkeit der Verschiebebahnhöfe und Umschlagfähigkeit der Hafenkipperr beträchtlich gesteigert hat, ist England mit den vielen kleinen Wageneinheiten seiner rund 60 vH betragenden Privatwagen stark im Rückstand und bietet jetzt den Privatwagenbesitzern bei Verfrachtung in 20 t-Wagen besondere Vorzugstarife, um eine Anregung zur Beschaffung größerer Wageneinheiten zu schaffen. Die französischen Bahnen sind nur mit einer geringen Anzahl Talbotwagen von 40 t Ladegewicht über die 20 t-Wagentragfähigkeit hinausgegangen. Selbst die südafrikanischen Eisenbahnen, die nur über die Kapspur (1,06 m) verfügen, sind schon zum Bau von offenen Wagen von 50 t Ladegewicht übergegangen. Vorbildlich in dieser Beziehung sind die amerikanischen Eisenbahnen,

die nur vierachsige Wagen im Betrieb haben. Der dortige Einheitswagen (Gondola-Car von 100 000 lbs) von 45 t Ladegewicht, der sich seit Beginn der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts im Betriebe befindet und den größten Teil der Massengüter befördert, ist im Laufe



Abb. 14. Virginian-Wagen von 120 t Ladegewicht.

der Zeit durch stetig vergrößerte Bauarten längst überholt. Wagen von 60, 80 und 100 t Ladegewicht mit und ohne Selbstentladung sind in den letzten Jahren in immer größerem Umfange gebaut worden. Die Virginian-Railway hat mit ihrem 120 t (amerikanische Tonnen)-Wagen (Abb. 14) den bis jetzt größten Güterwagen der Welt im Verkehr. Inzwischen hat die Virginian-Railway einen neuen Kohlenpier in Norfolk gebaut, der für den Kohlenumschlag mit 150 t-Wagen berechnet wurde.

### C. Wagen mit Schnellentladung.

So weit man die Entladung der Massengüter nicht durch die Schwerkraft der Massen selbst, wie bei den Selbstentladern, bewerkstelligen kann, sucht man zur Vermeidung der teuren Handentladung durch geeignete Vorrichtungen möglichst eine Schnellentladung zu erreichen.

Für den Großmassenumschlag bedient man sich hierzu im allgemeinen der Kipper (s. Abschnitt 2), die in Deutschland meist die Wagen über Kopf kippen, während die großen amerikanischen Wagen fast ausnahmslos um die Längsachse gekippt werden.

Ein Kippen um die Längsachse wird in Europa vorzugsweise bei kleinen Fahrzeugen angewendet, die sich auf Kreisel- oder Kopfwipper leicht um  $180^\circ$  drehen lassen.

#### 1. Güterwagen für Kreiselwipper.

Die früher häufige Bauart der hölzernen Grubenwagen ist neuerdings durch die eisernen Wagen verdrängt worden, da sie einen größeren Inhalt und größere Haltbar-

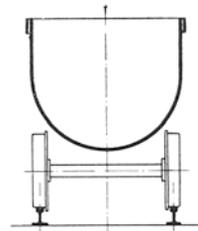


Abb. 15. Neuer Typ der Grubenwagen.

keit bieten und die Ausnützung des Raumes zwischen den Rädern ermöglichen (Abb. 15).

## 2. Kippwagen.

Die Kippwagen sind dadurch gekennzeichnet, daß der Wagenkasten

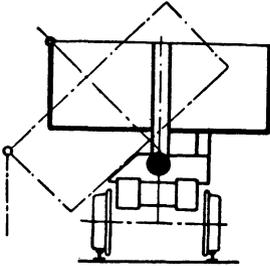


Abb. 16. Einzapfen-Kastenkippwagen, Bauart Orenstein & Koppel.

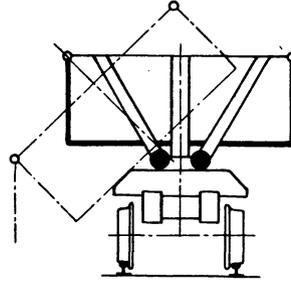


Abb. 17. Zweizapfen-Kastenkippwagen, Bauart Orenstein & Koppel.

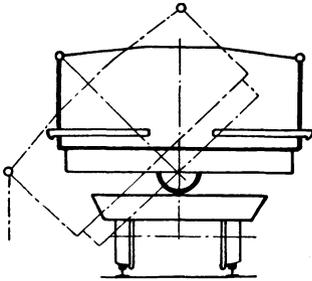


Abb. 18. Wiegekastenkippwagen, Bauart Orenstein & Koppel.

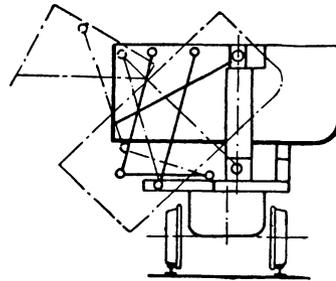


Abb. 19. Einseitiger selbsttätiger Kastenkippwagen, Bauart Orenstein & Koppel.

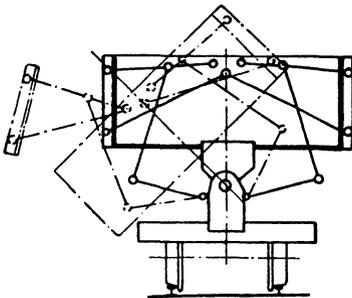


Abb. 20. Zweiseitiger selbsttätiger Kastenkippwagen, Bauart Orenstein & Koppel.

gegen das Untergestell in eine Schräglage gebracht und hierbei die Schüttmasse entladen wird. Der zur Aufnahme des Gutes dienende Behälter kann bei Kippwagen ausgeführt werden als Mulde, als tiefer Kasten mit Rechteckquerschnitt — in diesem Falle ist mindestens eine Wand als Klappe auszubilden — oder als flacher Kasten, der nach einer oder zwei Seiten schnabelartig aus-

ladet und beim Kippen dem Material eine schräge Rutschfläche bietet. Die Drehachse liegt parallel oder quer zu den Schienen (Seiten-

bzw. Vorderkipper). Beim Kippen bilden 1, 2, 4 Zapfen oder 2 aufeinander wiegende Flächen (Wiege) die Stützung des Behälters. Abb. 16 bis 20 zeigen die grundsätzlichen Anordnungen der gebräuchlichsten Kastenkipper, wie sie heute allgemein, besonders von Bauunternehmern für Erdtransporte, Abraumgut u. dgl. benutzt werden.

Wichtig ist, solange es sich nicht um ganz kleine Lasten handelt, daß der Schwerpunkt des Wagenkastens sich beim Kippen annähernd wagerecht bewegt, da sonst bei der Vor- und Rückbewegung Kraft zum Heben des Schwerpunktes aufgewandt werden muß. Nur bei maschinellem Betrieb (Preßluft) ist es zulässig, von diesem Grundsatz abzugehen, wenn dadurch die Konstruktion vereinfacht wird oder andere Vorteile sich ergeben. Bei neueren Kastenkippern, hauptsächlich im Abraumbetrieb, bildet man deshalb die Konstruktion so aus, daß nach Lösung des Verschlusses ein selbsttätiges Kippen eintritt.

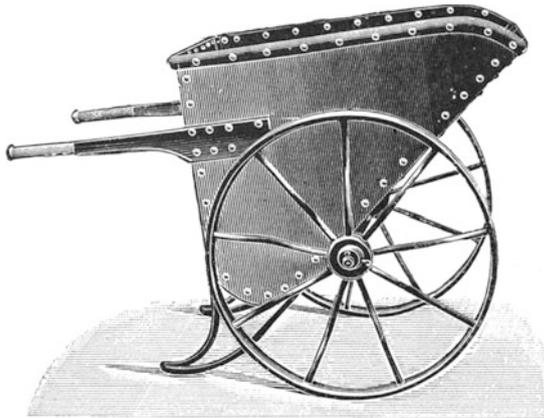


Abb. 21. Zweirädrige Kippkarre.

#### a) Kippkarren.

Der einfachste Kippwagen ist die zweirädrige Kippkarre, deren Laufachse zugleich die Kippachse ist (Abb. 21).

#### b) Schmalspurige Muldenseitenkipper.

Das Ladegut wird seitlich ausgeschüttet, ohne daß das Gleis verschüttet wird. Die kleineren Typen (Abb. 22) werden in den Größen von  $\frac{1}{3}$  bis 1 cbm Inhalt gebaut. Die von Orenstein & Koppel angewandte Verschlußvorrichtung (D. R. P. 228 283) gestattet ein Festhalten der Mulde in halber Kippstellung.

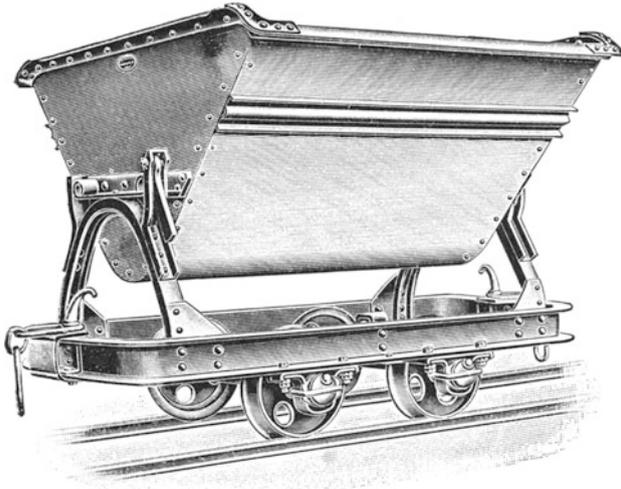


Abb. 22. Leichter Schmalspur-Mulden-Seitenkipper  
( $\frac{1}{3}$ —1 cbm Inhalt von Orenstein & Koppel).

Auch größere Muldenseitenkipper von 4 cbm Inhalt werden für den schweren Werksbetrieb zum Transport von Erzen, Schlacken, Roheisen usw. verwendet.

c) Schmalspurige Muldenvorderkipper (Abb. 23) können bei beschränktem Raum vorteilhaft sein, weil sie geringere Breite haben, verschütten aber beim Ausstürzen das Gleis, falls nicht beispielsweise am Ende einer Hochbahn entladen wird.

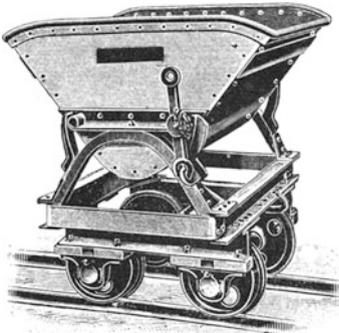


Abb. 23. Schmalspuriger Mulden-  
vorderkipper, Bauart Orenstein  
& Koppel.

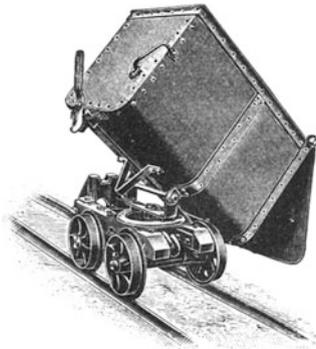


Abb. 24. Schmalspuriger Rund-  
kipper als Grubenwagen, Bauart  
Orenstein & Koppel.

d) Schmalspurige Rundkipper (Abb. 24), deren Kasten durch ein Scharnier mit einer Drehscheibe verbunden ist, gestatten ein Verladen nach beliebiger Richtung.

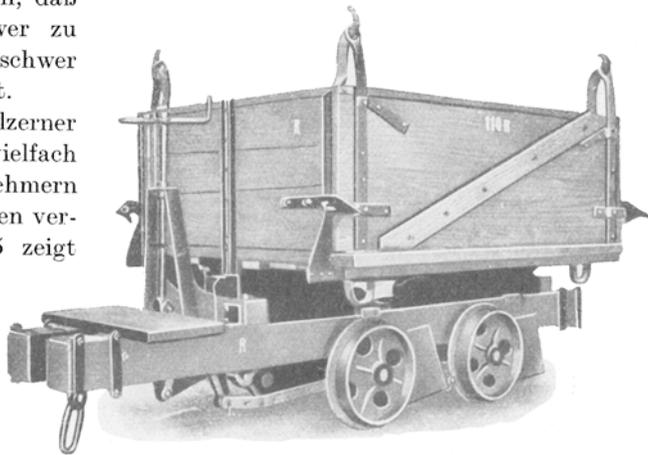
Am häufigsten werden die Muldenseitenkipper, sowohl im Baubetrieb als auch in Werk- und Hüttenbetrieben benutzt.

Die Muldenwagen werden häufig so eingerichtet, daß der Behälter durch einen Kran vom Gestell abgehoben und beispielsweise in ein Schiff zum Beladen niedergelassen werden kann. Die Mulde erhält dann Füße zum Aufsetzen und Ösen zum Einhängen der Kranhaken.

#### e) Kastenkippwagen.

**α) Der Einzapfenkastenkipper** (Abb. 16) ist der einfachste Kippwagen, der im allgemeinen nur für einseitige Entladung in Anwendung kommt. Er gestattet eine besonders einfache und billige Bauart, hat aber den Nachteil, daß er beladen schwer zu kippen und leer schwer zurückzuholen ist.

Er wird in hölzerner Bauart noch vielfach von Bauunternehmern bei Erdbewegungen verwendet. Abb. 25 zeigt einen derartigen einfachen hölzernen Kastenkipper. Der Kasten ist auf jeder Seite mit 2 Ösen zum Einstecken der



Kippstangen      Abb. 25. Hölzerner Kastenkippwagen von 2,5 cbm Inhalt, Bauart Friedenshütter Feld- und Kleinbahnbedarfsgesellschaft.

**β) Der Zweizapfenkipper** (Abb. 17) kommt für zweiseitige Entladung in Frage und hat ungefähr dieselben Vor- und Nachteile wie der Einzapfenkipper. Abb. 26 zeigt einen als Zweizapfenkipper gebauten schmalspurigen Minenwagen. Da beim Einzapfenkipper der Schwerpunkt beim Schrägstellen gesenkt, beim Zweizapfenkipper zunächst gehoben werden muß, läßt sich im ersten Falle der Kasten schwer zurückbringen, im anderen Falle der volle Kasten schwer kippen. Zapfenkipper sind deshalb für große Lasten bei Handbetrieb überhaupt nicht zu gebrauchen, können aber vorteilhaft sein, wenn eine motorische Antriebskraft zur Verfügung steht. In Amerika sind solche Wagen mit in der Mitte liegender Kippachse und Antrieb durch einen Preßluftzylinder, wobei die seitlichen Türen ebenfalls durch Preßluft geöffnet werden, in Betrieb und werden bei großen Erdbewegungen gern verwendet, u. a. beim Bau des Panamakanals gebraucht.

γ) Der Vierzapfenkipper wird vorzugsweise als Minenwagen für Südafrika gebaut, wo er sehr beliebt ist, weil er gegenüber dem Zweizapfenkipper eine leichtere Bewegung und größere Wurfweite gestattet; er bildet den Übergang zum Wiegekipper, da die 4 Zapfen 4 Punkte einer Wiege bilden.

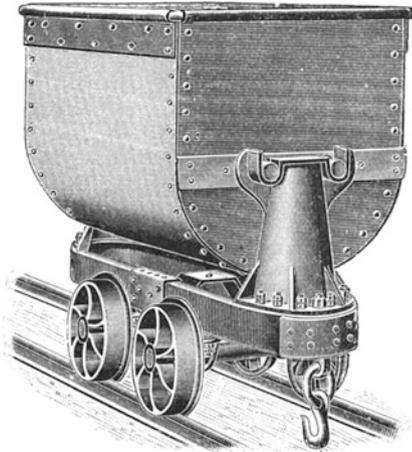


Abb. 26. Zweizapfen-Minenkipperwagen, Bauart Orenstein & Koppel.

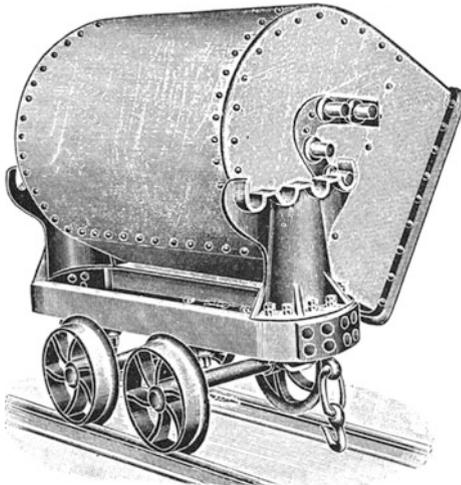


Abb. 27. Vierzapfenkipper (Minenwagen) in Kippstellung, Bauart Orenstein & Koppel.

sicherheit beim Kippen wegen mit 2 getrennten Kasten von 7,5 t ausgeführt.

Abb. 29 zeigt einen von van der Zypen & Charlier gebauten zweiachsigen Kippwagen mit 2 Kasten von je 4 cbm Inhalt bei 18,5 t Ladegewicht, wobei die Entladung durch eine Gallsche Kette be-

Abb. 27 zeigt einen derartigen Minenwagen in Kippstellung.

δ) Der Wiegekipper (Abb. 18) dient zur zweiseitigen Entladung.

Der Kasten wälzt sich beim Kippen auf einer Laufbahn ab, er kippt auf einer sog. Wiege, wodurch ein sehr leichtes Kippen und Zurückholen des Kastens ermöglicht wird, da der Schwerpunktweg beliebig gestaltet werden kann.

Die Bauart ist etwas verwickelter und deshalb teurer als beim Ein- und Zweizapfenkipper, da besondere Verriegelungen für die Mittelstellung erforderlich sind. Die Seitenklappen schwingen frei aus, um ein zu plötzliches Öffnen der Klappen und damit zu starke Schwerpunktverlegung während der Entladung zu verhindern.

Abb. 28 zeigt den Querschnitt eines Wiegekippers für Normalspur, wie er z. B. bei dem Kraftwerk Muldenstein für Braunkohlenaschentransport benutzt wird. Dieser Wagen ist der bequemerer Handhabung und der Stand-

liebig nach beiden Seiten erfolgen kann; durch die Abwälzung des Kastens auf einem Zahnradsegment kann der Wagenkasten in jeder beliebigen Kippstellung festgehalten werden, wodurch eine teilweise Entladung ermöglicht wird, Abb. 30.

Abb. 31 zeigt einen Kippwagen mit 2 Kasten von je 5 t. Die Seitenwände haben geteilte Klappen, von denen sich die untere um untenliegende, die obere Klappe um obenliegende Scharniere dreht.

Das hat den Vorteil, daß die untere Klappe als Rutschfläche mit benutzt wird, um das Ladegut vom Gleise abzulenken, so daß dasselbe nicht verschüttet werden kann.

Der Kasten wälzt sich beim Kippen bei selbsttätiger Öffnung der Seitenklappen etwas aus der Wagenmitte heraus, so daß beim Kippen anfänglich ein geringes Heben des Schwerpunktes er-

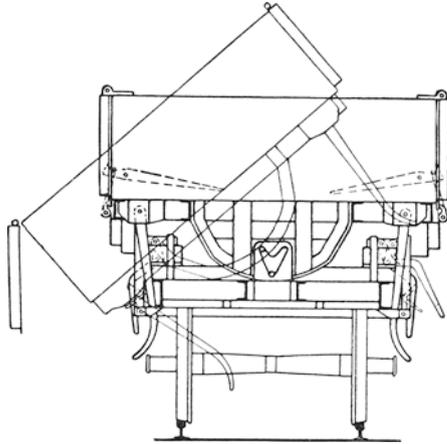


Abb. 28. Kippwagen mit Abrollwiege für  $2 \times 7,5$  t Ladegewicht, Bauart Orenstein & Koppel.

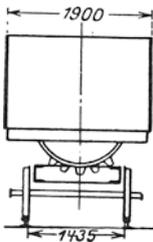


Abb. 29. Zweiachs. Kippwagen mit Zahnkranzweige von  $2 \times 4$  cbm Inhalt und 18 t Ladegewicht, van der Zypen & Charlier, Grundstellung.

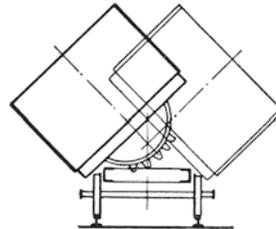


Abb. 30. Zweiachs. Kippwagen mit Zahnkranzweige von  $2 \times 4$  cbm Inhalt und 18 t Ladegewicht, van der Zypen & Charlier, Kippstellung.

folgt, wodurch eine erhöhte Massenbeschleunigung beim Falle erfolgt. Der Neigungswinkel kann deshalb verhältnismäßig klein gewählt werden, zumal beim Aufschlagen des fallenden Kastens, das ohne schweren Stoß erfolgt, eine Erschütterung hervorgerufen wird, die das Herausfallen der Ladung fördert. Die Kasten sind abnehmbar auf den Wagen gesetzt, so daß sie, z. B. zum Ausschütten in ein Schiff, mit einem Kran bequem abgehoben werden können.

Die Kastenkippwagen haben eine erhöhte Bedeutung erlangt, seitdem die Braunkohlengewinnung im Tagebau wesentlich gesteigert wurde. Das Abraumgut fließt oft infolge seiner Neigung zum Kleben

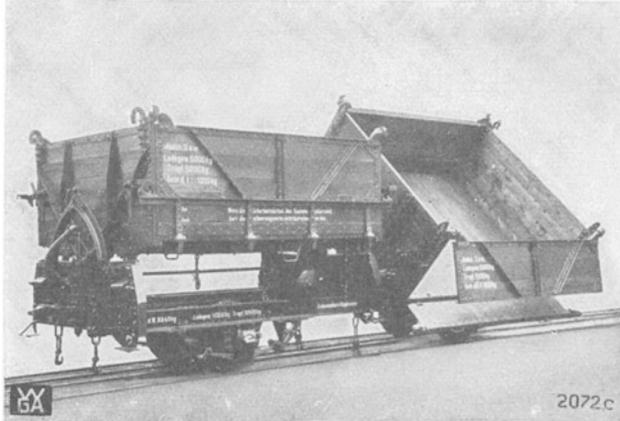


Abb. 31. Kastenkipper in Kippstellung, Bauart Wumag, Waggon- und Maschinenbau A.-G., Görlitz.

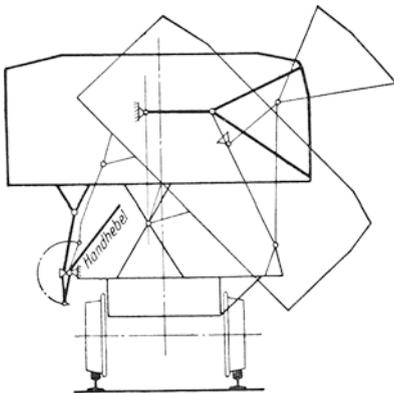


Abb. 32. Selbsttätiger schmalspuriger Holzkastenkipper, Wirkungsweise der Kippvorrichtung.

und Backen aus gewöhnlichen Seitenselbstentladern nicht ab. Der Vorteil der Kastenkipper besteht darin, daß man auch bei dem schwierigsten Ladegut in kürzester Zeit den vollen Wagen entladen kann.

Der zu diesen Zwecken jetzt fast ausnahmslos gebrauchte moderne Kastenkippwagen ist als Selbstentlader mit schwingender Klappe ausgeführt. Der Kasten ist so gelagert, daß er Übergewicht nach der Entladeseite hat und somit nach der Entriegelung ohne weiteres selbsttätig kippt.

Die schwingende Klappe ist gegen das Untergestell abgestützt und wirkt beim Zurückholen des Kastens als Gegengewicht. Abb. 19 zeigt die grundsätzliche Anordnung beim einseitigen, Abb. 20 beim zweiseitigen selbsttätigen Kastenkipper. In Abb. 32 ist die Ausführung eines selbsttätigen Schmalspur-Holzkasten-Kippwagens der Firma Friedr. Krupp-Lowa dargestellt.

Abb. 33<sup>1)</sup> zeigt den Querschnitt eines amerikanischen 50 t-Wiege-Kippwagens mit Antrieb mittels Zahnkranzsegmentes, das eine teilweise Entladung ermöglicht.

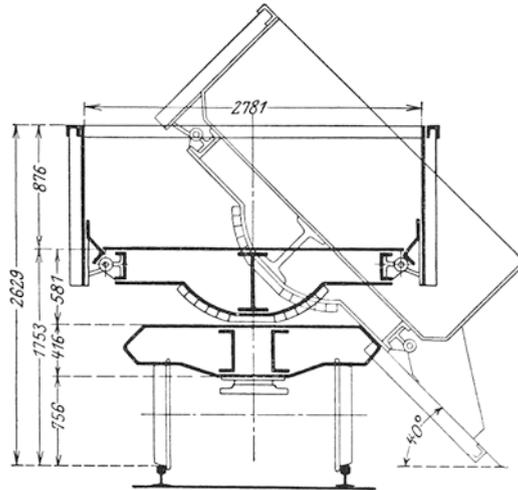


Abb. 33. Querschnitt eines amerikanischen 50 t-Wiegekippwagens.

Abb. 34<sup>1)</sup> zeigt einen amerikanischen Kastenkipper mit gesteuerten gesonderten Seitenwänden und Rutschflächen.

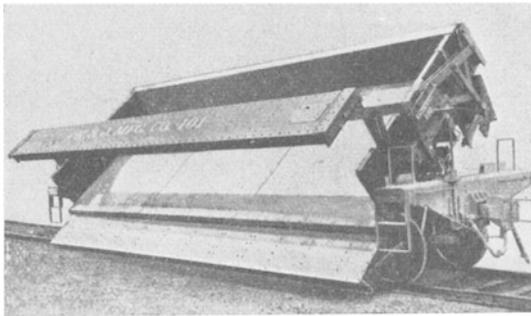


Abb. 34. Amerikanischer Kastenkipper mit gesteuerter Seitenwand und Rutschfläche.

#### f) Bodenkipperwagen.

Während bei den Kastenkipperwagen der ganze Wagenkasten seitwärts gekippt wird, werden neuerdings für schwierig zu entladende Massengüter, insbesondere Abraumgut, auch Bodenkipperwagen gebaut,

<sup>1)</sup> Car Builders' Cyclopedia 1922.

bei denen zwar der Kasten feststeht, aber der Wagenboden zwischen den Seitenwänden als Rutschfläche in eine Schräglage gebracht wird. Dieser Typ wird in zwei Bauarten ausgeführt:

α) **Der Flachbodenkippenwagen.** Abb. 35 zeigt einen einseitigen Bodenkippenwagen für Abraumgut der Waggonfabrik Uerdingen (geöffnet).

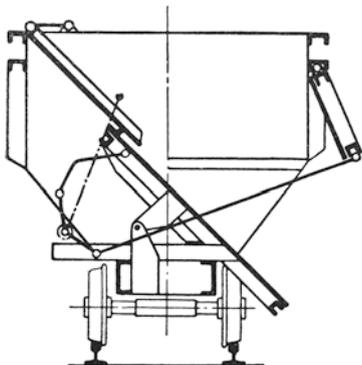


Abb. 35. Zweiachs. einseitiger Bodenkippenwagen für Abraumgut der Waggonfabrik Uerdingen (geöffnet).

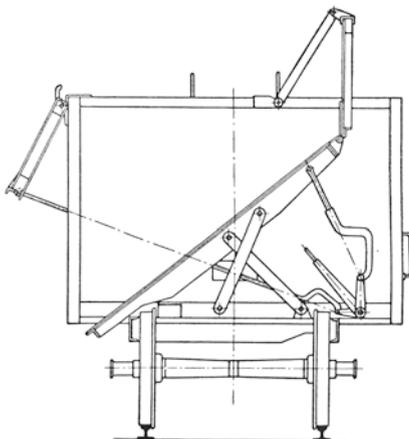


Abb. 36. Einseitiger normalspuriger Bodenkippenwagen für Abraumgut, Bauart Barth-Krupp (Entladestellung).

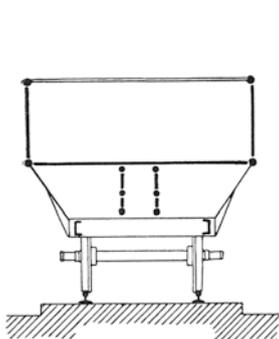


Abb. 37. Grundsätzliche Anordnung der zweiseitigen normalspurigen Bodenkippenwagen für Abraumgut, Krupp-Lowa (beladen).

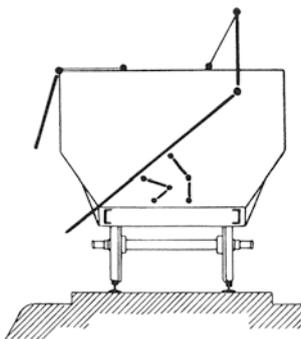


Abb. 38. Grundsätzliche Anordnung der zweiseitigen normalspurigen Bodenkippenwagen für Abraumgut, Krupp-Lowa (nach links entladen).

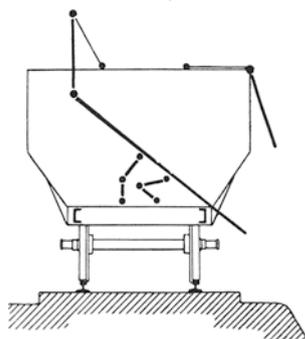


Abb. 39. Grundsätzliche Anordnung der zweiseitigen normalspurigen Bodenkippenwagen für Abraumgut, Krupp-Lowa (nach rechts entladen).

Abb. 36 zeigt die Ausführung für einseitige Entladung der Bauart Barth, Abb. 37 bis 39 zeigen die Ausführung für zweiseitige Entladung

Bauart Lowa, beide Typen von Friedr. Krupp, Abt. Lowa, Essen<sup>1)</sup>. Die Bodenrückstellung wird durch Rückziehfedern erleichtert.

β) **Der Schaufelbodenkippwagen.** Aus dem Schema dieses Wagens (Abb. 40) erkennt man, daß der zwischen den feststehenden Kopfwänden bewegliche Boden die Form einer Schaufel hat, und daß bei ihm das Gelenk, das bei Flachbodenkippwagen den Boden und eine der Seitenwände verbindet, in Wegfall gekommen ist.

Beim beladenen Wagen bewirkt nach Lösen des Verschlusses das Gewicht des Ladegutes infolge geeigneter Wahl des Drehpunktes des Schaufelbodens eine Bewegung dieses Bodens im Entladesinne, wobei gleichzeitig die gelenkig aufgehängte Seitenwand mit Hilfe einer einerseits am Boden, andererseits an dieser Seitenwand angreifenden Druckstange aufwärts geschwungen wird. In der Entladestellung hält der Verschluss den Boden und die gelenkige Seitenwand fest und läßt das Ladegut auslaufen. Nach der Entladung wirkt die hochgehobene Seitenwand als Gegengewicht und bewirkt dadurch ein bequemes Schließen mit geringer Kraftanstrengung. Bodenrückzugfedern sind hier nicht nötig. Der Wegfall des Gelenkes zwischen Boden und Seitenwand ergibt geringere Undichtigkeit des Wagens. Die große Ausflußöffnung gestattet auch großen durch Löffelbagger geförderten Klumpen einen ungehinderten Austritt.

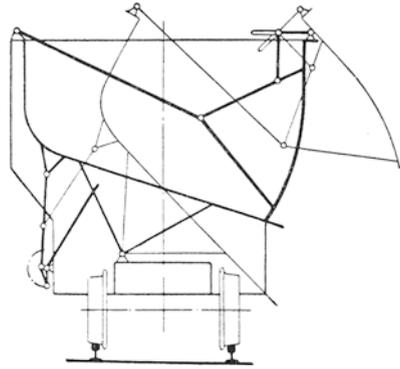


Abb. 40. Schema des Schaufelbodenkippwagens, Bauart Krupp-Lowa.

g) **Kippwagen auf verwundenem Gleis.**

Während bei den vorhergehenden Bauarten entweder der Kasten gegen das Untergestell oder der Wagenboden gegen die Seitenwände in eine Schräglage gebracht wurden, wird bei der Bauart Culemeyer der gesamte Wagen seitwärts in eine Schräglage gebracht, was dadurch

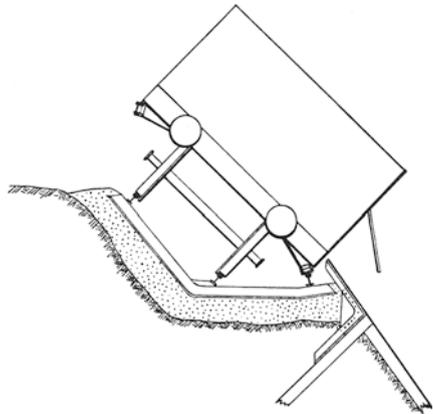


Abb. 41. Kippwagen auf verwundenem Gleis, Bauart Culemeyer.

<sup>1)</sup> Krupp'sche Monatshefte Januar 1922, März 1922, April 1923.

erreicht wird, daß der Wagen auf einem verwundenen Gleis allmählich in eine Neigung von  $50^\circ$  geführt wird (Abb. 41 und 42).



Abb. 42. Kippwagen auf verwundenem Gleis, Bauart Culemeyer.

### 3. Kübelwagen.

Kübelwagen tragen auf dem Wagenuntergestell anstatt der festen Wagenkasten mehrere in Führungsstücken lose aufgesetzte aufklappbare Kübel, die durch einen Kran vom Wagen abgehoben und durch das Hochziehen einer Traverse, die mittels Zugstangen an die Außenseiten der Kübelhälften angreift, entleert werden. Sie werden vorzugsweise zum Kohlenumschlag in Kähnen in den Zechenhäfen des Ruhrgebietes

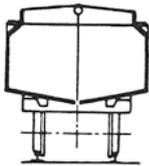


Abb. 43. Schema eines kurz gekuppelten Kübelwagens, Querschnitt.



Abb. 44. Schema eines kurz gekuppelten Kübelwagens, geöffnete Kübel.

verwandt, wo sie meist in Pendelzügen der Zechenbahnen von der Zeche zum Hafen verkehren. Wo der für einen Kipper erforderliche Höhenunterschied nicht vorhanden ist, lassen sie sich mit Vorteil anwenden. Die Entladung der Kübel soll

sich dem Ladezustand des Schiffes anpassen; bei leerem Schiff sollen die Kübel nahe dem Schiffsboden geöffnet und dann mit fortschreitender Füllung der Schiffsräume allmählich weniger tief herabgelassen werden. Hierdurch soll eine möglichst große Schonung der Kohle gegen Zerbröckeln gegenüber dem hohen Fall der Kipperentladung erzielt werden. Der angestrebte Zweck wird aber vielfach durch das schnelle Arbeiten der Bedienungsmannschaft, die den Kübel sofort nach dem Schwenken in der Luft öffnen, vereitelt.

Die Umschlagsleistung eines Kranes kommt beim Kübelbetrieb bestenfalls einer Kipperleistung von 20 t-Wagen gleich, steht aber weit hinter der Umschlagsleistung der Großselbstentlader zurück.

Abb. 43 zeigt die grundsätzliche Anordnung des Wagens, Abb. 44 die eines geöffneten Kübels. Abb. 45 zeigt einen  $2 \times 2$ -achsigen Kübelwagen von 50 t Ladegewicht bei 60 cbm Inhalt, wie sie neuer-

dings vielfach auf den Zechen an Stelle der bisherigen vierachsigen Kübelwagen laufen, da die Drehgestellwagen wegen der hohen Unterhaltungskosten der Drehgestelle unwirtschaftlich sind. Auch vier-

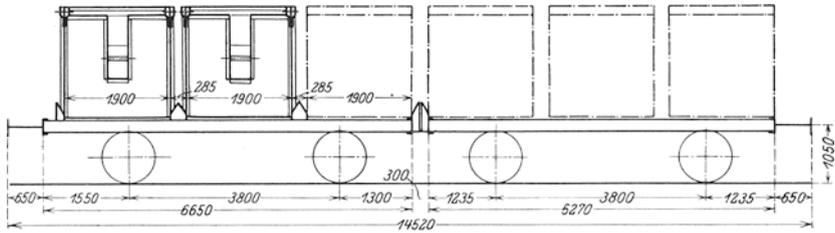


Abb. 45. 2 × 2achs. kurz gekuppelter Kübelwagen von 60 cbm Inhalt und 50 t Tragfähigkeit, Bauart Orenstein & Koppel, Längsansicht.

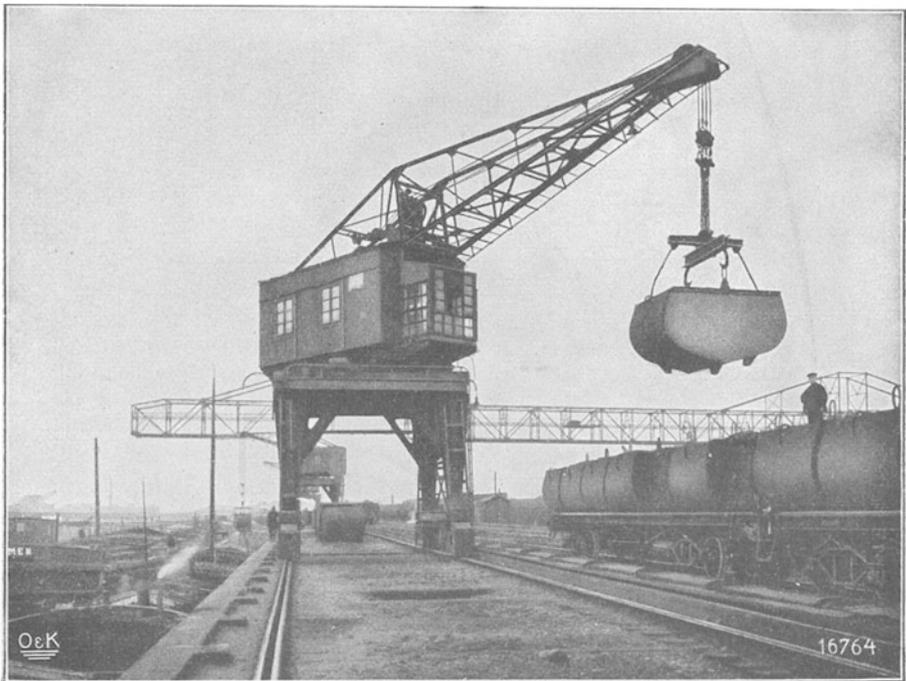


Abb. 46. Auf- bzw. Absetzen eines Kübels mittels Kranes auf einem vierachs. Kübelwagen.

achsige Drehgestell-Kübelwagen mit 6 Kübeln von je 8,4 cbm Inhalt und 42 t Ladegewicht werden gebaut. Abb. 46 zeigt das Abnehmen bzw. Aufsetzen eines Kübels mit Kran in der Ausführung von Orenstein & Koppel. Neuerdings hat die Waggonfabrik Uerdingen auch

Großkübelwagen mit vier Kübeln von je 15 cbm Inhalt Ladegewicht mit dem Untergestell der Uerdinger Großgüterwagen entworfen, das an Stelle von zwei Drehgestellen vier freie Lenkachsen mit Ausgleichhebeln besitzt.

#### 4. Kohlenstaubwagen.

Die seit einer langen Reihe von Jahren angestrebte ideale Verfeuerung der Kohle in Staubform, durch die eine möglichst restlose Verbrennung bei höchstem thermischen Nutzeffekt erzielt werden soll, ist in den letzten Jahren der praktischen Verwirklichung zugänglich gemacht worden. In Amerika hat die Kohlenstaubfeuerung bereits einen großen Umfang angenommen. Bei dem starken Überschuß an

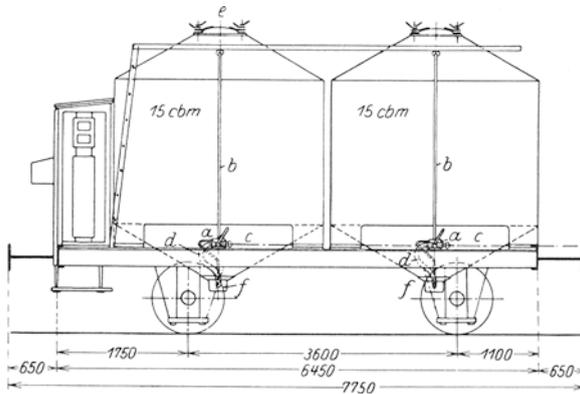


Abb. 47. Braunkohlenstaubwagen mit stehenden Kesseln für 30 cbm Inhalt und 15 t Tragfähigkeit mit Preßluftentladung, Bauart Gooßens, Längsansicht.

Abfallkohle, Kohlenabrieb, Kohlenschlamm und -staub und der hohen wirtschaftlichen Überlegenheit der Staubfeuerung gegenüber jeder Handfeuerung und auch allen bisherigen mechanischen Befeuungsarten wird auch in Europa die Staubkohlenfeuerung sich in kurzer Zeit zweifellos allgemein durchsetzen.

Die Beförderung des hierzu in Frage kommenden Feuerungsmaterials gewinnt also große Bedeutung.

Man führt entweder die Kleinkohle (Abrieb, Schlamm, Grus usw.) zur Verfeuerungsstätte, trocknet und mahlt sie dort zu Staub, oder man benutzt den auf den Kohlengruben, hauptsächlich bei der Brikettfabrikation der Braunkohle, abgesaugten trockenen, feinen Staub. Im ersten Falle kann die Verfrachtung in gewöhnlichen offenen Güterwagen oder, wenn es sich um trockenes Material handelt, in Kalkdeckelwagen zum Schutze gegen Feuchtigkeit erfolgen; im letzteren Falle ist ein derartiger Transport wegen der leichten Selbstentzündung des Kohlenstaubes nicht möglich. Hier muß die Verfrachtung in luft-

dicht geschlossenen Spezialwagen erfolgen. Die Entladung erfolgt entweder durch Absaugen aus dem unteren Teil der stehenden Behälter oder durch Preßluft von 2 at Überdruck, die oben in den Wagen geführt wird; an den Abflußstellen am Wagenboden wird der Kohlen-

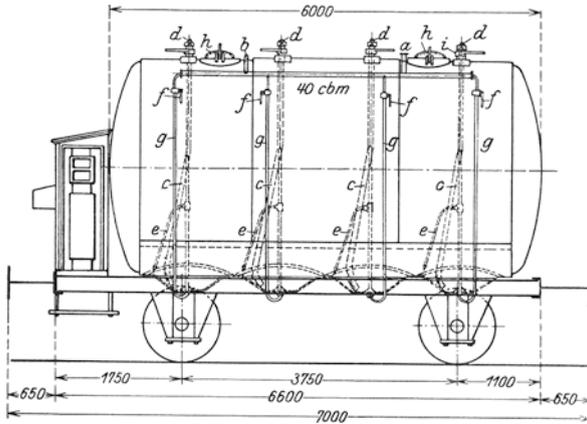


Abb. 48. Braunkohlenstaubwagen mit liegenden Kesseln für 40 cbm Inhalt und 20 t Tragfähigkeit mit Preßluftantrieb, Bauart Gooßens, Längsschnitt.

staub durch Düsen mit Preßluft aufgewirbelt, um ein Verstopfen zu vermeiden. Die Kasten der mit Preßluft entladenen Staubwagen müssen wegen des Überdruckes naturgemäß als Kessel ausgebildet sein, die mit 3 at Überdruck gepreßt werden. Die Preßluftentleerung hat den Vorteil, daß hierbei der Kohlenstaub in einfachster Weise durch Rohrleitungen zu den Verbrauchsstellen geführt werden kann. Abb. 47 zeigt die Bauart Gooßen mit stehendem Kessel für 30 cbm Inhalt und 15 t Tragfähigkeit, Abb. 48 mit liegendem Kessel für 20 t Ladegewicht bei 40 cbm. Vierachsige Großkohlenstaubwagen für 40 t Ladegewicht sind bei verschiedenen deutschen Waggonfabriken in Entwurfsarbeit.

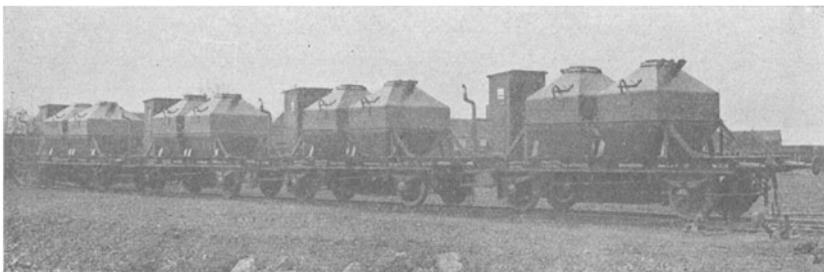


Abb. 49. Wagen zum Transport von Kalziumkarbid, Bauart Uerdingen.

### 5. Sonderbauarten.

Zur Verfrachtung besonders gearteter Massengüter hat man geeignete Wagen für Schnellentladung entworfen. So sind z. B. für Soda-transport besondere Wagentypen gebaut, bei denen das Gut pneumatisch abgesaugt wird. Abb. 49 zeigt eine Sonderbauart zur Beförderung von Kalziumkarbid von der Waggonfabrik Uerdingen.

Zur Beförderung flüssiger Massengüter, wie Petroleum, Benzin, Teer, Benzol, Spiritus usw., werden Kesselwagen verschiedener Bauarten, zur Verfrachtung von Säuren Topfwagen oder für gewisse Säuren Kesselwagen mit Hartgummiauskleidung verwendet.

### D. Wagen mit Selbstentladung.

Die Wagen mit Selbstentladung, kurz Selbstentlader genannt, sind dadurch gekennzeichnet, daß bei ihnen die Entladung der Massengüter

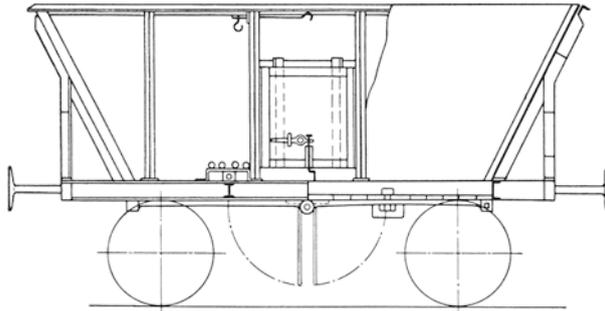


Abb. 50. Eiserner Trichterwagen (Bodenentleerer, sog. Saarbrückener Trichterwagen), Längsansicht.

durch die Schwerkraft des Massengutes selbsttätig in kürzester Zeit erfolgt.

Man unterscheidet hierbei grundsätzlich zwei Bauarten, je nachdem die Entladung nach unten durch den aufklappbaren Wagenboden zwischen das Eisenbahngleis erfolgt (Bodenentleerer oder Trichterwagen) oder seitwärts, meist unter teilweiser Öffnung der Seitenwände, einseitig oder beiderseitig des Gleises vonstatten geht (Seitenentlader). Zu letzterer sind auch die selbsttätigen Kippwagen zu rechnen, die vermöge ihrer automatischen Entleerung nach Öffnung des Verschlusses ebenfalls zu den Selbstentladern zu zählen sind.

Die Entwicklung der Selbstentladewagen ging von den Bodenentleerern aus, die man schon in den ersten Anfängen des englischen Eisenbahnwesens zum Kohlentransport verwendete.

In Deutschland benutzt man schon seit Anfang der fünfziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts zum Umschlag der Saarkohlen in die

Saarkähne im Hafen von Saarbrücken-Malstatt ausschließlich Bodenentleerer (sog. Saarbrücker Trichterwagen Abb. 50), die sich im allgemeinen in ihrer ursprünglichen Form bis heute erhalten haben; lediglich ihre frühere geringe Tragfähigkeit hat man durch nachträgliches Höherborden von 10 t auf 12,5 t erhöht. 15 t- und 20 t-Trichterwagen wurden in geringer Anzahl erst kurz vor dem Weltkrieg gebaut; sie würden in größerer Anzahl bei 20 t Ladegewicht die Leistungsfähigkeit der Hafenumschlagstelle wesentlich erhöhen.

Die Bodenentleerer, die vorzugsweise in Amerika in großer Anzahl gebaut werden, haben den Vorteil, daß man einen großen Rauminhalt durch den günstigen Querschnitt gewinnt, weil man den Wagenkasten zwischen den Achsen oder innerhalb der Drehgestelle tief herabziehen kann (Abb. 51 und 52). Da die Entleerung durch den Boden erfolgt, ohne daß man die Seitenwände durch Klappen zu öffnen braucht, so kann man die Seitenwände als Tragelemente mit heranziehen und dadurch eine stabile Wagenbauart bei geringem Eigengewicht erzielen. Der Bodenverschluß wird dabei entweder als Schieber (Abb. 51) oder als Klappenverschluß (Abb. 52) ausgebildet. Die Verjüngung des Querschnittes nach unten führt aber bei lockerem Ladegut, das, wie es besonders bei Braunkohle

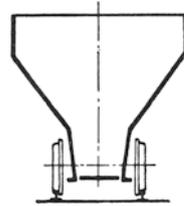


Abb. 51. Bodenentleerer mit Schieberverschluß, Bauart Orenstein & Koppel, Prinzipskizze.

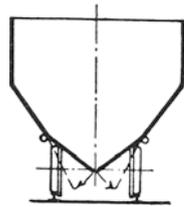


Abb. 52. Bodenentleerer mit Klappenverschluß, Bauart Orenstein & Koppel, Prinzipskizze.

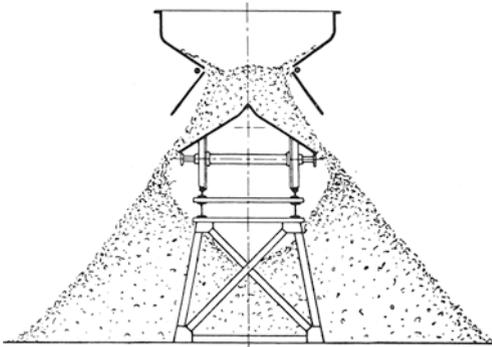


Abb. 53. Schüttkegel bei der Entladung eines Seitenentleerers.

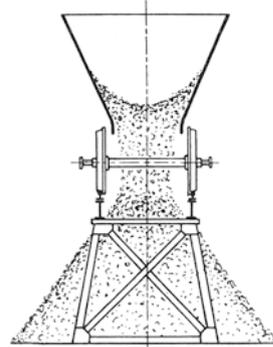


Abb. 54. Schüttkegel bei der Entladung eines Bodenentleerers.

vorkommt, auf der Fahrt zusammengerüttelt wird, leicht zu Entladeschwierigkeiten infolge „Brückenbildung“ über der Entladeöffnung. Ein weiterer Nachteil gegenüber den Seitenentleerern besteht in dem schmaleren Schüttkegel der Bodenentleerer. Bei einer Vorratsmassenlagerung sind also mehr Pfeilergleise als bei den Selbstentladern erforderlich (Abb. 53 und 54).

Die Seitenentleerer entwickelten sich aus dem im Jahre 1892 von Georg Talbot in Aachen (Firma Gustav Talbot) zuerst entworfenen Seitenentlader mit dreieckigem Wagenquerschnitt, der über einen Sattel eine wahlweise Entladung nach einer oder beiden Seiten ermöglichte. Derartige Wagen werden deshalb im allgemeinen als Talbot-Wagen bezeichnet.

## 1. Bodenentleerer.

### a) Mit Klappenverschluß.

Bei der einfachsten Form eines Bodenentleerers mit Klappenverschluß ist der zwischen den Achsen liegende Boden des Wagens als doppelte Klappe mit parallel zum Gleis liegenden Achsen ausgeführt. Diese Bauart nützt nicht den grundsätzlichen Vorteil der

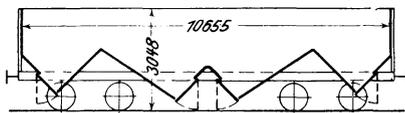


Abb. 55. Englischer Bodenentleerer für 40 t Tragfähigkeit für Entleerung in der Mitte und an den Enden.

der Bodenentleerer, die Möglichkeit des großen Volumens durch Herabziehen des Wagenkastens zwischen den Achsen, aus; unzu-

weckmäßig ist außerdem, daß die Klappen einen langen Weg zurückzulegen haben. Zweckmäßiger ist es deshalb, sie von vornherein auch im Interesse der größeren Raumgewinnung schräg zu stellen (Abb. 52).

Bei den vierachsigen amerikanischen Bodenentleerern, denen auch die englischen 40 t-Wagen nachgebildet wurden, sind die beiden Seitenrutschflächen sehr schwach geneigt, so daß ohne Nachhilfe keine selbsttätige Entleerung möglich wird. Auch der englische 40 t-Wagen (Abb. 55), der für Entleerung an den Seitenwänden und in der Mitte bestimmt ist, vermeidet diesen Fehler nicht.

Eine restlose Entladung gestattet dagegen die deutsche Bauart, deren Seitenrutschflächen sehr steil zwischen die beiden Drehgestelle herabgeführt sind (Abb. 56 und 57).

Dieser Großbodenentleerer wurde von Orenstein & Koppel speziell für den Transport von Rohbraunkohle, die infolge ihrer Feuchtigkeit und des hierdurch verursachten Zusammenbackens zu den schwierigsten Schüttgütern gehört, entworfen.

Die Bauart ist wegen des Wegfalls eines besonderen Wagenuntergestelles bemerkenswert. Der Kasten, und zwar vorzugsweise die Seitenwände, sind als durchlaufende Blechträger ausgebildet.

Die oberen Seitenwände sind mit Rücksicht auf das Wagenumgrenzungsprofil nach innen eingezogen. Der Wagen hat, sowohl was die

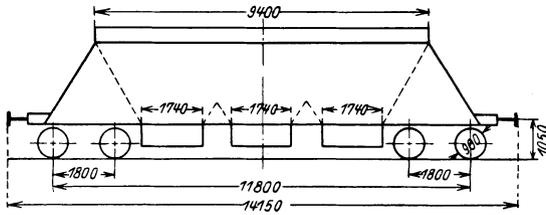


Abb. 56. Vierachs. Bodentleerer für 40 t Tragfähigkeit, Bauart Orenstein & Koppel, Längsansicht.

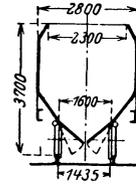


Abb. 57. Vierachs. Bodentleerer für 40 t Tragfähigkeit, Bauart Orenstein & Koppel, Querschnitt.

Ausbildung der Träger als auch die Querschnittsform anbelangt, in den letzten Jahren vielfach Nachahmung gefunden.

Die große Bedeutung, welche die Braunkohle in den letzten Jahren für die deutsche Industrie gewonnen hat, hat die deutsche Waggonindustrie dazu geführt, der Schwierigkeit der Entladung der Rohbraunkohle, die bei der rheinischen Braunkohle infolge Beimengung grober, langer Holzfasern besonders groß ist, durch verschiedene Sonderkonstruktionen zu begegnen.

So baut die Firma Gustav Talbot G. m. b. H., Aachen, einen Braunkohlenbodentleerer (Abb. 58), bei dem man durch einen Zwischenraum in der Wagenwand eine Nachhilfe beim Entladen mittels Stangen vornehmen kann, wenn eine Brückenbildung eingetreten ist.

Die Waggonfabrik Uerdingen baut zu diesem Zwecke einen Bodentleerer mit schwenkbarer Zwischenwand, bei dem der Entladequerschnitt sich nach unten erweitert, um der Brückenbildung vorzubeugen (Bauart Abels). Nach der ersten Teilentladung schwingt die Zwischen-

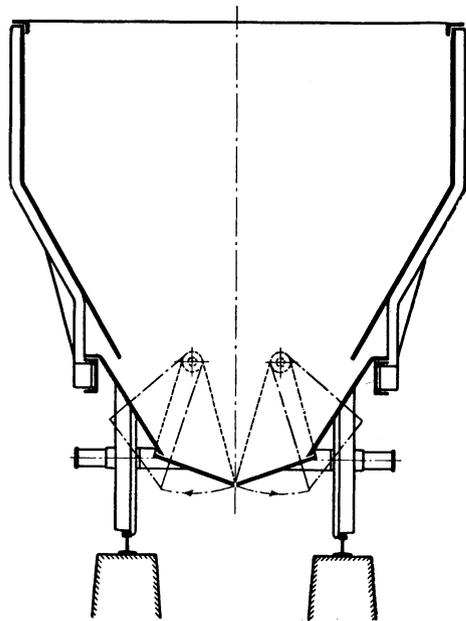


Abb. 58. Zweiachs. Bodentleerer, Bauart Talbot.

wand in die senkrechte Lage ein, worauf dann die Restentladung erfolgt (Abb. 59).

Ladegüter, die feucht, klebrig, zähe oder schlammig sind, haben die unangenehme Eigenschaft, daß sie sich bei mehrtägigem Transport im Wagen zusammenrütteln und verfestigen, so daß sie sich beim Ent-

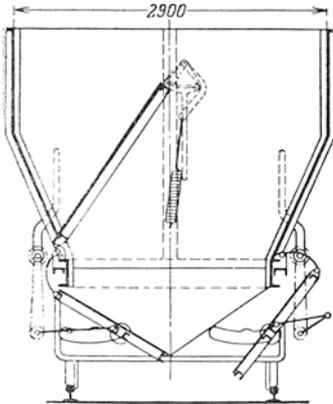


Abb. 59. Zweiachs. Bodenentleerer mit schwenkbaren Zwischenwand, Bauart Uerdingen.

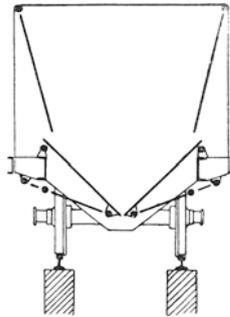


Abb. 60. Bodenentleerer, Bauart Krupp-Lowa.

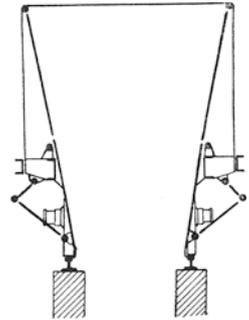


Abb. 61. Bodenentleerer, Bauart Krupp-Lowa.

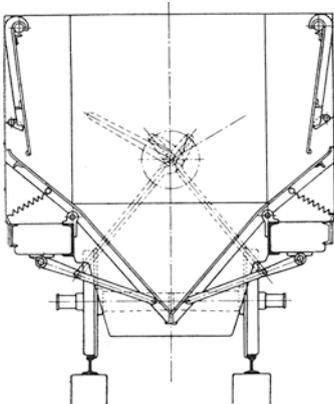


Abb. 62. Bodenentleerer, Bauart Krupp-Finckh, Ladestellung.

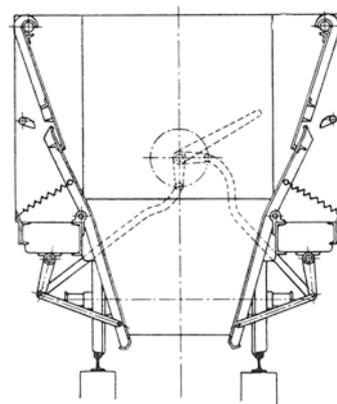


Abb. 63. Bodenentleerer, Bauart Krupp-Finckh, Entladestellung.

laden nur schwer von den Rutschflächen trennen. Die Firma Krupp hat deshalb mehrere Bauarten so ausgebildet, daß sich beim Entladen die Wagenquerschnitte unter dem Gewicht des Ladegutes verändern, wobei das Ladegut aufgebrochen wird. Ferner ist dafür gesorgt, daß große Entladeöffnungen entstehen, die sich ohne Unterbrechungen über die ganze Wagenladung erstrecken (Abb. 60 und 61). Auch der Wagen-

querschnitt wird beim Entladen nach unten stark erweitert, so daß es möglich wird, auch hart werdende Massen zu entladen. Diese „Bauart Finckh“ von Krupp zeigen in ihrer konstruktiven Ausbildung Abb. 62 und 63.

Abb. 64 zeigt schematisch eine eigenartige Konstruktion nach Patent Nr. 267402 von Oberingenieur Ullmann, Berlin. Der Zweck ist, die beiden Klappen gut gegeneinander abzudichten, was für trockenen Sand u. dgl. wichtig ist. Auf der Welle *a* sitzen die beiden Kurbeln *b* und *c*, die durch die Stangen *d* und *e* mit den Klappen *f* und *g* in Verbindung stehen. Beim Drehen der Welle im Sinne des Pfeiles wird, da *b* und *c* gegeneinander versetzt sind, die Klappe *f* zuerst gehoben, dann aber, wenn das Getriebe *bd* den Totpunkt überschritten hat, wieder nach unten gedrückt, entgegen der sich aufwärts bewegenden Klappe *g*, so daß die Ränder sich fest aufeinanderlegen.

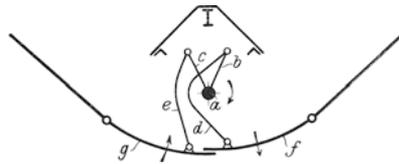


Abb. 64. Klappenverschluß für Bodenentleerer nach Ullmann.

Einen amerikanischen Bodenentleerer von 55 t Ladegewicht mit tief herabgezogenem Wagenkasten und nach innen gerichteten Klappen zeigt Abb. 65. Einer der größten amerikanischen Bodenentleerer von 105 t Tragfähigkeit der Pennsylvania - Railroad ist in Abb. 66 dargestellt.

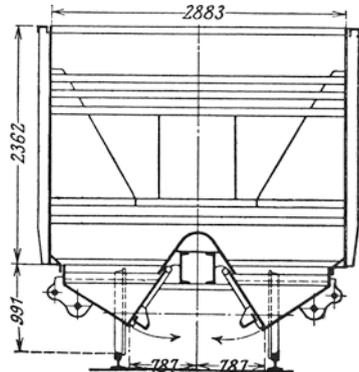


Abb. 65. Amerikanischer Bodenentleerer für 55 t Tragfähigkeit und 57,5 cbm Inhalt.

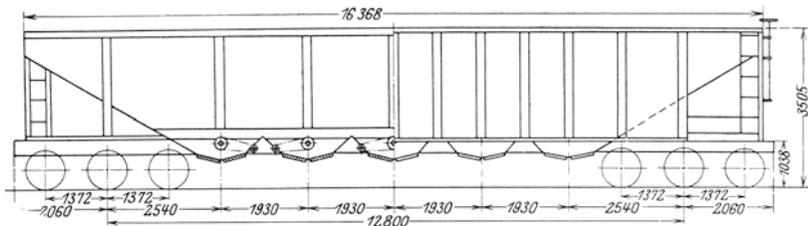


Abb. 66. Amerikanischer Bodenentleerer für 105 t Tragfähigkeit der Pennsylvania-Eisenbahn.

### b) Mit Schieberverschluß.

An Stelle von Klappen werden Schieber angewandt, wenn verlangt wird, daß der Wageninhalt statt auf einmal an verschiedenen Stellen nacheinander sich entladen läßt. Die wagerechten, meist zweiteiligen

Schieber werden entweder von Hand oder mechanisch mit Preßluft betätigt, wobei die Bewegung der Schieber parallel oder quer zum Gleis erfolgt. Druckluftentladung kann überall dort in Frage kommen, wo der Aufenthalt des Zuges an der Entladestelle auf ein Minimum beschränkt werden muß, d. h. wo die Abfertigung in wenigen Sekunden erfolgen soll. So war es bei den Anhaltischen Kohlenwerken mög-

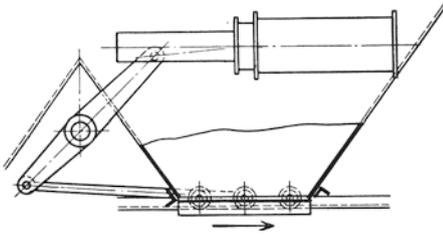


Abb. 67. Schieberverschluß mit Preßluftantrieb für Bodenentleerer, Bauart Orenstein & Koppel.

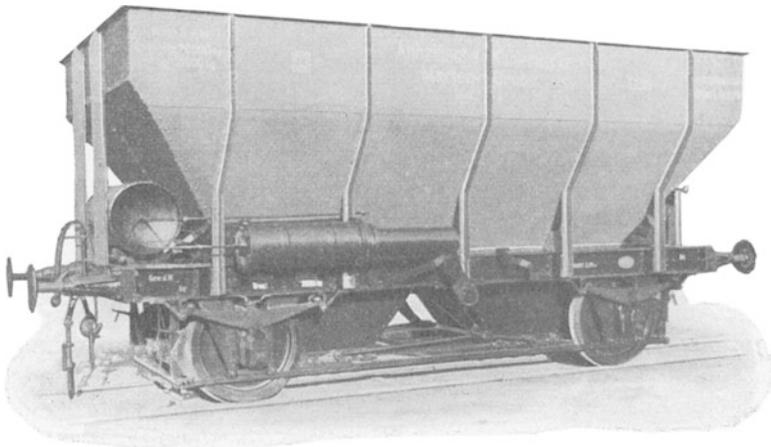


Abb. 68. Bodenentleerer mit Schieberverschluß und Preßluftantrieb, Bauart Orenstein & Koppel.

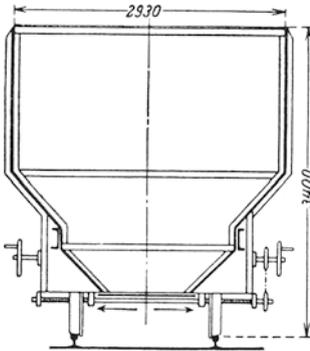


Abb. 69. Dreiachs. Bodenentleerer mit Schieberverschluß für 33,5 cbm Inhalt und 36,5 t Tragfähigkeit, Bauart Waggonfabrik Uerdingen.

lich, mit Druckluftselbstentladern die Umlaufgeschwindigkeit derartig zu beschleunigen, daß mit der Hälfte der Wagen dieselbe Menge bewältigt werden konnte, wie ursprünglich mit Selbstentladern mit Verschlußbetätigung von Hand. Die Wagen werden entweder gemeinsam von der Lokomotive entladen und wieder verschlossen, oder sie können durch Umstellung des Steuerhahnes einzeln entleert werden, sei es von Hand beim stehenden Zug oder durch Streckenanschlag beim fahrenden Zug. Die

Steuerung läßt sich so ausbilden, daß der Druckluftmechanismus des Verschlusses sich nach der Entladung selbsttätig umsteuert und

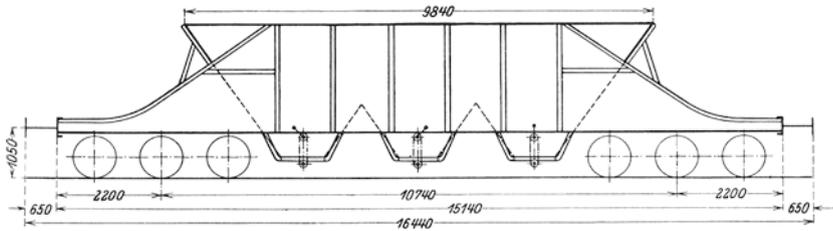


Abb. 70. Sechssachs. Bodenentleerer für Kalisalze mit Schieberverschluss für 52 cbm Inhalt und 73,5 t Tragfähigkeit, Bauart Waggonfabrik Uerdingen.

wieder verschließt (Patent Nr. 228 283 von Orenstein & Koppel, Abb. 67). Bei Wagen mit Druckluftbremse läßt sich die Luftentladevorrichtung mit der Bremsenrichtung so vereinigen, daß nur eine Luftleitung im Zuge notwendig ist, Abb. 68.

Abb. 69 zeigt einen dreiachsigen, Abb. 70 einen sechssachsigen Bodenentleerer mit Schieberverschluss.

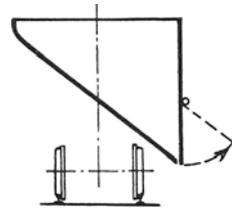


Abb. 71. Prinzipskizze des Schrägbodenwagens für einseitige Entladung.

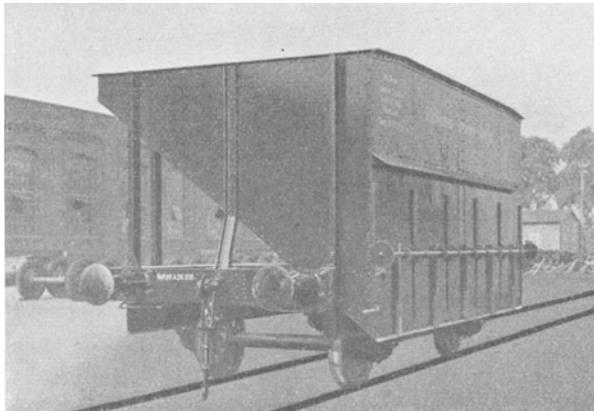


Abb. 72. Normalspuriger Schrägbodenwagen für einseitige Entladung mit 5 Seitenschiebern, Bauart Uerdingen.

## 2. Seitenentleerer.

### a) Schrägbodenwagen für einseitige Entladung.

Die Bauart, deren grundsätzliche Anordnung in Abb. 71 dargestellt ist, wird durch eine im Wagenkasten fest eingebaute Rutschfläche mit

auf der Entladeseite angebrachten Klappen, die sich meist auf die ganze Wagenlänge erstrecken, gekennzeichnet.

Schrägbodenwagen werden im Grubenbetrieb mit Schmalspur vielfach verwendet, aber auch als Vollspurwagen je nach dem Verwendungszweck gebaut.

Die Linke-Hofmann-Werke bauen Schmalspurwagen dieser Bauart mit Klappenverschluß für 5 cbm Inhalt und 7,5 t Tragfähigkeit zum Transport für Sand, Schlacke und Asche. Ein normalspuriger Schrägbodenwagen der Waggonfabrik Uerdingen mit Schieberverschluß, der eine regelbare allmähliche Entladung gestattet, ist in Abb. 72 dargestellt.

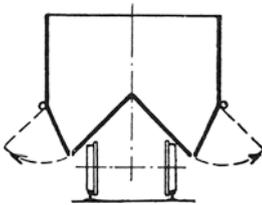


Abb. 73. Schema des Sattelwagens.

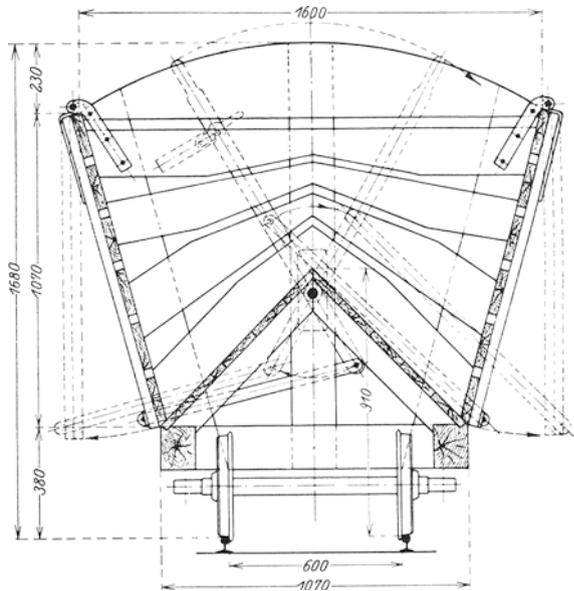


Abb. 74. Zweiachs. Torfschnellentlader für Feldbahnen, Spur 600 mm, Bauart Norddeutsche Waggonfabrik, Bremen.

#### b) Sattelwagen für zweiseitige Entladung.

Die Sattelwagen, deren Prinzip in Abb. 73 dargestellt ist, stellen mit den unter c) beschriebenen Talbot-Wagen die am häufigsten gebauten Selbstentlader dar. Im Wagenkasten ist ein Sattel (Eselsrücken) fest eingebaut, über den eine zweiseitige Entladung des Massengutes stattfindet. Als Verschluß werden fast ausnahmslos Klappen angewandt. Sie haben den Talbot-Wagen gegenüber den Vorteil der günstigeren Raumausnutzung, während jene den Vorteil der wahlweisen Entladung besitzen.

α) **Schmalspur-Sattelwagen.** Eine sehr einfache Holzbauart für Feldbahnen von 60 cm Spur hat die Norddeutsche Waggonfabrik Bremen zur Torfbeförderung gebaut (Abb. 74). Die Entladung erfolgt durch das Ausschwingen der ganzen Seitenwand mittels Handhebel.

Einen von derselben Firma für die 1 m-Spur der holländischen Kolonien gebauten vierachsigen Sattelwagen von 20 t Tragfähigkeit,

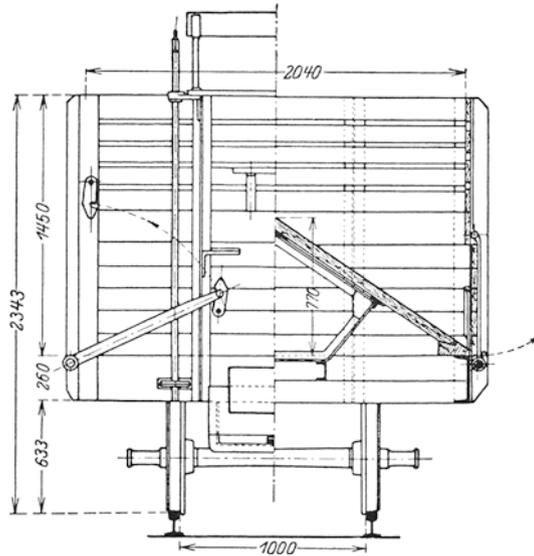


Abb. 75. Vierachs. Schnellentlader mit Schrägboden, 1000 mm Spur, Bauart Norddeutsche Waggonfabrik, Bremen.

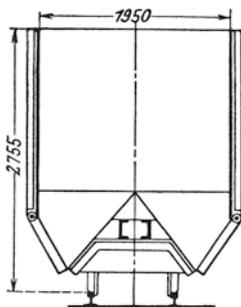


Abb. 76. Vierachs. Sattelwagen für Braunkohlen, Spur 750 mm, Bauart Wumag.



Abb. 77. Vierachs. Sattelwagen für Braunkohlen, Spur 900 mm, Bauart Wumag.

bei dem Schrägboden und Kasten aus Holz sind, zeigt Abb. 75. Auch im Schmalspurbetrieb der Braunkohlenwerke strebt man durch Erhöhung der Tragfähigkeit der Wagen bei vierachsiger Bauart eine

möglichst intensive Ausnutzung der Wagen an. Abb. 76 zeigt eine Bauart für 750 mm Spur mit Entleerung zwischen den Drehgestellen der Firma Wumag, Görlitz. Hierdurch ergibt sich eine sehr lange Bau-

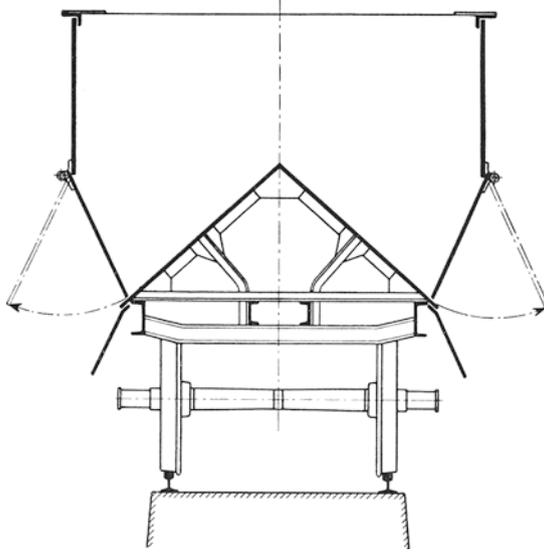


Abb. 78. Zweiachs. normalspuriger Sattelwagen, Bauart Talbot, Klappen geschlossen.



Abb. 79. Zweiachs. Selbstentlader (Sattelwagen) für Braunkohlen, 31 cbm Inhalt und 20 t Tragfähigkeit, Bauart Uerdingen.

art, weil die tote Wagenlänge durch die Überhänge ungünstig beeinflusst wird. Eine viel zweckmäßigere Längenausnutzung zeigt die von derselben Firma ebenfalls für Braunkohlen entworfene Bauart für 900 mm

Spur (Abb. 77), bei der die ganze Wagenlänge zur Entladung herangezogen werden kann.

β) **Normalspur-Sattelwagen.** Die einfachste Bauart des normalspurigen Sattelwagens, dessen Entladeklappen über die ganze Wagenlänge reichen, zeigt Abb. 78. Für die Entladung gewöhnlicher, leicht entladender Schüttgüter wird gewöhnlich eine Sattelleigung von  $45^\circ$  gewählt; geringere Neigung ist nur bei ganz leicht fließendem Schüttgut (Nußkohle) möglich.

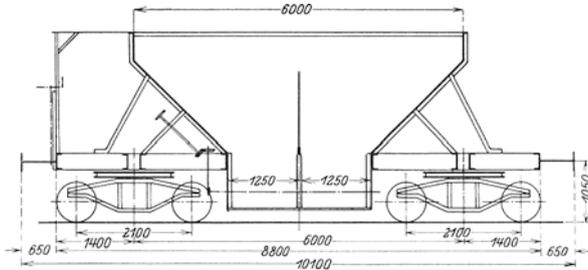


Abb. 80. Vierachs. Sattelwagen zum Transport von Erzen, 37 cbm Inhalt, 60 t Tragfähigkeit, Bauart Uerdingen, Seitenansicht.

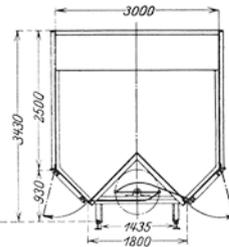


Abb. 81. Vierachs. Sattelwagen zum Transport von Erzen, 37 cbm Inhalt, 60 t Tragfähigkeit, Bauart Uerdingen, Querschnitt.

Einen Wagen für Braunkohle mit  $60^\circ$  steilem Sattel, der bei 31 cbm Inhalt und 21 t Ladegewicht mit Bremse nur 8,8 m über Puffer lang ist, zeigt Abb. 79. Die Bauart ist für die gute Raumausnutzung in-

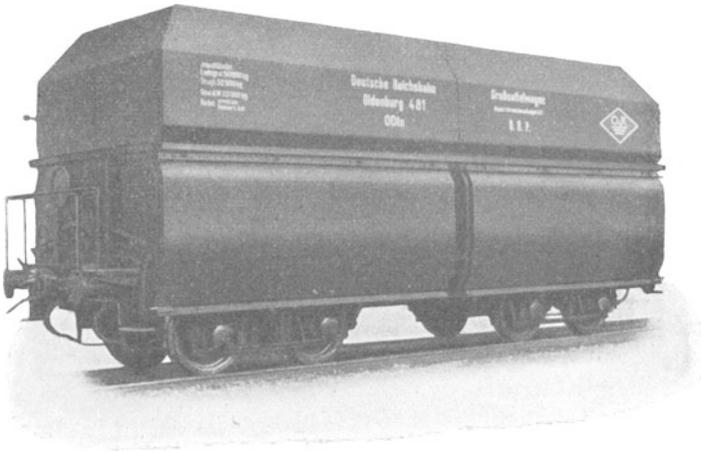


Abb. 82. Vierachs. Sattelwagen von 50 t Tragfähigkeit, Bauart Orenstein & Koppel.

folge des tief heruntergezogenen Wagenquerschnitts typisch; der normale 20 t-Wagen mit Bremse der Deutschen Reichsbahn ist dagegen 9,8 m lang. Einen vierachsigen Erzwagen mit elektrischem Antrieb zeigen Abb. 80 und 81. Bemerkenswert ist neben dem elektrischen Antrieb die einfache Gestaltung infolge Ausnutzung eines hohen Achs-

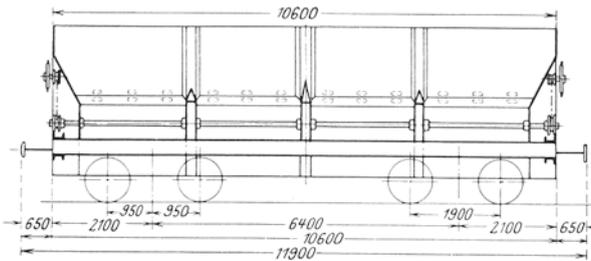


Abb. 83. Vierachs. Großgüterwagen mit festem Sattel von 50 t Tragfähigkeit, Bauart Talbot, Seitenansicht.

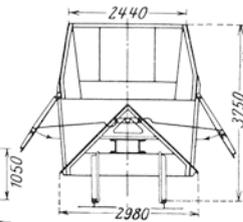


Abb. 84. Vierachs. Großgüterwagen mit festem Sattel von 50 t Tragfähigkeit, Bauart Talbot, Querschnitt.

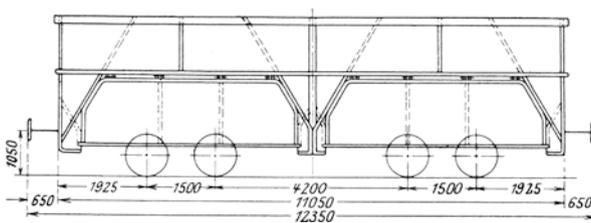


Abb. 85. Vierachs. Großgüterwagen mit festem, gebrochenem Sattel von 50 t Tragfähigkeit, Bauart Uerdingen, Seitenansicht.

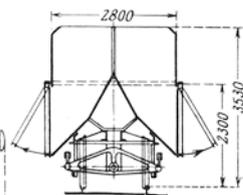


Abb. 86. Vierachs. Großgüterwagen mit festem, gebrochenem Sattel von 50 t Tragfähigkeit, Bauart Uerdingen, Querschnitt.

druckes. Der Wagen hat bei 60 t Ladegewicht und 37 cbm Inhalt ein Eigengewicht von 25,78 t, so daß sich also ein Achsdruck von rd. 20,5 t ergibt, was bei der langsamen Fahrt und bei guter Gleisunterhaltung auch auf dem im allgemeinen auf den Anschlußgleisen verlegten Oberbau <sup>1)</sup> unbedenklich geschehen kann. Während bei dieser Bauart ebenfalls infolge der Entladung zwischen den Drehgestellen eine verhältnismäßig große tote Wagenlänge sich ergibt — der Wagen hat bei nur 37 cbm Inhalt 10,10 m Länge über Puffer —, haben die neuen Großgüterwagen mit festem Sattel der Deutschen Reichsbahn bei 65 cbm Inhalt nur 9,5 bzw. 12 m Gesamtlänge, weil hier die Entladung auf der

<sup>1)</sup> Oberbauform Nr. 6 der Deutschen Reichsbahn.

ganzen Wagenlänge erfolgt. Abb. 82 zeigt die Versuchsbauart Orenstein & Koppel, Abb. 83 und 84 zeigen die Versuchsbauart Talbot und Abb. 85 und 86 die Bauart Uerdingen, bei der nach dem Vorschlag des Verfassers ein gebrochener Sattel mit  $60^\circ$  und  $45^\circ$  Neigung gebaut wurde, um auch eine Braunkohlenentladung zu ermöglichen, ohne zuviel an Raum zu verlieren, wie es bei den  $60^\circ$  steilen Sätteln geschieht. Den Querschnitt eines amerikanischen Sattelwagens, bei dem infolge der

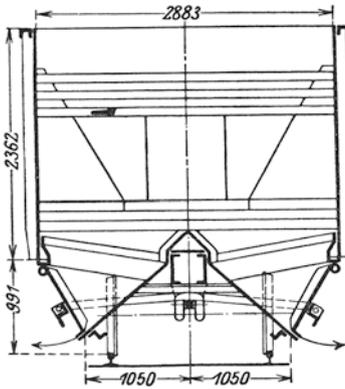


Abb. 87. Amerikanischer Sattelwagen mit innenliegenden Längsträgern.

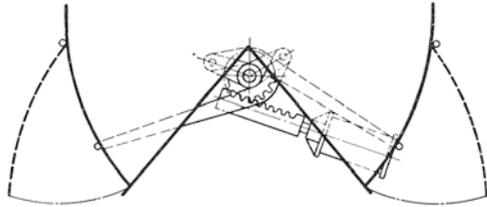


Abb. 88. Prinzip der luftgesteuerten Klappenverschlüsse für Sattelwagen, Bauart Orenstein & Koppel.

innenliegenden Längsträger der Wagenkasten tief herabgezogen und damit eine gute Raumausnutzung gewonnen werden konnte, zeigt Abb. 87.

Auch bei den Sattelwagen wird ein mit Druckluft gesteuerter Verschlußmechanismus ebenso vorteilhaft wie bei den Bodenentleerern angewandt. Abb. 88 zeigt das Prinzip eines luftgesteuerten Klappenverschlusses.

c) Talbot-Wagen mit wahlweiser Entladung nach beiden Seiten.

Der Talbot-Wagen, wird durch einen dreieckigen Wagenquerschnitt gekennzeichnet, der mit der Spitze auf einem umgekehrt liegenden Sattel steht, so daß das Ladegut nach rechts und links oder gleichzeitig nach beiden Seiten entleert werden kann.

Die Grundform für einen zweiachsigen Wagen der Firma Gustav Talbot, Aachen, zeigt Abb. 89. Diese Bauart ist im Laufe der Jahre von einer großen Anzahl in- und aus-

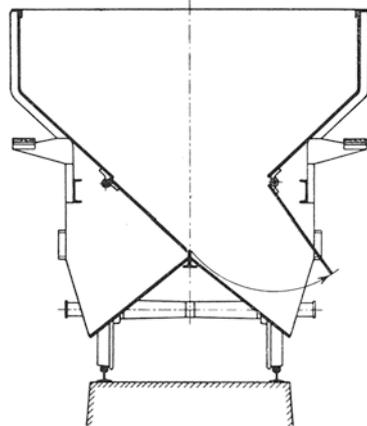


Abb. 89. Zweiachs. Talbotwagen mit wahlweiser Entladung nach beiden Seiten.

ländischer Firmen nachgebaut worden; die Änderungen bezogen sich dabei meist auf abgeänderte Verschlußanordnungen der Klappen.

d) Wagen mit wahlweiser Entladung nach drei Seiten  
(für Seiten- und Bodenentleerung).

Die Wagen für Seiten- und Bodenentleerung gestatten, das Ladegut entweder nach einer Seite, oder nach beiden Seiten, oder durch

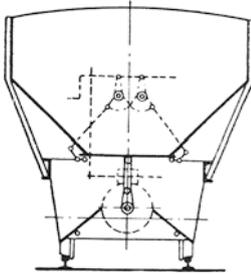


Abb. 90. Selbstentlader für dreiseitige Entladung, Bauart Orenstein & Koppel, geschlossen.

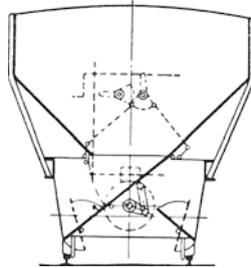


Abb. 91. Selbstentlader für dreiseitige Entladung, Bauart Orenstein & Koppel, linksseitig geöffnet.

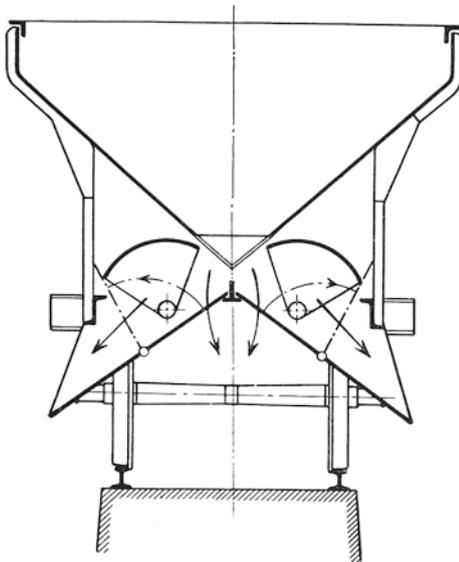


Abb. 92. Zweiachs. Gleisbeschotterungswagen mit Rundschieberverschluß, Bauart Talbot, Entladestellung.

den Boden des Wagens zu entleeren. Die Ablenkung des Ladegutes nach der Wagenmitte läßt sich bei den Talbot-Wagen dadurch erreichen, daß man eine oder beide Rutschflächen des Sattels um einen unteren Drehpunkt nach außen umlegbar gestaltet. In Abb. 90 und 91 ist die Bauart Orenstein & Koppel dargestellt, die dadurch bemerkenswert

ist, daß der wagerecht liegende Boden nach beiden Seiten abgesenkt werden und hierdurch nach jeder Seite eine Rutschfläche bilden kann. Eine zweiseitige gleichzeitige Entleerung ist hierbei allerdings nicht möglich. Durch Umlegen einer oder beider unteren Rutschflächen läßt sich das Ladegut durch die Mitte ablenken. Dieser Wagen gestattet im Gegensatz zu den mit Daumen gehaltenen Klappen der normalen Talbot-Wagen, die beim Öffnen der Verschlüsse ganz aufschwingen und hiermit die gesamte Entladung freigeben, eine regelbare allmähliche Entladung.

Eine derartige Regelbarkeit der Entladung nach beiden Seiten und nach der Mitte zu wird erforderlich bei den Gleisbeschotterungswagen,

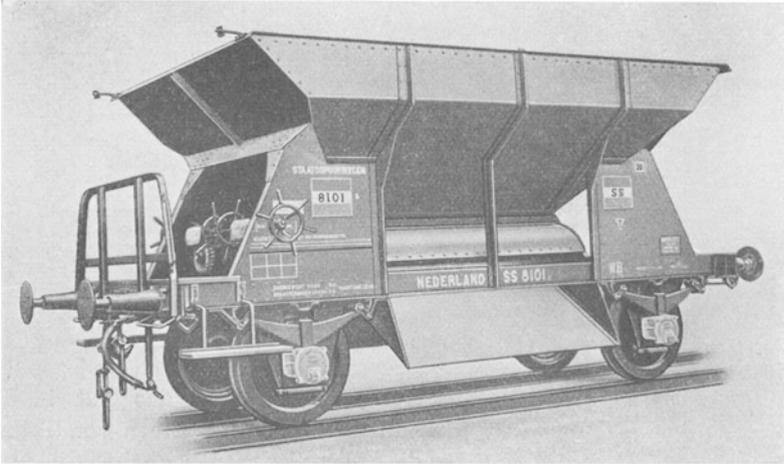


Abb. 93. Zweiachs. Gleisbeschotterungswagen, Bauart Talbot, für holländische Eisenbahnen in Java.

von denen in letzter Zeit eine Reihe bemerkenswerter Entwürfe von der deutschen Waggonindustrie heraus gebracht wurden. Bei den großen Mengen alljährlich einzubauenden Gleisbettungsmaterials und der zeitraubenden und teuren Handentladung werden derartige Wagen künftig zweifellos große Bedeutung gewinnen, da sie vor allen Dingen auch in kurzen Betriebspausen eine schnelle Entladung gestatten. Die Grundbedingung für diese Wagen ist die Eigenschaft, das Schottergut beiderseits des Gleises und in der Gleismitte gleichmäßig auszustreuen, damit nur ein Verteilen von Hand und keine Weiterbewegung nötig wird. Abb. 92 zeigt einen bei der Deutschen Reichsbahn schon in Benutzung befindlichen Wagen, bei dem das allmähliche Ausfließen des Bettungsmaterials durch Rund-

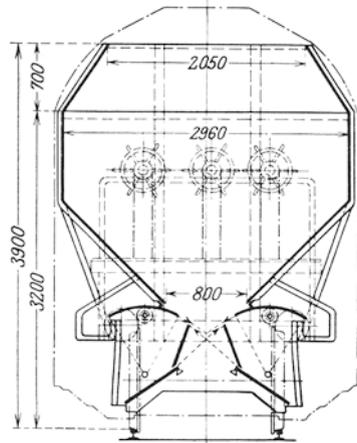


Abb. 94. Zweiachs. Gleisbeschotterungswagen, Bauart Hawa, Querschnitt.

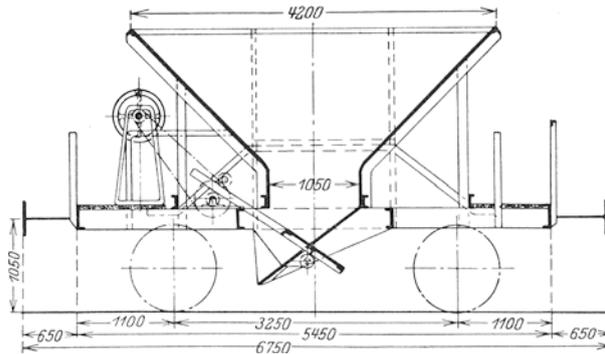


Abb. 95. Zweiachs. Gleisbeschotterungswagen, Bauart Krupp, Seitenansicht.

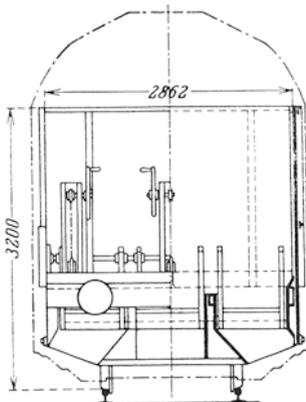


Abb. 96. Zweiachs. Gleisbeschotterungswagen, Bauart Krupp, Querschnitt.

schieber geregelt wird; durch Umlegen der unteren Rutschen wird das Gut in die Gleismitte abgelenkt. Einen von Talbot für die holländischen Eisenbahnen in Java erbauten Gleisbeschotterungswagen gibt Abb. 93 wieder. Während man bei diesem Wagen das Gut gleichzeitig nur nach zwei Richtungen lenken kann, gestattet der Wagen von Hawa (Abb. 94) eine beliebige Ablenkung nach einer, zwei oder drei Seiten zugleich. Die gleiche Möglichkeit bietet die Bauart Krupp (Abb. 95 und 96), ohne daß man jedoch die ganze Schottermenge im Bedarfsfalle nach einer Richtung hin ablenken kann, wie es bei Abb. 94 möglich ist.

#### e) Flachboden - Selbstentlader.

Da die früheren, fast ausschließlich in Gestalt von Sattel- und Talbot-Wagen gebauten Selbstentlader lediglich zum Transport von Schüttmassen gebraucht werden konnten, die meist nur in einer Richtung bewegt wurden, so hatten sie im allgemeinen 50 vH Leerlauf, während der Leerlauf der normalen offenen Güterwagen infolge ihrer Freizügigkeit nur 38 bis 40 vH betrug. Das Bestreben der Eisenbahnverwaltungen ging deshalb dahin, eine Wagenbauart zu finden, die für den freizügigen Verkehr sowohl mit flachem Boden als gewöhnlicher offener Güterwagen zu gebrauchen ist, als auch im Bedarfsfalle in einen

Selbstentlader für Schüttgüter verwandelt werden kann. Alle früheren Versuche führten nicht zum Ziel, auch das Preisausschreiben des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen im Jahre 1907 brachte nur unvollkommene Lösungen; sie bildeten aber die Grundlage für spätere erfolgreichere Konstruktionen, die neuerdings als Flachboden-Selbstentlader entweder mit Seiten- oder Bodenentleerung oder mit Seiten- und Bodenentleerung ausgebildet werden.

**α) Flachboden-Selbstentlader mit vor der Beladung umlegbarem Sattel.**

Der erste derartige Wagen war der von der Oberschlesischen Eisenbahnbedarfs-A.-G. (Oberbedarf) in Gleiwitz gebaute Malcher-Wagen für 20 t Ladegewicht, bei dem in geschickter Weise der Längsträger in Gestalt eines Z-Eisens als Rutschfläche mit benutzt wurde (Abb. 97). Der Wagenboden war in der Längsrichtung dreiteilig, wobei die beiden äußeren Drittel um Scharniere zu einem Sattel aufgerichtet werden

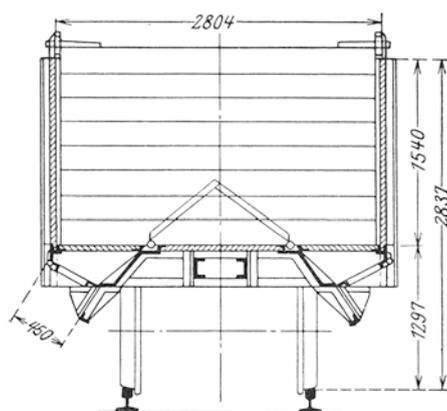


Abb. 97. Flachbodenselbstentladewagen von 20 t Tragfähigkeit, Bauart Malcher.

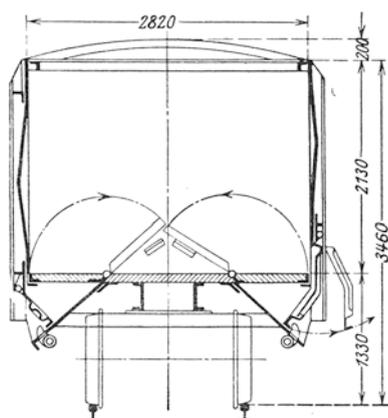


Abb. 98. Flachbodenselbstentladewagen von 50 t Tragfähigkeit, Bauart Malcher, Querschnitt.

konnten. Bei den Versuchsentwürfen der 50 t-Großgüterwagen ist diese Bauart von Oberbedarf (Abb. 98), der Waggonfabrik Uerdingen und der Waggonfabrik L. Steinfurt in Königsberg ausgeführt worden. Der Mißstand der Bauart besteht in dem Umstand, daß man vor der Beladung wissen muß, wie an dem Empfangsort die Entladung stattfinden soll; wird das Aufrichten des Sattels vergessen, so kann der Wagen nicht selbsttätig entladen.

**β) Flachboden-Selbstentlader mit herunterklappenden Bodenhälften.**

Diese Bauart, die in Amerika sehr verbreitet ist, läßt sich nur ausführen, wenn die Hauptlängsträger in der Mitte des Wagens liegen, wie es bei den amerikanischen Wagen wegen der selbsttätigen Mittel-

pufferkupplung immer der Fall ist. Nur so ist es möglich, den freien Raum für die herunterklappenden Bodenhälften zu gewinnen, was bei außenliegenden Längsträgern nach der normalen europäischen Bauart mit Seitenpuffern nicht möglich wäre. Abb. 99 zeigt die amerikanische Ausführung dieser Art. Bei den Versuchsbauarten der 50 t-Großgüterwagen hat die Firma Talbot ebenfalls einen Wagenzug nach diesen Vorbildern gebaut. Eine restlose Entladung ist nicht möglich, weil ein Rest des Ladegutes in Breite der Mittellängsträger zurückbleibt, wenn man nicht den Mittelteil mit einem abhebbaren kleinen Sattel ausstattet.

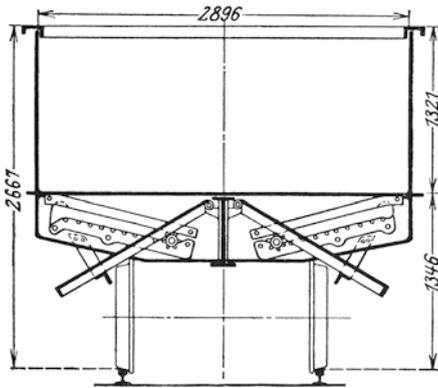


Abb. 99. Amerikanischer Flachboden-selbstentlader von 50 t Tragfähigkeit mit allmählich herablaßbarem Boden.

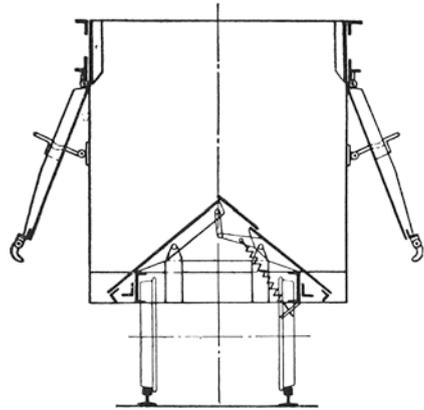


Abb. 100. Schmalspuriger Flachboden-selbstentlader, 8 cbm Inhalt, 8 t Tragfähigkeit, 785 mm Spur, Bauart Ziehl, Entladestellung.

**γ) Flachboden-Selbstentlader mit einem das Ladegut aufbrechenden Boden; Sattelbildung im Augenblick der Entladung.** Diese Bauart gibt eine restlose Entladung auch der schwierigsten Entladegüter, weil durch die Sattelbildung im Augenblicke der Entladung das Massengut aufgebrochen und hierdurch in Fluß gebracht wird. Der Wagenboden ist in der Längsrichtung in zwei Teile zerlegt, die exzentrisch abgestützt und mit ihrem längeren Hebelarm an den Seitenwänden des Kastens aufgehängt sind. Schwingen nach Lösung des Verschlusses die Kastenwände aus, so gibt die Masse durch den Druck auf den längeren Hebelarm der Wagenbodenhälften starke Drehmomente, welche die Bodenhälften in die Sattelstellung bringen.

Dieser Gedanke ist erstmalig von Ziehl bei den Schmalspurwagen der oberschlesischen Schmalspurbahnen mit Erfolg zur Ausführung gebracht worden (Abb. 100), war aber dann bei der dort gewählten konstruktiven Ausbildung bei den 20 t-Wagen nicht mehr anwendbar,

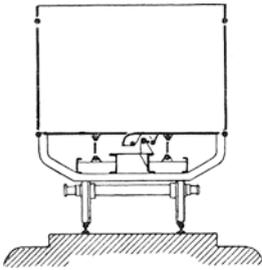


Abb. 101. Prinzipskizze des 50 t-Flachbodenselbstentladers, Bauart Krupp — Ladestellung.

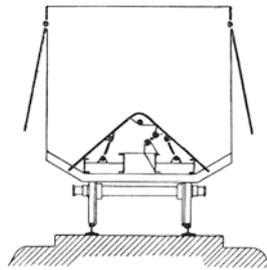


Abb. 102. Prinzipskizze des 50 t-Flachbodenselbstentladers, Bauart Krupp — Entladestellung.



Abb. 103. Flachbodenselbstentlader, 50 t Tragfähigkeit, Bauart Krupp.

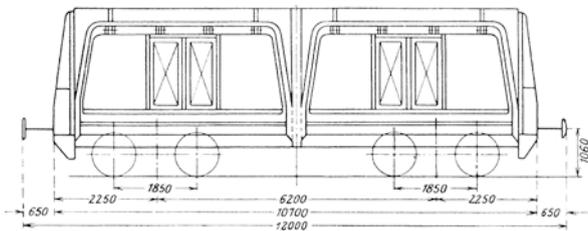


Abb. 104. Flachbodenselbstentlader, 50 t Tragfähigkeit, Bauart Linke-Hofmann-Lauchhammer.

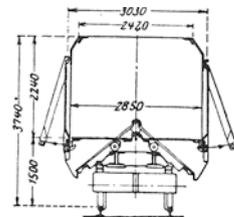


Abb. 105. Flachbodenselbstentlader, 50 t Tragfähigkeit, Bauart Linke-Hofmann-Lauchhammer. Querschnitt.

da hier bei dem größeren Volumen und der höheren Ladung ein Aufbrechen der Massen nicht mehr zu erzielen war; hier mußte vor der Beladung ein Hilfssattel aufgerichtet werden.

Erst bei den Versuchsbauarten der deutschen Großgüterwagen gelang es den Firmen Krupp, Linke-Hofmann und Orenstein & Koppel diesen Grundsatz des aufbrechenden Bodens auf verschiedene konstruktive Weise wieder durchzuführen. Den schematischen Entladevorgang bei der Kruppschen Bauart zeigen Abb. 101 und 102<sup>1)</sup>, die konstruktive Durchbildung Abb. 103. Die Bauart Linke-Hofmann, bei welcher die Wagenbodenhälften mit Rollen auf schiefen Ebenen gleiten, geben Abb. 104 und 105 wieder<sup>1)</sup>. Die Bauart Orenstein & Koppel ist in Abb. 106 und 107<sup>1)</sup> dargestellt.

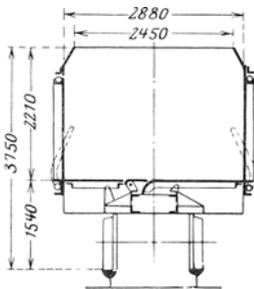


Abb. 106. Flachbodenselbstentlader, 50 t Tragfähigkeit, Bauart Orenstein & Koppel — Ladestellung.

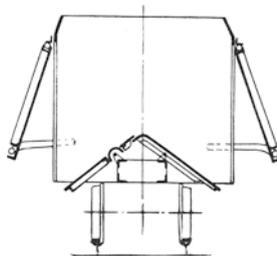


Abb. 107. Flachbodenselbstentlader, 50 t Tragfähigkeit, Bauart Orenstein & Koppel — Entladestellung.

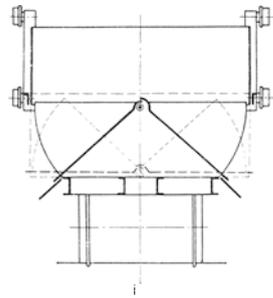


Abb. 108. Seitenentlader mit vertikal beweglichem Kasten, Bauart van der Zypen & Charlier.

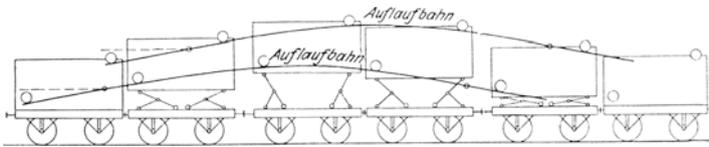


Abb. 109. Schema der Entladevorrichtung.

An dieser Stelle ist noch eine Sonderbauart der Firma van der Zypen & Charlier mit beweglichem Wagenkasten zu erwähnen, die in Oberschlesien zum Sandtransport für Spülversatz in Anwendung ist (Abb. 108 und 109).

Die Wände des Wagenkastens sind zu einem festen Rahmen verbunden, während der Boden aus zwei um die Mitte schwingenden Klappen

<sup>1)</sup> Vgl. Laubenheimer: Die ersten Großgüterwagen der Deutschen Reichsbahn. Verk. Woche Juli 1923. Sonderausg. Der Eisenbahnwagenbau.

besteht. Diese nehmen, wenn der Rahmen angehoben wird, die gezeichnete schräge Stellung ein, bilden also einen Sattel, von dem der Kasteninhalt nach beiden Seiten abgleitet.

Der Wagen wird dadurch gehoben, daß man die beiden oben und unten am Wagenkasten befestigten Rollenpaare auf passend geformte Schienen auflaufen läßt (Abb. 109). So kann ein ganzer Zug ohne Fahrtunterbrechung in kürzester Zeit entladen werden. Die Wagenkästen bleiben während der Hebung mit dem Untergestell durch Lenker verbunden. Soll die betreffende Entleerungsstelle ausgeschaltet werden, so sind die Weichenzungen am Beginn der Auflaufbahn in die Höhe zu drehen.

Die in Oberschlesien benutzten Wagen haben 20 000 kg Lade- und einschließlich Bremse 9125 kg Eigengewicht<sup>1)</sup>.

f) Flachboden-Selbstentlader mit Bodenentleerung sind in Amerika zur Ausführung gekommen. Abb. 110<sup>2)</sup> zeigt den Querschnitt eines amerikanischen 50 t-Wagens, bei dem der Flachbodenwagen durch Aufklappen der mittleren Bodenklappen in einen Bodenentleerer verwandelt werden kann.

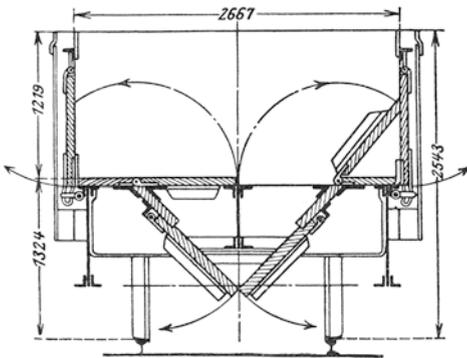


Abb. 110. Amerikanischer Bodenentleerer, 50 t Tragfähigkeit.

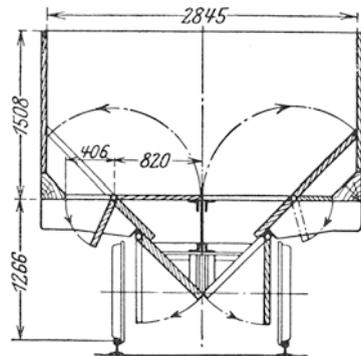


Abb. 111. Schnitt des 50 t-Bodenentleerers für gesamte Bodenentleerung oder teilweise Seitenentleerung.

#### g) Flachboden-Selbstentlader mit Boden- und Seitenentladung.

Abb. 111<sup>2)</sup> gibt den Querschnitt eines amerikanischen Gleisbeschotterungswagens für Boden- und teilweise Seitenentleerung oder Bodenent-

<sup>1)</sup> Vgl. die Beschreibung in Glückauf 1906, Nr. 19 und 20.

<sup>2)</sup> Car Builders Cyclopedia 1922.

leerung wieder. Abb. 112 und 113 zeigen einen derartigen Wagen in den verschiedenen Verwendungsarten. Da die Seiten- bzw. Bodenentleerung

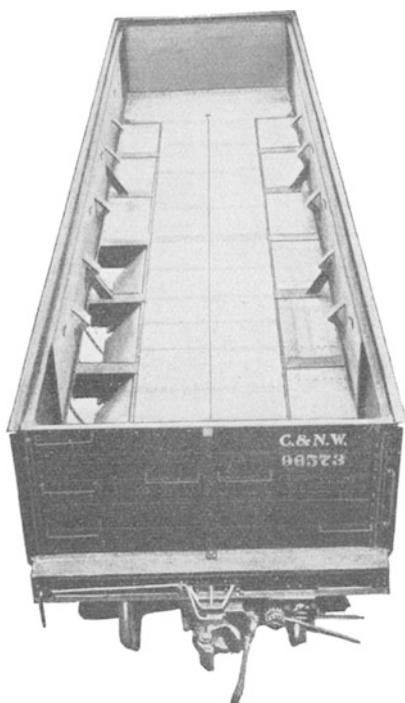


Abb. 112. Amerikanischer Gleisbeschotterungswagen von 50 t Tragfähigkeit für gesamte Bodenentleerung oder teilweise Seitenentleerung.

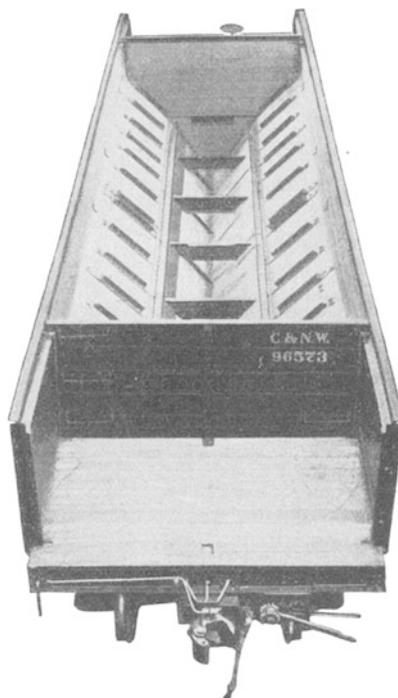


Abb. 113. Amerikanischer Gleisbeschotterungswagen von 50 t Tragfähigkeit für gesamte Bodenentleerung oder teilweise Seitenentleerung. Wagen als Bodenentleerer hergerichtet.

nur zwischen den Drehgestellen erfolgen kann, wird bei der Verwendung des Wagens für selbsttätige Entladung nur ein Teil des Wagens ausgenutzt; die Kopfwände werden dann bis zu den Drehgestellen eingeschlagen.

# Wagenkipper.

Bearbeitet von

**Hermann Scharje,**

Direktor der J. Pohlig A.-G., Köln-Zollstock.

Die Entladung normaler Eisenbahnwagen, die mit Massengütern beladen und als offene Wagen (O-Wagen) im Verkehr sind, kann wirtschaftlich nur bei ganz geringen Fördermengen, etwa bis 10 t stündlich, durch menschliche Handarbeit (Schaufelarbeit) bewirkt werden. Bei größeren Förderleistungen wird in der Regel eine maschinelle Vorrichtung an die Stelle der Handarbeit treten, besonders dann, wenn es sich nicht nur um ein einfaches Abwerfen des Fördergutes in eine neben dem Gleis angeordnete Grube, auf einen Haufen entlang dem Gleis oder in neben dem Gleis aufgestellte Schmalspurwagen oder Fuhrwerke handelt, sondern auch um die Verteilung des Fördergutes auf einen Lagerplatz oder in höher gelegene Bunker. Die Förderleistungen, die durch Anwendung maschineller Vorrichtungen erzielt werden, richten sich ganz nach der Art der zur Anwendung kommenden Elemente. Mit Greifern, Drehkränen, Laufkränen, Verladebrücken, Elektrohängebahnen und Dauerförderern, wie Becherwerksentladern, läßt sich ein Eisenbahnwagen von 10 t in 12 bis 15 Minuten entladen, so daß stündlich mit einem der genannten Fördermittel 40 bis 50 t entladen werden können. Wenn die verlangte Förderleistung darüber hinausgeht, lassen sich zwar unter günstigen Verhältnissen durch Vermehrung der Anzahl gleichartiger Elemente, z. B. bei Elektrohängebahnen mit mehreren Führerstandsgreiferkatzen oder ferngesteuerten Greiferkatzen, wirtschaftliche Erfolge erzielen, jedoch ist bei den genannten Förderleistungen schon die Grenze erreicht, bei der sich der Wagenkipper in der Regel als wirtschaftlich überlegen erweist, wenigstens soweit es sich um die reine Entladearbeit handelt, d. h. um die Entleerung des Eisenbahnwagens in eine tiefergelegene Grube, ohne Berücksichtigung der Weiterbeförderung. Der Wagenkipper ist aber in jeder Ausführungsform als Hilfsmaschine einer Förderanlage zu betrachten, lediglich dazu bestimmt, eine den Bedürfnissen entsprechende rasche Entleerung vorzunehmen, während die Weiterbeförderung des Gutes durch geeignete andere Elemente geschehen muß. Im günstigsten Falle, wie bei Hoch-

kippern und Schwerkraftkippern, kann die Weiterleitung des Materials auch in einfacher Weise durch Rutschen erfolgen. Die stündliche Leistung der Wagenkipper ist daher durch die örtlichen Verhältnisse in weitgehendem Maße beeinflusst; sie schwänkt zwischen 50 und 700 t/st.

Während in Deutschland, Holland und England sämtliche Wagen von 10, 15 und 20 t Ladefähigkeit mit Stirnklappen versehen sind — die ganz selten noch vorkommenden Kastenwagen älterer Konstruktion können praktisch außer acht gelassen werden —, haben die übrigen europäischen Länder durchweg Wagen mit Seitentüren und gehen teilweise erst in neuester Zeit dazu über, die für die maschinelle Entladung durch Kippen günstigere Bauart mit Stirnklappen einzuführen. Bei den Stirnklappenwagen sind die beiden Kopfwände um je zwei oben am Rande der Klappe angebrachte Zapfen schwingend angeordnet und unten am Wagenboden durch zwei Sperrhaken verriegelt, die durch einen Griff gleichzeitig gelöst werden können. Beim Schrägstellen des Wagens schwingen die Klappen nach vollzogener Entriegelung frei aus. Wagen mit Bremserhäuschen haben aus konstruktiven Gründen nur an dem dem Bremserhäuschen gegenüberliegenden Kopfe eine Stirnklappe. Solche Wagen können daher, wenn sie mit vorne stehendem Bremserhäuschen auf die Kipp-Plattform eines Wagenkippers auffahren, nicht ohne weiteres entleert werden; sie sind vorher um  $180^\circ$  zu drehen.

Die konstruktive Ausbildung der Eisenbahnwagen mit Stirnklappen oder Seitentüren ist ausschlaggebend gewesen für die Hauptausbildungsformen der Wagenkipper und ihre Trennung in Stirnkipper, Seitenkipper und Kreiselwipper, welche letztere auch die Kipperkonstruktionen amerikanischer Bauart in sich schließen. Um einen Wagen im Stirnkipper durch Aufrichten in eine geeignete Lage restlos entleeren zu können, muß der Kippwinkel je nach der Rutschfähigkeit des Materials verschieden groß gewählt werden. Gut rutschendes Material von geringem Feuchtigkeitsgehalt läuft bereits bei  $40$  bis  $45^\circ$  Neigung gegen die Wagerechte aus, während andere Stoffe Kippwinkel bis zu  $60^\circ$  verlangen, wie z. B. sehr feuchte Braunkohle, Schlammkohle, gewisse Erzarten. Unter besonders ungünstigen Verhältnissen, beispielsweise bei starkem Frost, läßt sich auch bei dem größten praktisch ausführbaren Kippwinkel von  $60^\circ$  keine Gewähr für eine störungsfreie Entleerung des Wagens geben. Für solche Fälle sind bei einer Reihe von Ausführungen Stocherbühnen über den Kippergruben angeordnet, oder man hat Wärmehallen errichtet, d. s. geschlossene, mit Heizröhren durchzogene Hallen, in denen bei stärkstem Frost der Eisenbahnzug vor der Entladung zunächst einige Stunden dem Einfluß der dort herrschenden Wärme ausgesetzt wird, um die Schwierigkeiten beim Kippen zu vermeiden.

Die restlose Entladung der Wagen mit Seitentüren ist im Seitenkipper durch seitliches Aufrichten der Kippbühne nicht ohne weiteres möglich, da die Seitentüren nur einen Teil der Wagenlänge ausmachen. Es ist daher noch eine beträchtliche Handschaufelarbeit zu leisten, die die Leistungsfähigkeit solcher Kipper erheblich herabsetzt und eine Stundenleistung von 3 bis 4 Wagen als Höchstleistung erscheinen läßt. Eine restlose Entleerung solcher Wagen kann nur durch Kreiselwipper erfolgen. Als Kreiselwipper müssen folgerichtig alle Wagenentleerer bezeichnet werden, bei denen der Drehwinkel der Kippbühne zwischen  $90$  und  $360^\circ$  beträgt. Für die Entleerung von Eisenbahnwagen durch Kreiselwipper kommen nur solche Wagen in Frage, deren Achslager mit Fettschmierung versehen sind, da bei Lagern mit Ölschmierung das Öl schon bei größeren Neigungen als  $30^\circ$  teilweise herausläuft, bei Neigungen über  $90^\circ$  aber ganz herauslaufen würde. Man kann zwar mit Ölspritzen das Öl vor dem Kippen herausziehen und später wieder einfüllen; wegen der damit verbundenen Betriebsgefahren wird jedoch ein solches Verfahren von den Eisenbahnverwaltungen nicht zugelassen.

### **A. Konstruktionselemente und Sicherheitsvorrichtungen.**

Allen Kipperausführungen sind gewisse Konstruktionselemente gemeinsam, und zwar in der Hauptsache die, welche dazu dienen, den Eisenbahnwagen beim Kippvorgang auf der Kippbühne festzuhalten, so daß ein nicht gewolltes Abrollen und auch ein Überschlagen der Wagen bei großen Kippwinkeln und großen Kippgeschwindigkeiten unmöglich wird.

Bei den Haltevorrichtungen, die das Fahrzeug auf der Kippbühne festhalten, unterscheidet man zwei grundsätzlich verschiedene Ausführungsformen, je nach der Art, wie sie am Eisenbahnwagen angreifen. Bei der ersten, nur bei Stirnkippern gebräuchlichen und möglichen Form wird der Wagen durch sogenannte Fanghaken an einer der beiden Laufachsen festgehalten. Die zweite Ausführungsform greift unmittelbar am Wagenkasten an, und zwar bei den Stirnkippern an den Puffern, bei den Seitenkippern an den Hauptlängsträgern des Kastengerüsts und bei den Kreiselwippern außerdem noch an der Oberkante des Kastens.

Bei den Kreiselwippern sind auch hier und da noch Ausführungsformen von Haltevorrichtungen im Gebrauch, die von unten (die Schienen selbst) und von oben (besondere Führungsschienen über den Auflaufschienen) am Radkranz angreifen. Sie bedingen jedoch eine Wagenkonstruktion mit fliegend aufgesetzten Rädern.

Alle Ausführungsformen der Haltevorrichtung haben ihre Vorzüge und Nachteile. Die Fanghaken zeichnen sich aus durch außerordent-

liche Beweglichkeit, die es ohne Beeinträchtigung der Leistung gestattet, die Wagen von der einen Seite dem Kipper zu- und nach der anderen Seite abzuführen; bei entsprechender Gleisanlage kann ein Zug ohne weiteres Rangieren über den Kipper hinweggedrückt werden, so daß außerordentlich große Kipperleistungen (24 Wagen und mehr in der Stunde) erreichbar sind. Nachteilig ist bei dieser Art des Festhaltens die wechselnde Lage der Ausschüttkante infolge der verschiedenen Überstände der Wagenenden über Achsmittle bei den mannigfachen Wagentypen. Bei kurzem Überstand fällt bei einem Kippwinkel von  $25$  bis  $30^\circ$  — bei dieser Neigung des Wagenbodens muß nach den Vorschriften der Eisenbahnbehörden die Stirnklappe des Wagens geöffnet werden — ein Teil des Gutes zunächst auf die Plattform und rutscht erst bei größerer Neigung von der Plattform in den Bunker. Das dem

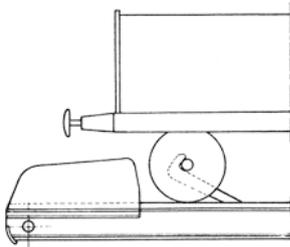


Abb. 114.

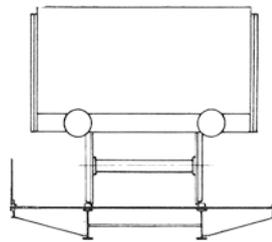


Abb. 115.

Kippbühne, vorn als Schurre ausgebildet.

Bunker zu gelegene Ende der Plattform wird deshalb vielfach schurrenartig ausgebildet (Abb. 114 und 115).

Besondere Sorgfalt muß auch auf ein gutes Überleiten des Fördergutes von der Plattform in den Bunker verwendet werden, damit es nicht in die Kippergrube gelangt und hier Klemmungen oder andere Schäden verursachen kann.

Ein weiterer Nachteil der Haltevorrichtung mit Fanghaken ist die nicht unerhebliche Überbeanspruchung der Wagenachsen und der Lagerhalter der Eisenbahnfahrzeuge, die dann eintritt, wenn bei einer Neigung des Wagenbodens von  $45^\circ$  und mehr der Wagen noch voll beladen ist, sei es, weil das Fördergut festgefroren ist oder festklebt, sei es, daß vergessen wird, die Stirnklappe rechtzeitig zu öffnen.

Das Bewegen der Fanghaken in die Haltestellung erfolgt entweder von Hand (bei einfachen billigen Ausführungen mit kleiner Leistung) oder durch den auffahrenden Wagen selbst, dessen Vorderräder über den Schienenkopf hinausragende Auflaufstücke niederdrücken und hierdurch ein Hochschlagen der Fanghaken durch Hebelübersetzung bewirken.

Die Form der Fanghaken und der Bewegungsvorgang müssen konstruktiv so durchgebildet sein, daß ein Erfassen und Beschädigen der Bremsgestänge bei Bremswagen unmöglich ist. Eine federnde Lagerung des Hakengeschirres mildert die beim Einfahren in die Fanghaken auftretenden Stöße. Ein weiteres, häufig angebrachtes Federnpaar im Gestänge bewirkt ein sicheres und festes Anliegen der Haken an der Achse bei den durch unterschiedliche Belastung und Abnutzung der Radkränze vorkommenden verschiedenen Achshöhen der Wagen.

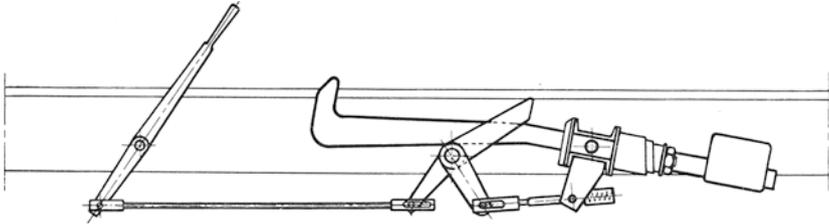


Abb. 116.

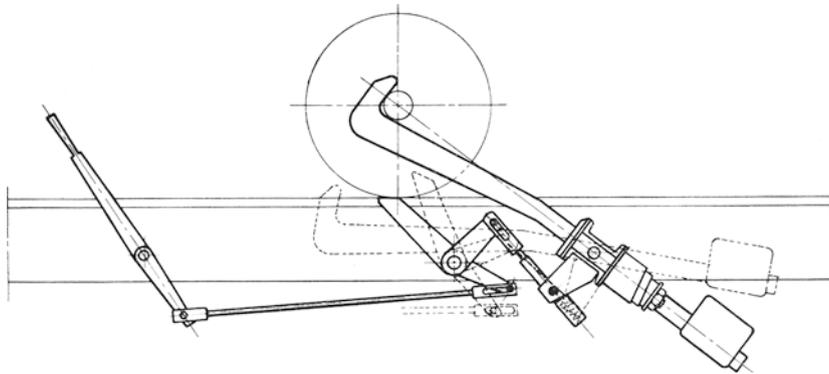


Abb. 117.

Fanghaken mit selbsttätiger und Handumlegung.

Schließlich werden noch die Fanghaken durch Gegengewichte so weit ausgeglichen, daß sie von Hand leicht bedient werden können und bei automatischer Betätigung beim Abfahren des Wagens zwar schnell, aber ohne heftigen Schlag niederfallen. Die Auflaufstücke der automatischen Betätigung können auch von Hand umgelegt werden, so daß Eisenbahnfahrzeuge den Kipper überfahren können, ohne daß die Fanghaken bewegt werden. Abb. 116 und 117 zeigen ein solches, durch den auffahrenden Wagen betätigtes Hakengeschirr neuester Ausführung.

Die Haltevorrichtungen, die am Wagen angreifen, sind verschieden ausgebildet, je nachdem, ob sie für Stirnkipper, Seitenkipper oder Kreiselpopper bestimmt sind. Beim Stirnkipper verwendet man

so genannte Pufferbohlen, auf die sich die Puffer des Fahrzeugs abstützen. Die Pufferbohle ist in den meisten Fällen mit der Kippbühne fest verbunden und vielfach gleichzeitig als Schurre ausgebildet, die zur sanften Überleitung des Fördergutes in den Aufnahmebunker dient. Ein Vorteil dieser Pufferbohlen liegt in der immer gleichbleibenden Lage der Ausschüttkante des Wagens in dieser Schurre und der damit erreichten großen Schonung bei leicht zerbrechlichem Fördergut (Braunkohlenbriketts, Koks usw.). Abb. 118 und 119 zeigen ein Ausführungsbeispiel einer Pufferbohle mit Schurre.

Bei Kipperkatzenbetrieb (vgl. S. 98 u. f.) ist eine solche Schurre überall dort unerlässlich, wo ein Öffnen der Stirnklappen an der Entladestelle

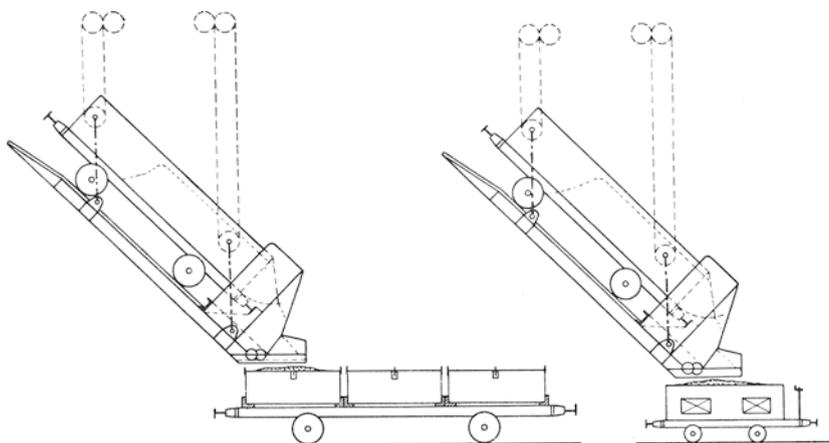


Abb. 118 und 119. Kippbühnen mit Pufferbohle und Überleitschurre.

selbst von einer festen Bühne aus unmöglich ist, da in diesen Fällen — es sind wohl die meisten — die Stirnklappen vor dem Hochziehen des Wagens gelöst werden müssen. Das beim Öffnen der Klappe aus dem Wagen herausfallende Gut gelangt in die Schurre und bleibt in ihr liegen, bis es an der Entladestelle durch Schrägstellen der Kippbühne entladen wird. Notwendig ist eine derartige Schurre auch, wenn man das Fördergut in mehreren Portionen aus dem Eisenbahnwagen in kleine Fördergefäße umladen will. Alsdann wird in die Schurre noch ein besonderer Verschlusschieber eingebaut.

Ein Nachteil der festen Pufferbohlen ist, daß die Wagen von der gleichen Seite dem Kipper zu- und von ihm abgeführt werden müssen. Dies bedingt bei einfachen Stirnkippern die Anlage eines Doppelgleises mit Weiche vor dem Kipper; die dadurch erforderliche Rangierarbeit vermindert natürlich die Leistungsfähigkeit. Dieser Nachteil kann

erstens dadurch behoben werden, daß man den Kipper senkrecht zum Gleis anordnet und auf die Kippbühne eine Drehscheibe aufsetzt (vgl. Abb. 160, S. 84), zweitens dadurch, daß man die Pufferbohle ausschwenkbar macht oder aufklappbare Pufferhalter verwendet. Eine Ausführungsart einer ausschwenkbaren Pufferbohle zeigen Abb. 120 bis 122 (s. a. Beschreibung zum Hochkipper der MAN, S. 89).

Diese Pufferbohle ist in der einen Seitenwange der Kipperplattform bei *A* drehbar gelagert, mit der anderen wird sie in der Arbeitstellung

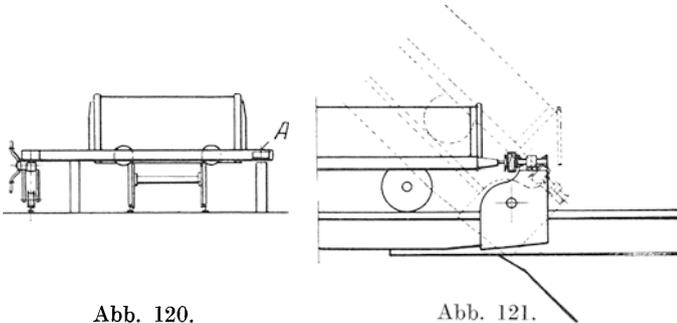


Abb. 120.

Abb. 121.

durch einen kräftigen Riegel verbunden. Das überragende Ende stützt sich mit zwei Laufrädern auf eine kreisbogenförmig gebogene Schiene ab. Das Ausschwenken geschieht von Hand oder elektrisch.

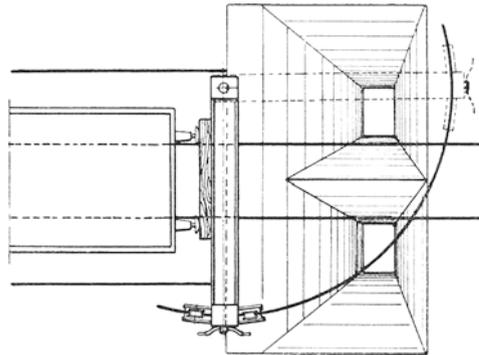


Abb. 122.

Ausschwenkbare Pufferbohle.

Aufklappbare Pufferbohlen werden um eine an der Kippbühne fest verlagerte Drehachse so hochgeklappt, daß die Eisenbahnwagen ungehindert abfahren können. Um eine leichte Beweglichkeit zu erzielen, werden die Pufferbohlen in der Regel durch Gegengewichte ausgeglichen. Die Bewegung wird eingeleitet von Hand, durch Anziehen der Huborgane oder schließlich durch das Vorderrad des auffahrenden Wagens (D.R.P. 340 548 MAN, D.R.P. 340 819 MAN, D.R.P. 374 078 Humboldt).

An Stelle einer Pufferbohle werden auch zwei Pufferhalter für die beiden Puffer einer Wagenstirnseite benutzt, die, jeder für sich oder

durch ein Gestänge gekuppelt, um wagerechte, ungefähr parallel zum Gleis liegende Achsen aus dem Lichtprofil des Eisenbahnwagens herausgeklappt werden können (Abb. 123 und 124).

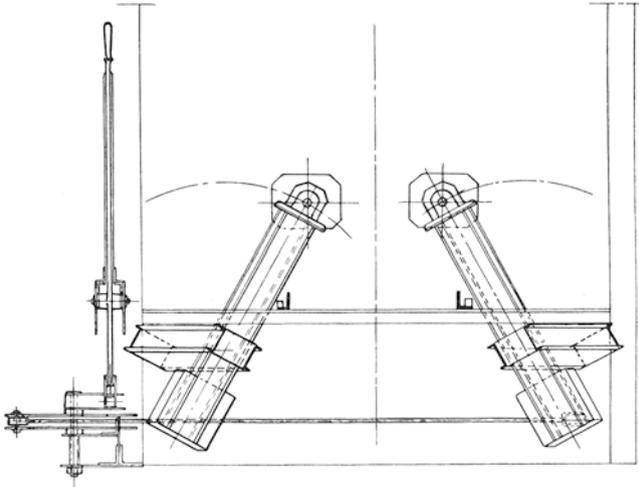


Abb. 123. Stirnansicht.

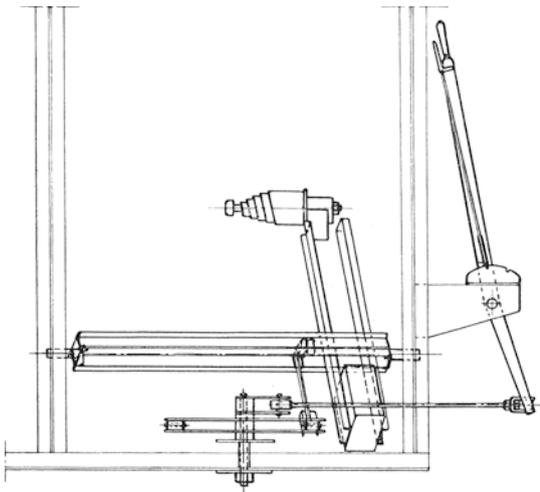


Abb. 124. Seitenansicht.

Um eine wagerechte Achse schwenkbare Puffer.

Bewegung wird meist durch Spindeln mit Handrädern bewirkt. Vielfach sind die Stützträger noch mit besonderen Stützbacken versehen, die in der Längsrichtung der Stützträger beweglich sind und so eingestellt werden, daß die Kraftübertragung

Bei Seitenkippern werden, wie eingangs erwähnt, die Eisenbahnwagen an den Hauptlängsträgern gehalten. Die dazu an den Kippnern erforderlichen Stützträger sind mit der Kippbühne in der Weise verbunden, daß sie in der Höhe einstellbar sind und leicht von Hand an den Hauptträger des Eisenbahnwagens herangebracht und von ihm gelöst werden können. Die senkrechte und wagerechte

zwischen Wagenlängsträgern und Stützträgern an den Querträgern des Wagengestells stattfindet, um die Biegebungsbeanspruchung der Wagenlängsträger tunlichst niedrig zu halten (Abb. 125).

Kreiselwippen, soweit sie zum Entladen kleiner, leichter Wagen (Grubenwagen, Kettenbahnwagen usw.) benutzt werden (Abb. 126), erhalten in der Regel keine beweglichen Haltevorrichtungen. Die Wagen stützen sich einerseits mit den Laufflächen und Spurkränzen der Laufräder auf den Schienen ab, andererseits mit den Oberkanten des Wagenkastens auf Längswinkel, die im Wipperrahmen fest verlegt sind.

Amerikanische Bauarten zum Entladen von Vollbahnwagen, die einen Kippwinkel von 135 bis 150° erreichen, weisen einstellbare Halter auf, die die Wagenkästen sowohl von der Seite als auch von oben festhalten. Sie werden durch die Huborgane oder durch besondere Antriebsmotoren betätigt.

Auf die vorbeschriebenen Konstruktionselemente ist deshalb besonders eingegangen, weil sie nur dem Wagenkipper eigentümlich sind. Bei ihrer Ausbildung und Berechnung ist zu beachten, daß bei dem Auffahren der Wagen und beim Beginn der Kippbewegung Stoßkräfte auftreten, die bei Stirnkippern von der Geschwindigkeit des

Auffahrens abhängen und nicht vernachlässigt werden dürfen.

Alle übrigen im Kipperbau verwendeten Konstruktionselemente sind die im allgemeinen Hebezeugbau üblichen. So die Hubwindwerke

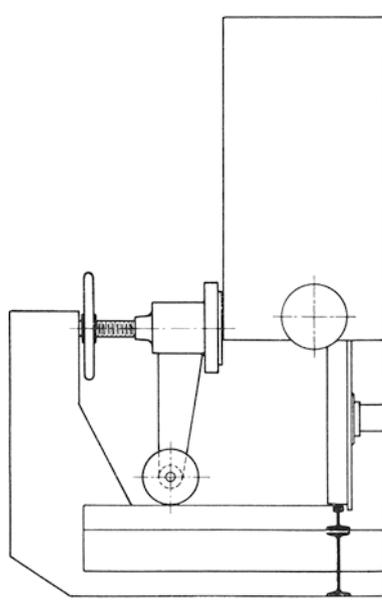


Abb. 125. Pufferbohle für Seitenkippen.

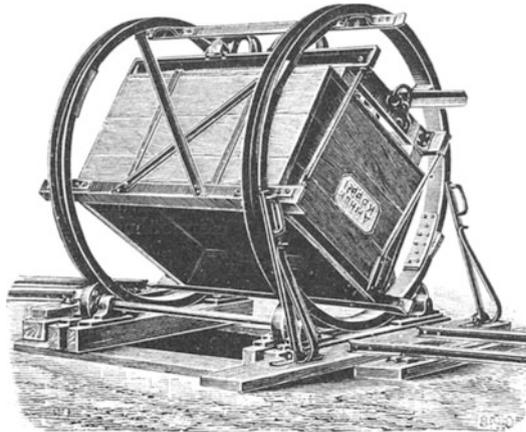


Abb. 126. Normaler Kreiselwipper für Grubenwagen.

mit Gallschen Ketten, Seilen, Zahnsegmenten, Spindeln usw., Winden mit Stirnrad- oder Schneckenvorgelegen, Drehwerke mit Zahn- oder Triebstockkranz, Fahrwerke in der beim Kranbau üblichen Anordnung.

Als Antriebskraft verwendet man bei den weitaus meisten Fällen elektrischen Strom, in seltenen Fällen Dampf, Druckluft oder Druckwasser. Nur in England sind Kipper mit hydraulischem Antrieb infolge der günstigen klimatischen Bedingungen vielfach zur Ausführung ge-

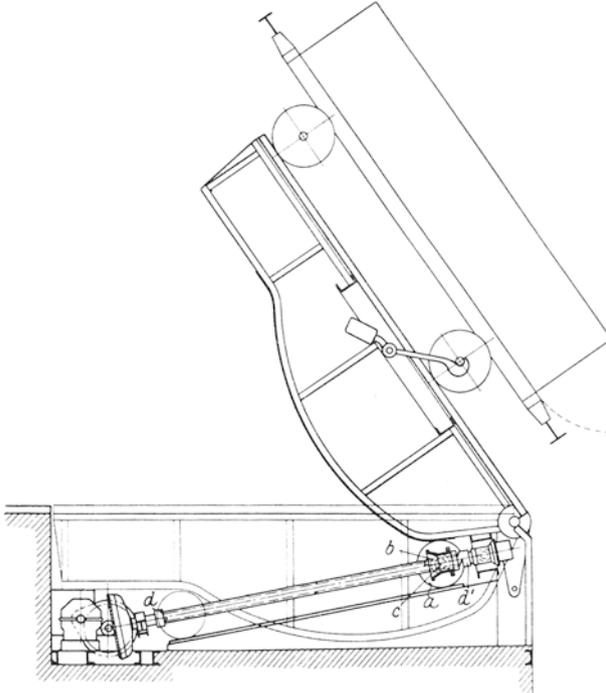


Abb. 127. Selbsttätige Abstellvorrichtung für höchste und tiefste Lage der Kippbühne (MAN).

langt. Ein Teil der Hublast wird häufig in der bei Aufzügen üblichen Weise durch Gegengewichte ausgeglichen.

Die Art und Weise des Kippbetriebes bedingt eine Reihe von Sicherheitsvorrichtungen, teils elektrischer, teils mechanischer Art.

Zunächst darf bei keinem Kipper eine Vorrichtung fehlen, die das Überfahren der höchsten Kippstellung verhindert und vor dem Erreichen der Grundstellung beim Senken der Kippbühne ein rechtzeitiges Abstellen der Antriebskraft bewirkt. Bei fast allen elektrisch angetriebenen Kippern verwendet man zu diesem Zweck Endausschalter.

Die MAN verwendet neuerdings bei ihren Kipperantrieben mit Schraubenspindel eine mechanische Vorrichtung, die bei der höchsten und der tiefsten Stellung der Kippbühne einen Stillstand des Triebwerks herbeiführt, selbst wenn der Motor nicht zum Stehen kommt.

Abb. 127 läßt die grundsätzliche Anordnung der Einrichtung erkennen. Die im Querstück *a* gelagerte Mutter *b* ist durch eine Reibungskupplung *c* während des Betriebes an der Drehung verhindert; sie verschiebt sich also längs der Spindel. In den Endstellungen kuppeln sich die Spindel und die Mutter mittels der Anschlagklauen *d* oder *d'*; die Mutter dreht sich alsdann mit der Spindel, in der Kupplung rutschend, so daß ein weiteres Verschieben des Querstückes nicht stattfindet, selbst wenn der Motor weiterläuft.

Bei den fahr- und drehbaren Kurvenkippern nach Bauart Aumund verwendet Pohlig neben der elektrischen Endschaltung eine Konstruktion, die ein genaues Anhalten der Kippbühne in der tiefsten Stellung gewährleistet, auch wenn der Motor weiterläuft (Abb. 128). Die Spindelmuttern bestehen in bekannter Weise aus zwei Teilen, einer Hülse *a*, die mit dem Querhaupt der Kippbühne fest verbunden ist, und der eigentlichen Mutter *b*, die mit einem Kragen versehen ist, auf den sich die Hülse aufstützt. Mutter und Hülse können sich infolge der Art der Ausführung (Vierkant, Federn u. a.) nicht gegeneinander drehen. In der tiefsten Stellung setzt sich die Kippbühne auf ein festes Auflager. Wenn der Motor und die Spindeln noch nachlaufen, so wird die Mutter aus der Hülse nach unten um ein Stück herausgezogen, ohne daß sich die Kippbühne weiter senkt.

Besondere Sicherheitsvorrichtungen gegen ein Abstürzen der Kippbühne beim Bruch oder Reißen des Huborgans werden meistens nicht vorgesehen. Die Sicherheit beruht in einer besonders kräftigen Ausführung. In den meisten Fällen verwendet man zwei Huborgane, die

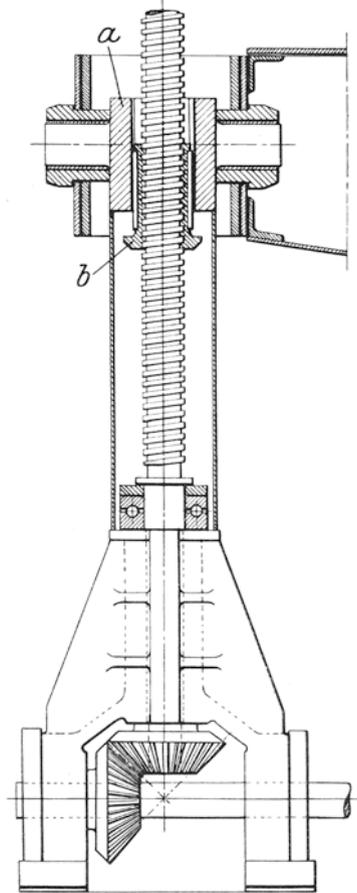


Abb. 128. Vorrichtung für genaues Einstellen der tiefsten Lage der Kippbühne (Pohlig).

so bemessen werden, daß jedes für sich die Last halten kann. Nur in vereinzelt Fällen hat man noch besondere Sicherungen vorgesehen, so Pohlig bei einer älteren Ausführung eines Plattformkippers neben den beiden Hubketten noch eine besondere Spindel und die Demag eine selbsttätig wirkende hydraulische Sperrvorrichtung.

Um ein nicht gewolltes Ablaufen der Eisenbahnwagen am Ende der Senkbewegung der Kippbühne zu verhindern, wird vielfach das Kuppel-

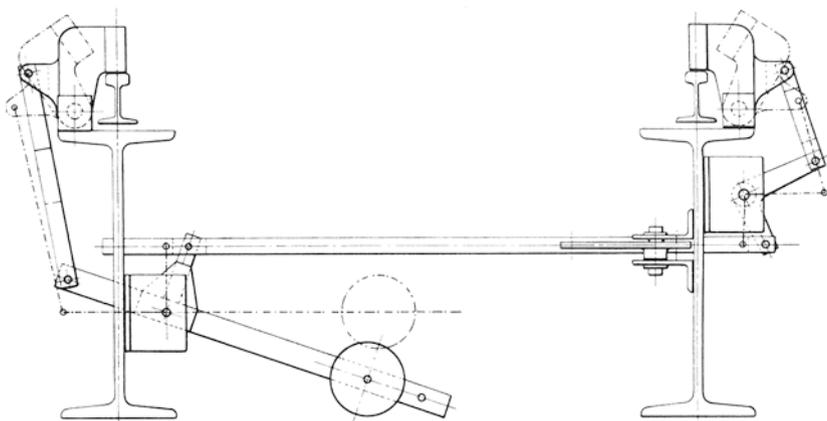


Abb. 129.

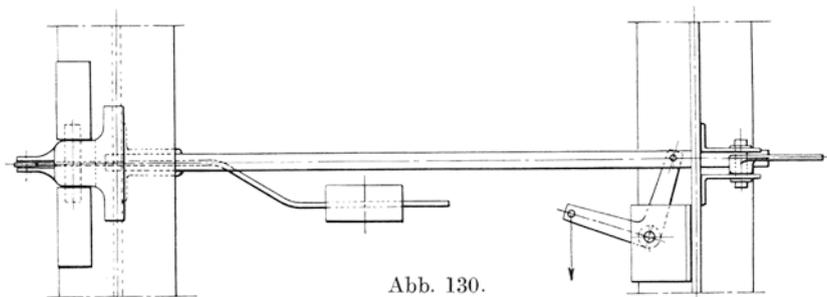


Abb. 130.

Umlegbarer Hemmschuh.

geschirr des hochgehenden Wagenendes mit der Kippbühne durch eine Kette verbunden, auch wendet man von Hand oder selbsttätig bewegte umlegbare Hemmschuhe an.

Bei Drehscheibenkippern, fahrbaren und Pendelkippern ist es erforderlich, den Kipper in der Auffahrtstellung mit seinem Unterbau so zu verbinden, daß Entgleisungen und unbeabsichtigte Bewegungen der Kipper unmöglich sind. Hierzu dienen kräftige Riegel, die vom Führerstand aus bedient werden. Bei den Pendelkippern wird die Verriegelung mit der Steuerwalze und der Betätigung der Fanghaken derart gekupp-

pelt, daß ein Lösen des Riegels erst möglich ist, nachdem die Fanghaken hochgeschlagen sind, und daß eine Bedienung der Steuerwalze so lange unmöglich ist, als der Riegel noch die Kippbewegung hindert. Umgekehrt können die Fanghaken erst niedergelegt werden, nachdem der Kipper verriegelt und hierdurch die Bewegung der Steuerwalze gehindert ist.

Bei Kippern mit angestremgtem Betrieb oder in vielbefahrenen Gleisanlagen werden vor und hinter dem Kipper umlegbare Hemmschuhe und Signalscheiben angebracht, deren Bewegungen von den Kipper-

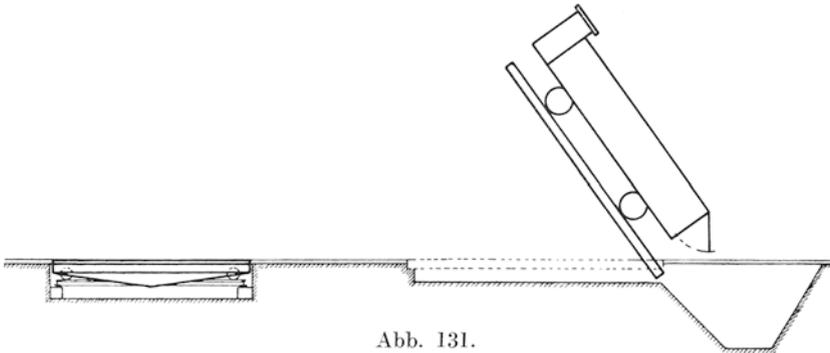


Abb. 131.

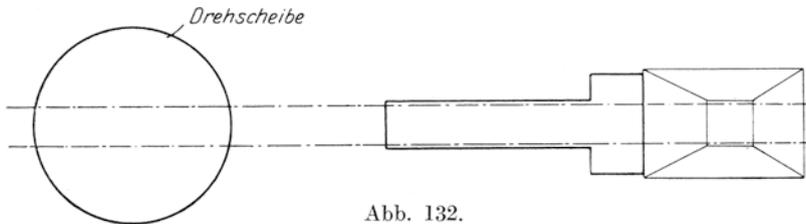


Abb. 132.

Plattformkipper mit vorgebauter Drehscheibe.

bewegungen abgeleitet werden. Sie sperren die Gleise so lange, als nicht die Schienen auf dem Kipper so liegen, daß ungehinderte Durchfahrt möglich ist (Abb. 129 und 130).

## B. Die Grundformen der Stirnkipper.

Bei den Stirnkippern unterscheidet man die mannigfachsten Ausführungsformen, die sich den Konstruktionsbedingungen, dem Verwendungszweck und der Geländebeschaffenheit anpassen.

Die einfachste Bauart ergibt sich, wenn die Entladung in eine tiefer als das Gleis liegende Grube erfolgt. In diesem Falle kommt man mit einfachsten Plattformkippern aus. Da man damit rechnen muß, daß

bei einem Teil ankommender Wagen die Bremserhäuschen in der Kipp-richtung stehen, muß bei diesen einfachen Plattformkippern in das Zustellgleis eine Drehscheibe zum Drehen dieser Wagen eingebaut werden (Abb. 131 und 132), oder aber es werden beiderseits der Grube Kipper angeordnet, die in entgegengesetzter Richtung arbeiten (Abb. 133 und 134).

Drehscheiben bilden stets eine lästige Beigabe im Kipperbetrieb und setzen die Leistungsfähigkeit der Anlagen auch herunter, wenn auch vielleicht nicht in dem Maße, als es auf den ersten Blick erscheinen könnte. Wenn man annimmt, daß Wagen mit Bremserhäuschen in Güterzügen so verteilt werden, daß etwa jeder 7. oder 8. Wagen ein

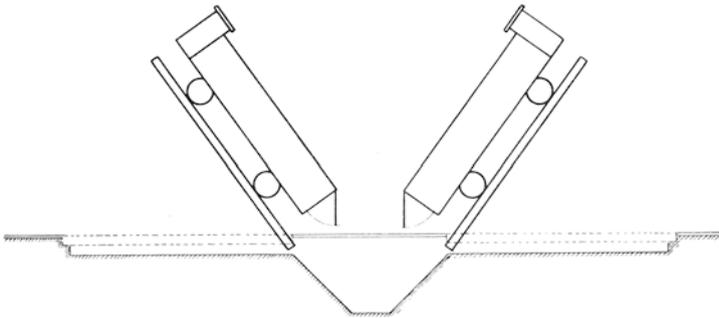


Abb. 133.

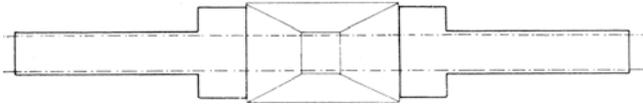


Abb. 134.

Doppel-Plattformkipper mit gemeinsamer Grube.

Bremserhäuschen besitzt, und wenn ferner angenommen wird, daß von diesen Wagen jeder zweite falsch in den Zug eingestellt wird (die Einstellung der Wagen in die Züge geschieht jedenfalls in der Regel ohne Rücksicht auf etwaige Kipperbenutzung bei der Entladung), so ist wohl der Schluß zulässig, daß etwa jeder 15. Wagen auf der Drehscheibe vor der Entladung durch den Kipper richtig gestellt werden muß, was also bei einer Stundenleistung von 15 Wagen eine einmalige Benutzung der Drehscheibe je Stunde und einen Zeitverlust von 2 bis 3 Minuten bedeuten würde. Die Arbeitsdauer eines Kipperspiels ist demnach um  $\frac{1.5}{15} = 10$  Sek. für die Drehscheibenbenutzung zu erhöhen.

Wenn in einigen Jahren die Ausrüstung aller Güterzüge mit durchgehenden Druckluftbremsen, welche augenblicklich zur Durchführung gelangt, vollendet sein wird, dürften die Wagen mit Bremserhäuschen

wohl nach und nach ganz verschwinden und damit auch die Bedienung der Kipperanlagen sich vereinfachen.

Falls man die Drehachse der Kippbühne über der Mitte des Kippers in solcher Höhe anordnet, daß das Durchfahrtsprofil frei bleibt, kann man durch geeignete Vorrichtungen die Kippbühne nach beiden Richtungen bewegen, also die Eisenbahnwagen ohne Rücksicht auf die Stellung des Bremserhäuschens unter Vermeidung einer Drehscheibe mit einem einzigen Kipper, einem sogenannten *Pendelkipper*, entladen (Abb. 135).

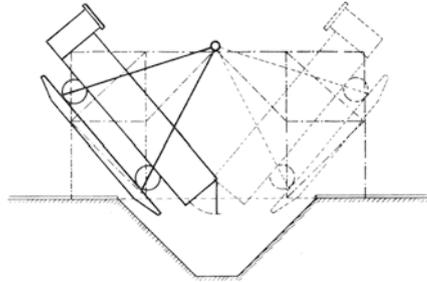


Abb. 135. Pendelkipper.

Ermöglichen die örtlichen Verhältnisse die Anlage zweier Aufnahmegruben im Abstand der Kippbühne, so ist die Anlage einer besonderen Drehscheibe vermeidbar, wenn die Kippbühne zum Kippen nach beiden Schmalseiten eingerichtet wird. Man hat dann einen sog. *doppelseitigen Plattformkipper* (Abb. 136).

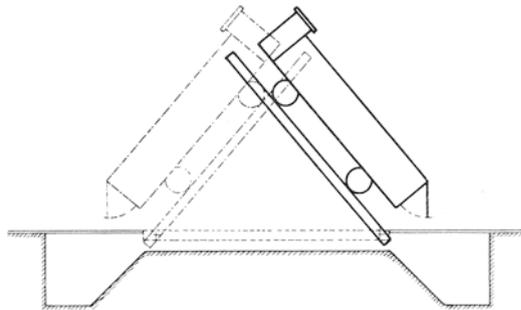


Abb. 136. Doppelseitiger Plattformkipper.

Gestatten die Platzverhältnisse den Einbau einer Drehscheibe vor dem Kipper nicht, oder soll die Grube, in die der Wagen entleert wird, seitlich neben dem Gleis liegen, so ordnet man auf der Kippbühne eine Drehscheibe an (Abb. 137). Diese Einrichtung gestattet ein Entladen in höchstens zwei einander entgegengesetzten Richtungen. Durch Verlagerung der Kippbühne in einer Drehscheibe kann man die Eisenbahnwagen in allen Richtungen der Windrose entladen (Abb. 138). Die beiden letzten Kipperarten bezeichnet man als *Drehscheibenkipper*.

Lassen die Bodenverhältnisse eine tiefe Aufnahmegrube nicht zu oder soll das Gut in ein anderes, auf gleicher Höhe stehendes Fahrzeug umgeladen werden, oder muß sich die Entladehöhe bei Schiffsbeladung wechselnden Wasserständen anpassen, so muß der Eisenbahnwagen vor dem Entladen gehoben werden. Man zieht ihn entweder mit einer besonderen Winde eine schräge Ebene hinauf, an deren Ende sich eine der vorstehend genannten Kipperkonstruktionen befindet, oder aber

man hebt die Kippbühne mit daraufstehendem Wagen durch ein besonderes Windwerk zunächst senkrecht hoch und kippt sie dann. Diese Bauart bezeichnet man als Hochkipper (vgl. S. 87).

In vielen Fällen, in denen das aus dem Eisenbahnwagen entladene Gut nicht unmittelbar zur Verwendung kommen kann, so daß sich die Notwendigkeit des Stapelns ergibt (z. B. Kohle in Gas- und Elektrizitätswerken oder Erz und Koks in Hüttenwerken), empfiehlt es sich, zur Füllung des Lagers oder der Bunker unmittelbar den zur Waggonentladung dienenden Kipper zu benutzen und ihn zu diesem Zweck fahrbar zu machen. Aus diesem Bedürfnis heraus sind verschiedenartige Konstruktionen entstanden, indem man einfache oder doppelseitige Plattformkipper auf Fahrgestelle aufbaute — „fahrbare Kipper“ —

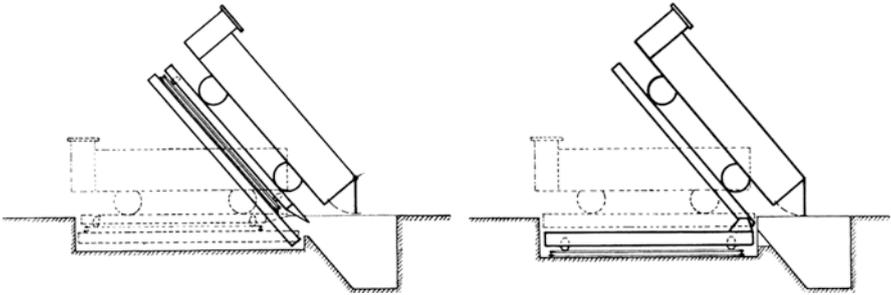


Abb. 137. Drehscheibenkipper.      Abb. 138.  
Drehscheibe auf dem Kipper.      Kipper auf einer Drehscheibe.

und weitergehend noch eine Drehscheibe zwischen Fahrgestell und Kippbühne einschaltete — „fahr- und drehbare Kipper“.

In den Gaswerken und besonders in den Eisenhüttenwerken sind oft ausgedehnte Lager- und Bunkeranlagen vorhanden, deren Beschickung von auf Hochbahnen liegenden, normalspurigen Eisenbahnanlagen früher durch Handentladung geschah. Dem Bedürfnis, die Handentladung zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit durch mechanische Entladung zu ersetzen, wurde durch die Konstruktion der „auf normalspurigen Eisenbahngleisen fahrenden drehbaren Kipper“ (Patente Aumund und Pohlig-Volkenborn, vgl. S. 104) Rechnung getragen.

Da die Anlage hochliegender Gleisanlagen über Lagerplätzen und Bunkern in vielen Fällen nicht möglich oder mit unverhältnismäßig hohen Kosten verbunden war, man aber andererseits die wirtschaftlichen Vorteile der unmittelbaren Waggonentladung immer mehr erkannte, ergab sich die Notwendigkeit, in die fahr- und drehbaren Kipperkonstruktionen noch ein Hubwerk einzuschalten, um die Eisenbahnwagen auch auf in gleicher Höhe mit den Gleisen liegende Lager und höher

liegende Verwendungsstellen unmittelbar entladen zu können. Dieser Forderung werden die in den letzten Jahren mehrfach zur Ausführung gelangten „Kipperkatzen - Verladebrücken“ (vgl. S. 98) bestens gerecht.

## C. Beschreibung gebräuchlicher Stirnkipper-Bauarten.

### 1. Plattformkipper.

Die einfachste Ausführungsform der Plattformkipper ist der **Schwerkraftkipper**, dessen Kippbewegung durch das Eigengewicht des beladenen Wagens bewirkt wird, während das Gewicht des leeren Wagens die Kippbühne in die Grundstellung zurückbewegt. Eine der einfachsten Ausführungsformen ist in Abb. 139 dargestellt.

Die Kippbühne ist mit der Achse *A* an einem festen Gerüst aufgehängt. In der Kippbühne sind die Fanghaken verschiebbar gelagert;

sie werden so eingestellt, daß der Schwerpunkt des beladenen Wagens vor der Achse *A* liegt und nach dem Lösen der Bremse das

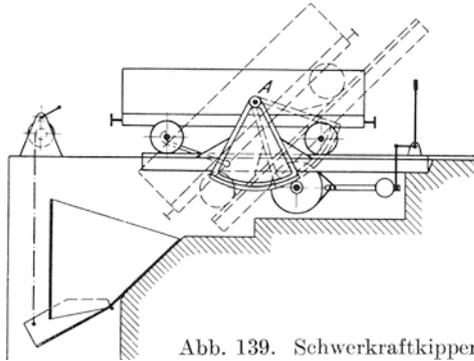


Abb. 139. Schwerkraftkipper.



Abb. 140. Schwerkraftkipper für wechselnde Wasserstände.

Kippen einleitet. Der Schwerpunkt liegt beim leeren Wagen hinter der Achse *A*, so daß der Kipper selbsttätig zurückklappt. Es empfiehlt sich, ein kleines Handwindwerk vorzusehen, um den selbsttätigen Bewegungen nachhelfen zu können, falls der Kipper vor dem Erreichen der erforderlichen Neigung stehenbleibt oder nicht von selbst in die Grundstellung zurückkehrt. Für diese Kipper wird die Grubentiefe sehr groß infolge der ungünstigen Lage der Drehachse. Aus diesen Konstruktionen sind die im Duisburg-Ruhrorter Hafen aufgestellten Kohlenkipper (Abb. 140) hervorgegangen, bei denen die Handwinde durch eine elektrische Winde ersetzt ist. Zum Anpassen an die wechselnden Wasserstände ist der untere Teil des Bunkers elektrisch heb- und senkbar, der ganze Bunker quer zum Ufer fahrbar, die Auslaufschurre elektrisch heb- und senkbar, ihr unterer Teil mit einem besonderen Motor umklappbar zum Beladen

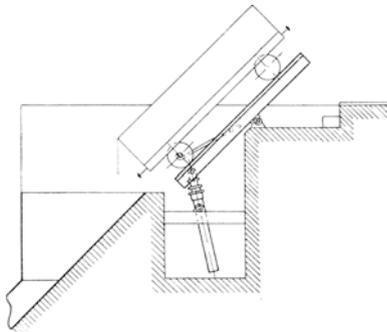


Abb. 141. Schwerkraftkipper mit Druckwasserstempel.

der beiden Schiffseiten ausgeführt und schließlich der Bunker noch mit einem motorisch angetriebenen Schieber versehen, so daß der Kipper mit 6 Motoren von insgesamt etwa 175 PS ausgerüstet ist.

Eine weitere Ausführungsform des Schwerkraftkippers zeigt Abb. 141. Bei diesem stützt sich das dem Bunker zu gelegene Ende der Kippbühne auf einen Druckwasserzylinder ab. Die niedergehende Kippbühne drückt das Wasser in einen Sammler, dessen Belastungsgewicht das Wasser nach

der Entleerung des Wagens in den Zylinder zurückpreßt und dadurch die Kippbühne in die Anfangsstellung zurückdreht. Die Steuerung erfolgt durch ein Ventil in der Druckwasserleitung zwischen Zylinder und Sammler.

Eine viel weniger tiefe Einwurfgrube ergibt sich bei den Plattformkippern mit motorisch angetriebenem Hubwerk. Bei diesen Kippern liegt in der Regel die in dem Fundament fest verlagerte Drehachse im vorderen Ende der Kippbühne an der Einwurfgrube. Dies bedingt, daß der Schwerpunkt des zu entladenden Wagens gehoben werden muß. Hierdurch entsteht ein nicht unbedeutender Kraftverbrauch, dessen Größe von der verlangten Kipperleistung und der dabei nötigen Hubgeschwindigkeit abhängt. Bei der Bestimmung der Hubgeschwindigkeit ist zu beachten, daß durch das Zu- und Abstellen der Eisenbahnwagen viel Zeit beansprucht wird, deren Maß durch die Ausbildung der Gleisanlage und die für das Rangieren der Wagen vorhandenen Hilfsmittel bestimmt wird.

Eine der seltenen Ausführungen mit hydraulischem Antrieb zeigen Abb. 142 und 143. Die Kippbühne ist mit dem vorderen Ende auf dem Fundament festgelagert. Das hintere Ende wird durch den Kolben auf und ab bewegt. Der Druckwasserzylinder ist schwingend gelagert, so daß der Antrieb der kreisförmigen Bewegung des Kipperendes folgen kann.

Bei den elektrisch angetriebenen Kippern gibt es eine Fülle von Ausführungsformen, die vielfach bestimmten örtlichen Bedingungen angepaßt sind. Eine besondere Rolle spielen hierbei die Boden- und Grundwasserverhältnisse. Lassen diese eine tiefe Grube für den Antrieb zu, so verwendet

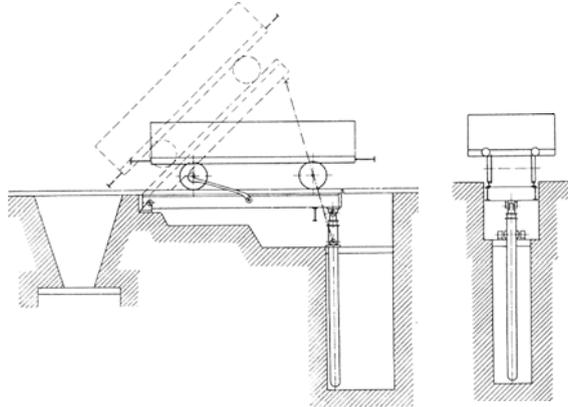


Abb. 142.

Abb. 143.

Plattformkipper mit hydraulischem Antrieb.

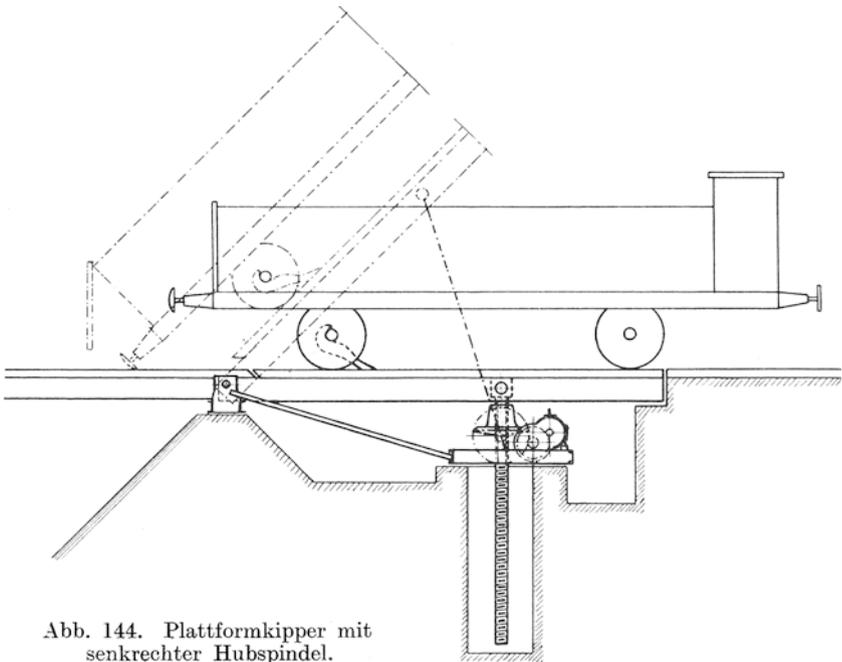


Abb. 144. Plattformkipper mit senkrechter Hubspindel.

man häufig Ausführungsformen, die dem vorstehend beschriebenen hydraulischen Kipper nachgebildet sind. Für den Antrieb verwendet man Gallsche Ketten, Spindeln oder Zahnstangen. Der Angriffspunkt des Huborgans an der Kippbühne liegt meist ungefähr unter der Wagenmitte, so daß der Hub und damit die Grubentiefe gegenüber dem vorbeschriebenen hydraulischen Kipper vermindert wird.

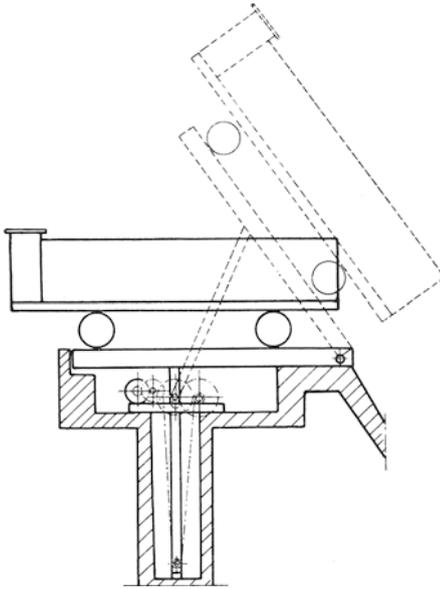


Abb. 145. Plattformkipper mit doppelten Hubstempeln.

In Abb. 144 ist ein Plattformkipper mit einer senkrechten Hubspindel dargestellt (Bauart Unruh & Liebig). Die Spindelmutter ist im Antriebsgerüst schwingbar gelagert; sie wird durch den Motor unter Zwischenschaltung mehrerer Zahnrad- und Kegelradvorgelege gedreht und bewirkt so ein Heben und Senken der Spindel.

Bei anderen Bauarten ist der gesamte Antrieb mit einem kräftigen Rahmen auf dem Fundament schwingend gelagert. Die Spindeln sind meist nahezu oder ganz selbsthemmend, so daß der Gesamtwir-



Abb. 146. Plattformkipper mit doppelten Hubstempeln.

kungsgrad des Antriebs sehr niedrig, also nur eine verhältnismäßig schwache, elektrisch betätigte Bremse notwendig ist.

Abb. 145 und 146 zeigen einen Plattformkipper, bei dem die Kippbühne durch zwei Hubstempel gekippt wird. Diese greifen mit ihrem oberen Ende an der Kippbühne an, mit der sie durch Zapfen drehbar verbunden sind. Die unteren Enden werden durch Gallsche Ketten in senkrechten Führungen auf und ab bewegt. Beide unteren Stempelenden sind durch eine kräftige Achse miteinander verbunden, auf die außer den beiden Laufrädern auch die beiden Kettenumführungsräder drehbar aufgesetzt

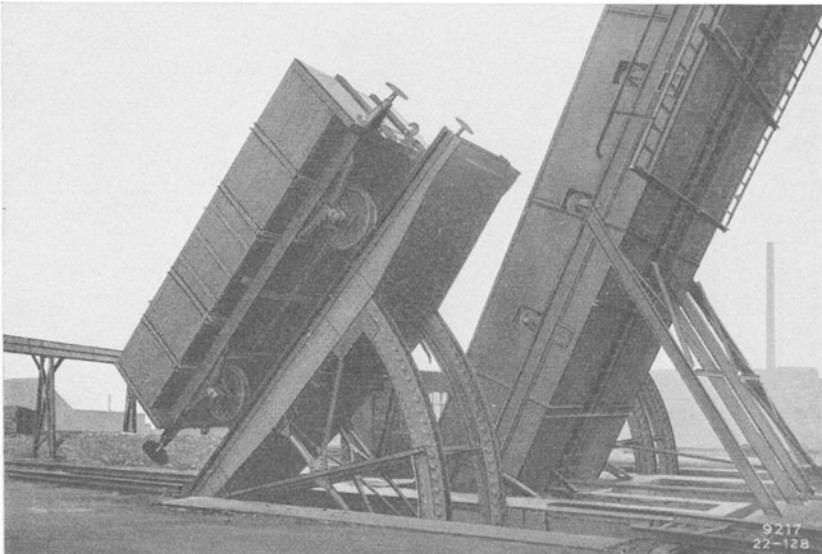


Abb. 147. Plattformkipper mit Triebstockkranz.

sind. Die beiden Hubketten sind mit einem Ende an einem Ausgleichhebel im Windenrahmen befestigt, so daß der Zug in beiden Ketten stets gleich sein muß. Die Ketten sind dann um die Kettenrollen der unteren Stempelenden zu den Antriebskettenrädern des Hubwerks geführt.

Bei der in Abb. 147 im Lichtbild wiedergegebenen Bauart De mag erfolgt die Bewegung der Kippbühne durch Triebstockkranz-Ausschnitte, deren Mittelpunkt die Kippachse ist und die mit der Kippbühne starr verbunden sind. Die Antriebsritzel mit den zugehörigen Übersetzungen und dem Antriebsmotor sind im Fundament fest verlagert.

Aumund schlägt neuerdings eine Konstruktion vor, bei der zur Verringerung der Hubarbeit lediglich die hintere Wagenachse durch die

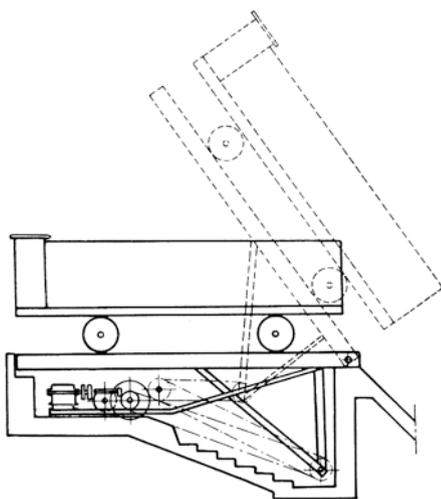


Abb. 148. Winkelhebelkipper.

Kippbühne angehoben wird, während die vordere auf einem wagerechten Gleisstück steht.

Die in Abb. 148 dargestellte Bauart, die von Demag und Pohlig bevorzugt wird, wenn die Bodenverhältnisse eine flache Kippergrube bedingen, weicht von den vorher beschriebenen insofern ab, als das Huborgan nicht senkrecht nach oben auf die Plattform wirkt. Das Kippergestell ist als ungleichschenkelig-rechtwinkliger Winkelhebel ausgebildet. Die Kippbühne bildet den wagerechten Schenkel des Hebels, an dem

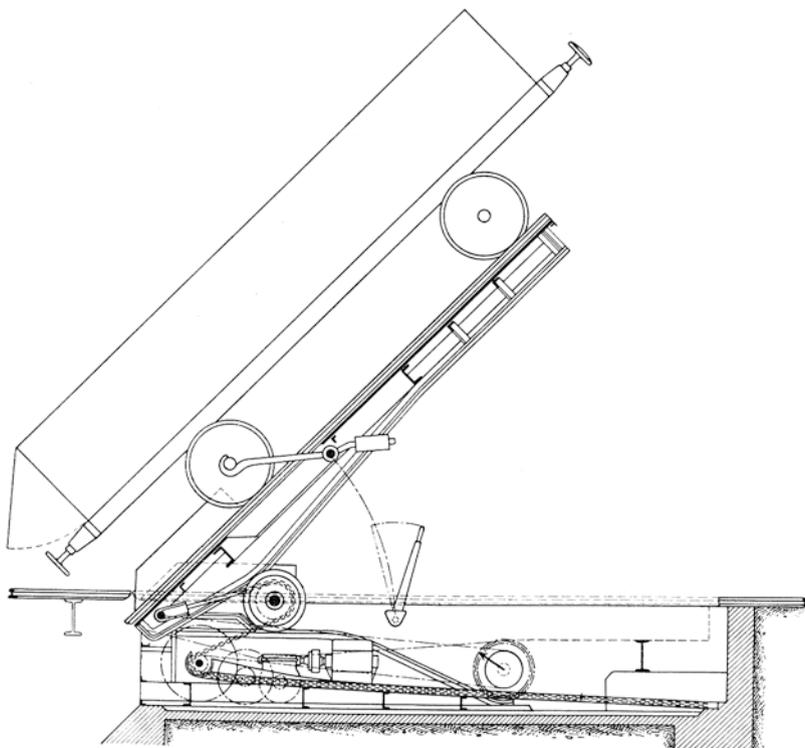


Abb. 149. Plattformkipper mit flacher Grube (MAN).

senkrechten Schenkel greifen die Huborgane, in diesem Falle Seile, an. Die beiden Hubseile werden, nachdem sie über die Rollen eines mehrfachen Flaschenzuges gelaufen sind, auf die Hubtrommeln des Hubwindwerkes aufgewickelt. Die beiden anderen Seilenden sind in einer Ausgleichrolle befestigt, die bewirkt, daß beide Seile den gleichen Seilzug erhalten.

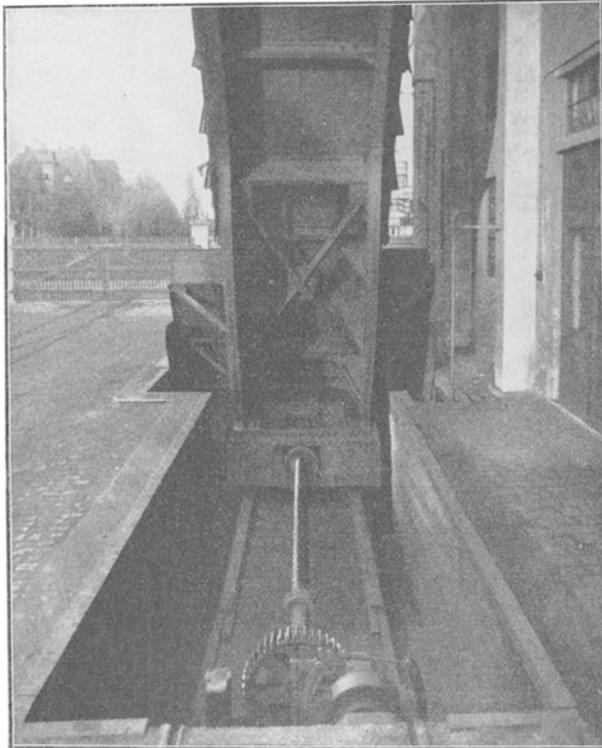


Abb. 150. Plattformkipper mit flacher Grube (MAN).

Bei diesem Kipper ist die Tiefe der Fundamentgrube erheblich geringer als bei den vorerwähnten Bauarten; außerdem paßt sie sich der beim Aushub der Aufnahmegrube entstehenden natürlichen Böschung auszeichnet an, so daß zusätzliche Ausschachtarbeiten nur in beschränktem Umfange nötig sind. Auch der Kraftverbrauch ist bei dieser Ausführung günstig, da dem größten Lastmoment auch das größte Kraftmoment entspricht und bei kleiner werdendem Lasthebelarm auch der Krafthebelarm sich verkleinert, wobei die Hubgeschwindigkeit wächst.

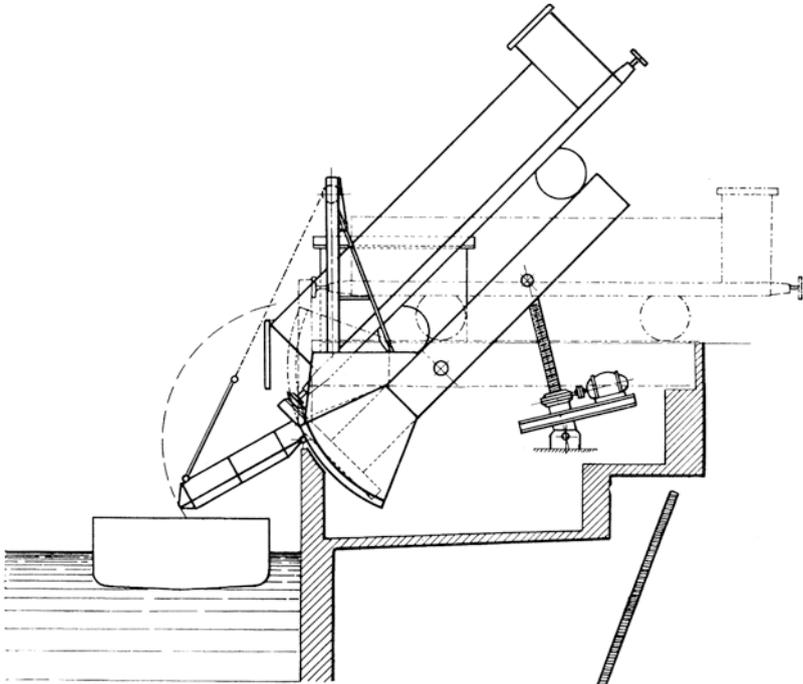


Abb. 151. Plattformkipper für Schiffsbeladung.

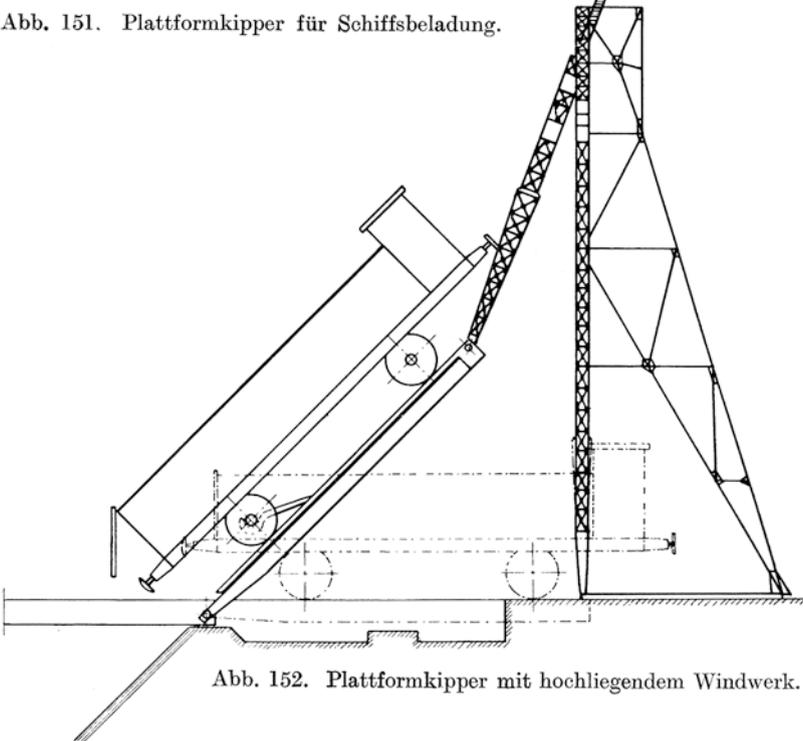


Abb. 152. Plattformkipper mit hochliegendem Windwerk.

Eine sehr geringe Grubentiefe benötigt der in Abb. 149 und 150 dargestellte Kipper der MAN. Die Unterflansche der Hauptträger der Kippbühne sind hier als Kurvenbahnen ausgebildet. Gegenbahnen sind in der Grube auf dem Fundament fest verankert; zwischen diesen Bahnen werden Rollen durch ein Windwerk mittels Spindeln oder Gallscher Ketten bewegt, die sich auf den beiden Bahnen abwälzen und so die Plattform heben oder senken.

Einen Plattformkipper für Schiffsbeladung zeigt Abb. 151. Die Bauart entspricht etwa der auf Seite 74 beschriebenen Ausführung (Abb. 144), nur ist der Drehpunkt entsprechend der tiefen Lage des Schiffes nach der Mitte der Kippbühne hin zurückverlegt. Zum Festhalten des Eisenbahnwagens dient eine Pufferbohle, an der eine klappbare Schurre angebracht ist, die eine gewisse Verteilung des Gutes auf die Schiffsbreite ermöglicht. Trotzdem können mit diesem Kipper nur schmale, also entsprechend kleine Schiffe beladen werden.

In Fällen, in denen die örtlichen Verhältnisse nur eine ganz flache Grube zulassen, ordnet man das Windwerk auf einem Gerüst über der Kippbühne an. Abb. 152 zeigt eine solche Ausführung.

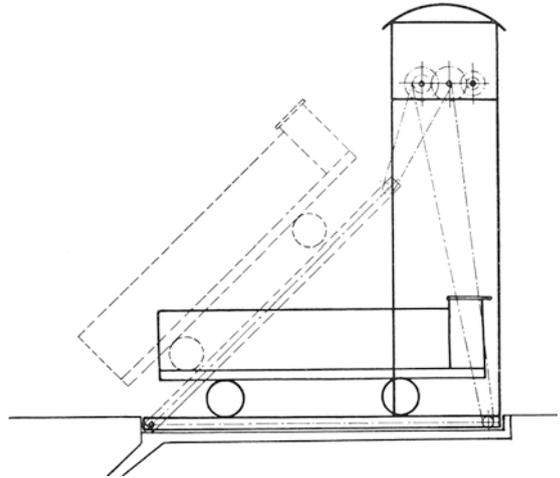


Abb. 153. Plattformkipper mit hochliegendem Windwerk und Seilbetrieb.

An dem hinteren Plattformende ist ein portalartig ausgebildetes Zugorgan drehbar gelagert, das durch ein auf einem Bockgerüst aufgebautes Windwerk mittels Spindel auf und ab bewegt wird (Unruh & Liebig).

Andere Firmen verwenden an Stelle dieser etwas umständlichen Ausführung Seilwinden auf einem Bockgerüst zum Heben und Senken der Kippbühne (Abb. 153). Die Seilzüge greifen beiderseits an dem rückwärtigen Ende der Plattform an, so daß die Durchfahrt der Wagen nicht behindert wird.

Abb. 154 zeigt einen Plattformkipper der Demag mit hochliegendem Windwerk für Schiffsbeladung, bei dem die Kippbühne durch den Seilzug gleichzeitig nach dem Wasser zu bewegt wird. Die Kippbühne ruht auf Laufrollen, die sich auf Kurvenbahnen bewegen. Zum Überleiten des Fördergutes in das Schiff dient eine heb- und senkbare Schurre.

Die Leistungsfähigkeit der hier beschriebenen Kipper ist einmal bedingt durch die Wahl der Motorstärke, aber noch viel mehr durch die Anordnung der Gleisanlage vor dem Kipper, da von der Zweckmäßigkeit dieser Anlage die für das Heranbringen der Eisenbahnwagen und ihr Abstellen benötigte Zeit wesentlich abhängig ist. Mit dem in Abb. 148 dargestellten Kipper können bei Wahl eines Motors von etwa 12 PS in der Stunde 5 Wagen entladen werden, unter der Voraussetzung, daß

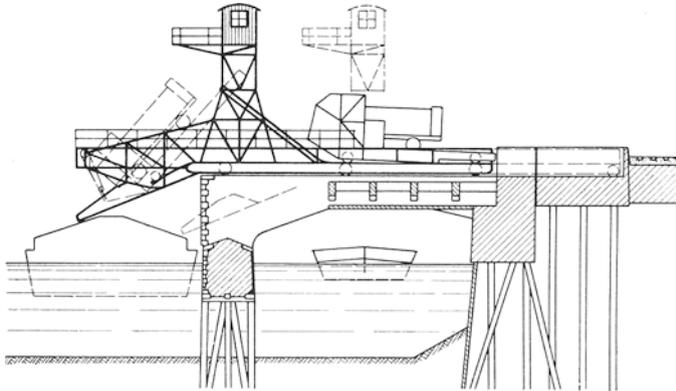


Abb. 154. Plattformkipper mit hochliegendem Windwerk für Schiffsbeladung.

das Zu- und Abstellen der Wagen, einschließlich Drehen bei falsch stehendem Bremserhäuschen, nicht mehr als 3 Minuten in Anspruch nimmt.

Kipper dieser einfachsten Bauart sind schon bei verhältnismäßig geringen Tagesleistungen durchaus wirtschaftlich, so daß sich ihre Anlage in wenigen Jahren bezahlt macht.

Soll die Anordnung einer Drehscheibe im Zustellgleis zum vorherigen Drehen der Wagen mit falsch stehendem Bremserhäuschen vermieden werden, so empfiehlt es sich, falls eine große Leistungsfähigkeit der Kipperanlage gewünscht und auf das Vorhandensein einer vollen Reserve besonderer Wert gelegt wird, zwei einfache Plattformkipper — rechts und links von der Einwurfgrube — anzuordnen.

Auch durch Wahl von Kipperbauarten, die entsprechend ausgebildet sind, läßt sich die Anordnung einer Drehscheibe vor dem Kipper vermeiden.

Hier sind zunächst erwähnenswert Doppelkipper nach Abb. 155. Die Bauart entspricht im allgemeinen der des auf Seite 74 beschriebenen Plattformkippers mit Hubstempel. Die Kippbühne ist jedoch an beiden Enden mit einer Drehachse versehen. Jede der beiden Drehachsen

kann nach Belieben mit dem zugehörigen, im Fundament verankerten Lager verriegelt werden; durch den in der Mitte der Kippbühne angreifenden Hubstempel wird diese um die verriegelte Drehachse gedreht. Der Eisenbahnwagen kann also nach beiden Längsrichtungen entladen werden. Ein Nachteil der Bauart ist jedoch, daß zwei Entladegruben, an jedem Ende des Kippers eine, angeordnet werden müssen, die auch eine Verdoppelung der Anlagen zum Abziehen des Fördergutes bedingen,

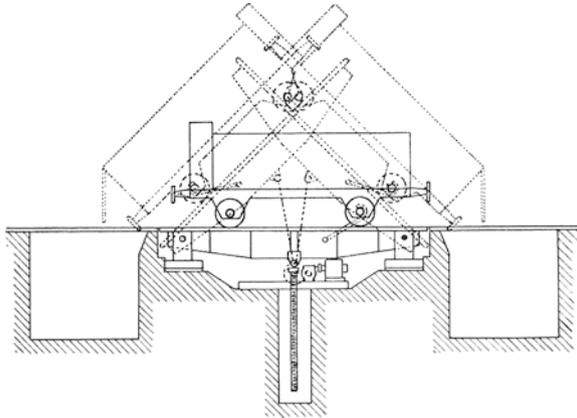


Abb. 155. Doppelplattformkipper mit zwei Schüttgruben.

so daß die Gesamtanlagekosten gegenüber dem einfachen Plattformkipper wesentlich höher werden.

Es sind verschiedene Sonderbauarten ausgeführt worden, die das Entladen der Eisenbahnwagen in eine einzige unter dem Gleis befindliche Grube ohne Rücksicht auf die Stellung des Bremserhäuschens bewirken. Die Arbeitsweise dieser Kipper gleicht der Bewegung eines Pendels oder einer Schaukel; aus diesem Grunde führen die Kipper den Namen „Pendelkipper“ oder „Schaukelkipper“. Die Kippbühne ist an einer Drehachse aufgehängt, die in der Mittelachse des Kippers in einem festen Gerüst so hoch gelagert ist, daß das freie Durchfahrtprofil der Eisenbahn gewahrt bleibt.

Abb. 156 stellt einen derartigen, von Pohlig ausgeführten Kipper dar. Der Drehzapfen ist hier in den Aussparungen eines Betongebäudes gelagert. Die Kippbühne wird durch Seile, die an der Plattform angreifen, in der einen oder der anderen Richtung gekippt. Es sind vier Seilzüge vorhanden, an jeder Seite der Plattform einer für die Bewegung nach rechts, der andere für die Bewegung nach links. Das über der Drehscheibe aufgestellte Windwerk besteht aus Motor, Schneckengetriebe, Zahnrad-

übersetzungen und zwei Trommeln. An jeder Trommel sind zwei Seilenden beider Seilzüge einer Plattformseite so befestigt, daß das

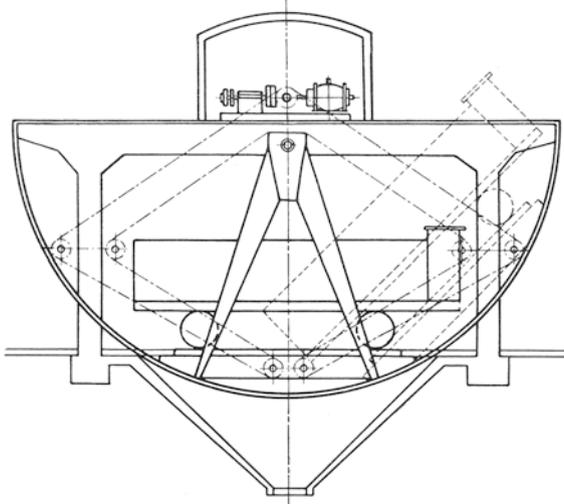


Abb. 156. Schaukelkipper (Pohlig).

eine Seilaufgewickelt, das andere Seil abgewickelt wird. Die Seilzüge sind über Spannrollen geführt, die das entlastete Trum stets gespannt halten, wodurch ein einwandfreies Aufwickeln auf die Trommel gesichert ist.

Auf der Kippbühne wird der Eisenbahnwagen in üblicher Weise durch Fanghaken festgehalten. Die Zwischenräume zwischen der Kippbühne und den

festen Gleisen werden durch hochklappbare Schienen überbrückt, die durch das gleiche Gestänge wie die Fanghaken bewegt werden, in der Weise, daß jedes Fanghakenpaar mit der Gleisbrücke des andern Plattformendes gekuppelt ist. Hierdurch wird ein unbeabsichtigtes Ablaufen der

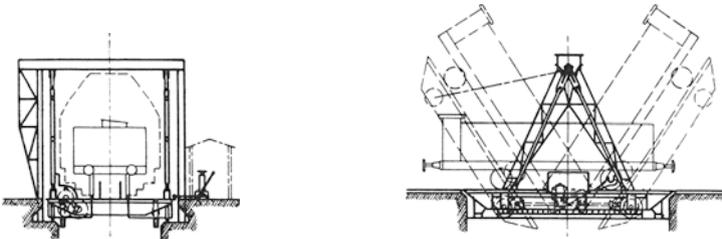


Abb. 157 und 158. Schaukelkipper (Demag).

Eisenbahnwagen verhindert, wenn beim Zurückkippen die Kippbühne durch die wagerechte Lage hindurch nach der entgegengesetzten Seite pendeln sollte.

Die Kipperbauart bietet den besonderen Vorteil, daß die Fundierungskosten gering sind, weil die Wände der Einwurfgrube gleichzeitig die Kipperfundamente bilden. Die Einwurfgrube ist, solange der Kipper

sich in der Grundstellung befindet, durch die Kippbühne und die Gleisbrücken fast vollständig abgedeckt, so daß Unfälle durch Abstürzen ausgeschlossen sind.

Abb. 157 und 158 zeigen eine ähnliche Bauart der Demag. Der Antrieb liegt seitlich neben dem Auffahrtgleis der Kippbühne. Der Drehzapfen der Kippbühne liegt fest. Die Aufhängestangen der Kippbühne haben am oberen Ende Schlitze und weichen, da das beim Kippen tiefliegende Ende der Kippbühne wagerecht geführt wird, beim Kippen nach oben

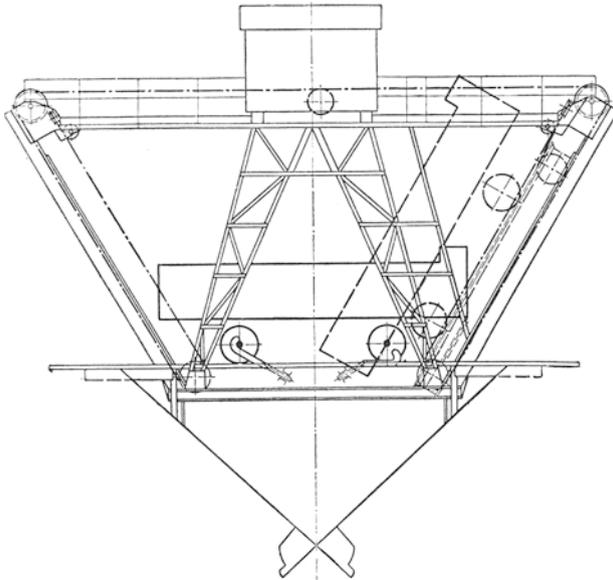


Abb. 159. Doppelkipper von Bleichert & Co.

aus. Die Kippbewegung nach der einen oder der anderen Seite wird eingeleitet durch Aufwickeln von Gallschen Ketten, deren festes Trum in dem Kippergerüst verankert ist. Die Ausführung zeichnet sich durch ein einfaches Triebwerk aus, das aber, da es dem Staub beim Kippen und den Witterungseinflüssen ausgesetzt ist, sorgfältig gekapselt werden muß.

Bei der in Abb. 159 dargestellten Bauart von Bleichert schwingt die Kippbühne ebenso wie bei der Demag-Ausführung nicht um einen festen Drehpunkt, sondern ruht mit vier Laufrädern auf einer wagerechten Laufbahn. Beim Kippen werden je nach der Kipprichtung die beiden Laufräder des einen oder des anderen Plattformendes eine schräge Bahn hinaufgezogen. Die Bewegung der unteren Laufräder des Wagens auf einer wagerechten Bahn hat den Vorteil vor der um einen oberen Dreh-

punkt schwingenden Kippbühne, daß die Kippkante des Wagens nicht so tief in die Schüttgrube hineintaucht.

Wie die Schaukelkipper verfolgen auch die häufig zur Anwendung gelangenden Drehscheibenkipper in erster Linie den Zweck, Wagen mit Bremserrhäuschen, ohne Rücksicht auf deren Stellung, kippen zu können, daneben aber auch den weiteren, das Fördergut in seitlich neben den Gleisen angeordnete Gruben zu schütten, sei es, um es mit anderen Fördermitteln (Greifern, Bändern oder dgl.) weiterfordern zu können, sei es auch nur, um das lästige Schütten über die Gleise zu ver-



Abb. 160. Drehscheibenkipper (Demag) mit Drehscheibe auf der Kippbühne.

meiden. Die bei anderen Plattformkippern im Zufahrtgleise angeordneten Drehscheiben sind beim Drehscheibenkipper auf den Kipper selbst verlegt (vgl. auch Abb. 137 und 138). Abb. 160 stellt den Demag-Kipper in Kippstellung dar. Bei diesem Kipper ist die Längsachse der Kippbühne senkrecht zum Zufahrtgleis verlegt. An beiden Enden der Kippbühne sind Schüttgruben angeordnet, in die gemäß dem Schema nach Abb. 136, S. 69, durch wahlweise Verriegelung der einen oder der anderen Drehachse mittels des in der Mitte angeordneten Hubstempels wechselweise entleert werden kann. Wenn der Wagen auf die Drehscheibe gefahren ist, wird diese um  $90^\circ$  gedreht und mitsamt der Kippbühne in die gewünschte Schräglage gebracht. Nach dem Zurückkippen wird die Drehscheibe so gedreht, daß der Wagen in das Abstellgleis ablaufen kann, dessen Richtung von der des Zustellgleises abweichen darf. Nun-

mehr wird die leere Drehscheibe wieder auf das Zustellgleis eingestellt. Zum Festhalten der Eisenbahnwagen dient bei diesen Kippern meist eine Pufferbohle.

Bei der zweiten, von Pohlig ausgeführten Bauart (Abb. 161) ist die Drehscheibe das tragende Organ. Sie ist in einer entsprechend ausgebildeten Grube eingebaut und stützt sich mit einer Anzahl von Laufrädern auf einen fest mit dem Fundament verbundenen Tragring. Die Zentrierung wird entweder durch einen im Fundament verankerten Königszapfen oder durch an der Drehscheibe angeordnete Laufrollen bewirkt, die die Scheibe an dem Tragring führen. In die Drehscheibe, deren Gerüst entsprechend ausgebildet ist, wird eine Kippbühne eingebaut, deren feste Drehachse im Drehscheiben-gerüst gelagert wird. Der Antrieb entspricht im allgemeinen einer der verschiedenartigen, bei Plattformkippern gebräuchlichen Ausführungen.

Bei dieser Bauart braucht das Gewicht der Drehscheibe nicht bei jedem Kippspiel mit gehoben und gesenkt zu werden. Um die Drehscheibe herum können beliebig viele Einwurfgruben angeordnet werden, da die Konstruktion ein Kippen nach jeder Richtung hin gestattet. Es ist also z. B. ein gleichzeitiges Entladen verschiedener Kohlsorten, Erzsorten oder überhaupt verschiedener Arten von Fördergut möglich, in welcher Reihenfolge auch die Wagen im Zuge ankommen.

Um Wagen mit falsch stehendem Bremserhaus kippen zu können, muß die Drehscheibe vor dem Auffahren des Wagens richtig eingestellt werden.

Ein Arbeitspiel vollzieht sich bei diesem Kipper wie folgt: Nachdem die Drehscheibe mit der richtigen Lage der Kippachse auf das Zustellgleis eingestellt ist, wird der Eisenbahnwagen aufgefahren. Dann wird die Drehscheibe mit dem darauf stehenden Wagen so weit gedreht, daß die Kippachse vor der zur Aufnahme des betreffenden Fördergutes dienenden Grube liegt, und alsdann die Kippbühne mit dem Wagen ge-

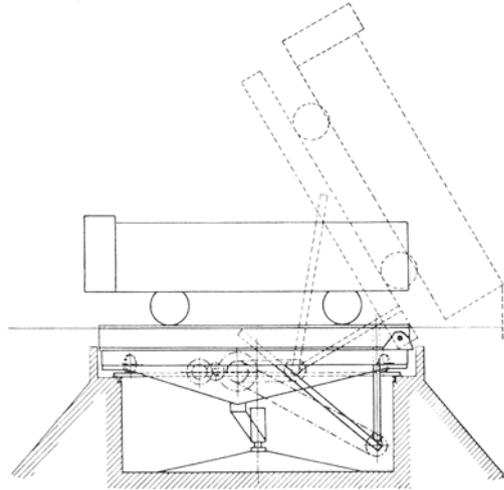


Abb. 161. Drehscheibenkipper (Pohlig) mit Kippbühne auf der Drehscheibe.



## 2. Hochkipper.

Unter Hochkippern versteht man solche Kipper, die das Fördergut im Gegensatz zu den im vorausgegangenen Abschnitt beschriebenen Ausführungsarten in hochgelegene Behälter oder mindestens über dem Erdboden entleeren. Um das zu ermöglichen, muß außer dem Windwerk, das die Kippbewegung einleitet, in der Regel ein zweites Windwerk vorgesehen werden, das zunächst die Kipp-Plattform mitsamt dem Wagen hebt. In

besonderen Fällen kann auch ein einziges Windwerk beide Aufgaben lösen, indem in geeigneter Form, z. B. durch Kurvenführung, die Hubbewegung allmählich in die Kippbewegung übergeleitet wird (Aumundscher Kurvenkipper). Hochkipper sind im Vergleich zu den in tief-liegende Gruben entleerenden Kipperbauarten wesentlich vielseitiger, weil sie das Fördergut mit einfachen Mitteln nicht nur aus dem Eisenbahnwagen herausbringen, sondern auch eine gewisse Weiterbeförderung vornehmen. Hochkipper eignen sich daher besonders zur Beladung von Seeschiffen und Flußschiffen aus Eisenbahnwagen, zum Umladen aus normalen O-Wagen in Selbstentladewagen und zum Fördern auf Lagerplätze. Die Eigenart der in den verschiedenen Ländern eingeführten Eisenbahntypen (mit und ohne Stirnklappen) hat es mit sich gebracht, daß Hochkipper sowohl für Stirnentladung als auch für Seitenentladung durchgebildet wurden.

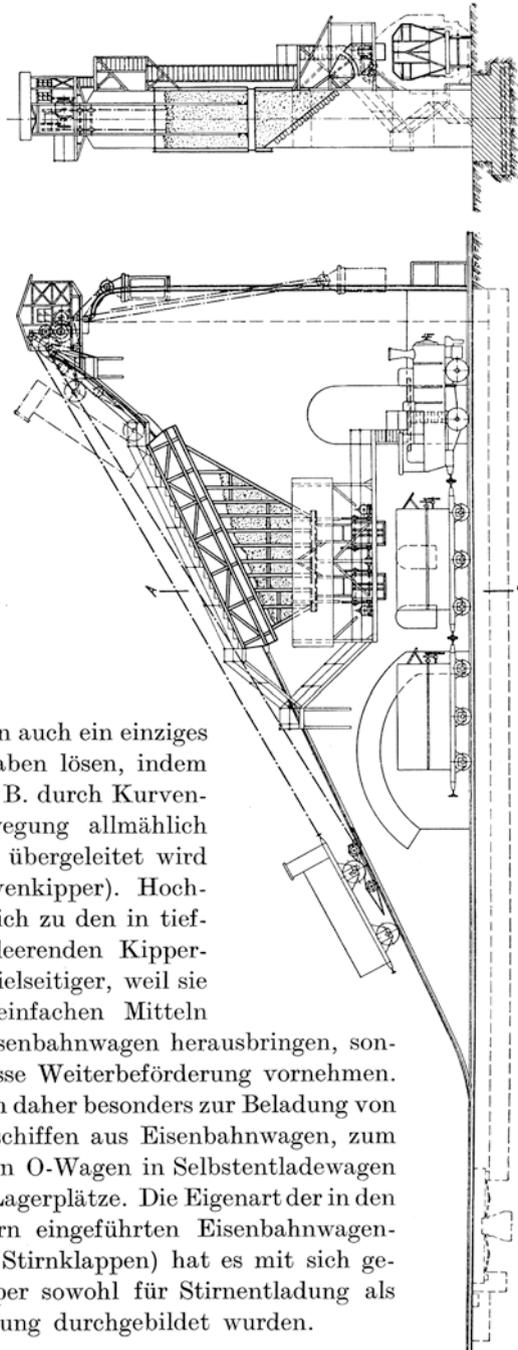


Abb. 163 und 164. Aumundscher Kurvenkipper auf Betonfundament (Pohlzig).

Die einfachste Form des Hochkippers bildet der in Abb. 163 und 164 dargestellte Aumundsche Kurvenkipper für Stirnentladung. Der Kipper dient zum Umladen von Erz aus O-Wagen in Selbstentladewagen unter Benutzung eines Hochbehälters, in den die O-Wagen gekippt werden und aus dem die Selbstentlader das Material entnehmen. Die beiden Bewegungen des Hochziehens und des Kippens werden hierbei durch ein einziges Windwerk getätigt.

Das die Fahrbahn, den Hochbehälter und das Windwerk tragende Kippergerüst ist als Betonbauwerk hochgeführt. Die Fahrbahn steigt

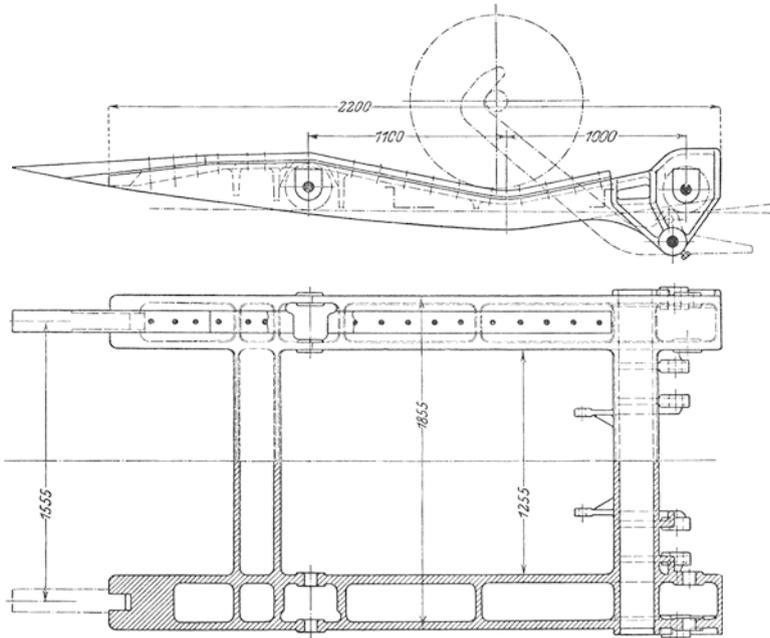


Abb. 165 und 166. Aufzugswagen zum Aumundschen Kurvenkipper.

unter  $30^\circ$  an und geht in ihrem oberen Ende in eine steilere Kurve über, die allmählich in die zur Entladung des Wagens erforderliche Höchstneigung überleitet. Ein wichtiges Element dieser Kurvenkipper ist der sogenannte Aufzugswagen (Abb. 165 und 166), ein in Stahlguß ausgebildeter niedriger vierrädriger Wagen, der den doppelten Zweck zu erfüllen hat, den zu kippenden O-Wagen mittels der in bekannter Weise ausgebildeten Fanghaken festzuhalten und beim Hochziehen auf der Schrägbahn der Vorderachse eine Unterstützung zu bieten. Als Huborgan dient die Gallsche Kette, deren ablaufendes Trum unter Einschaltung eines Flaschenzuges durch ein in Beton hergestelltes und an der senkrechten Rückwand des Betonsockels in Führungen gleitendes Gegengewicht



Beim Hochziehen wird die Kippbühne in senkrechten Führungen gestützt. Der in diesen Führungen gleitende Tragarm wird bei ununterbrochener Weiterbewegung des Hubwerks durch eine Art Weiche zwecks Einleitung der Kippbewegung abgelenkt. Da die Plattform labil aufgehängt ist, legt sie sich bei der Weiterbewegung in die gewünschte Schräglage, ohne daß sie zuvor in eine bestimmte Höhenlage eingestellt

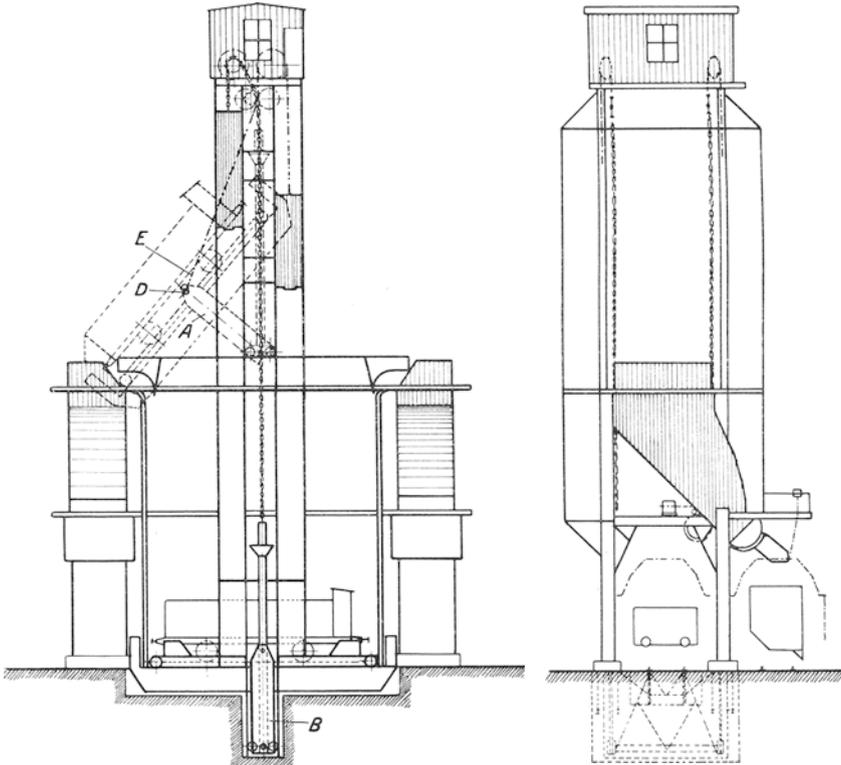


Abb. 168 und 169. Hochkipper für beiderseitige Entleerung (MAN).

wird. Infolge dieses vereinfachten Arbeitsvorganges beträgt die Leistung des Kippers bis zu 20 Wagen in der Stunde.

Auch der Aufzugkipper nach Abb. 170 und 171, der eine ältere Ausführung darstellt, dient zum Umladen von Erz aus normalen Eisenbahnwagen in Selbstentlader unter Zwischenschaltung eines Überladetrichters. Er unterscheidet sich von der vorher beschriebenen Bauart hauptsächlich darin, daß der Fahrkorb nicht in mittleren Führungen, sondern an den vier Eckstützen des Traggerüsts geführt wird. Diese Anordnung gestattet zwar eine ziemlich einfache und leichte Ausbildung der Eisenkonstruktion sowie vor allem eine geringe Tiefe der Grube für die Auf-

nahme der Plattform; sie verlangt jedoch zur Erzielung einer sicheren Führung der Plattform ganz gleichmäßige Geschwindigkeiten sowie eine gleichmäßige Längung der vier Tragseile, die wohl nur dann mit Sicherheit zu erwarten ist, wenn ungleiche Längungen durch Ausgleichrollen oder häufig nachzustellende Nachspannvorrichtungen an den Seilen unschädlich gemacht werden. Der Kippvorgang ist bei diesem Kipper durch bogenförmige Ausbildung der hinteren Führungsschienen ermöglicht, wobei die vorderen Hubseile festgehalten werden und ihr Aufhängepunkt als Drehpunkt der Plattform benutzt wird, während die

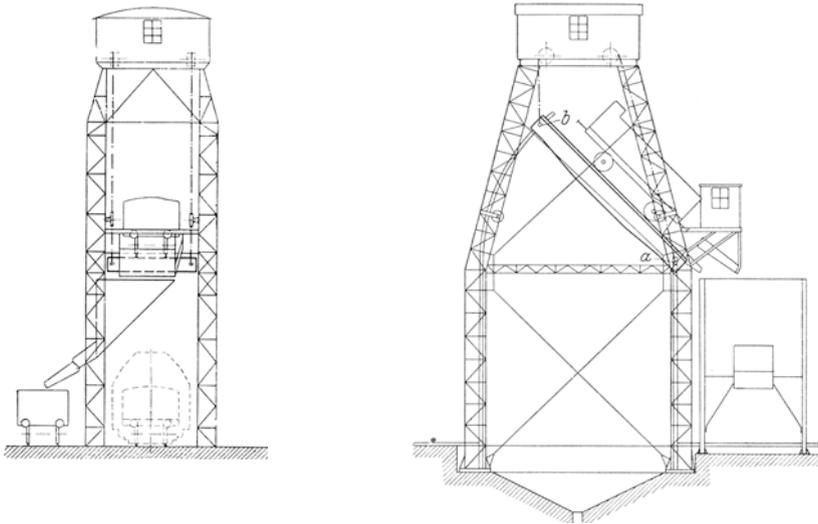


Abb. 170 und 171. Aufzugskipper zum Umladen von Erz.

hinteren Hubtrommeln sich weiterbewegen und dadurch die Schrägstellung der Plattform bewirken. Die Überleitung des Materials beim Überfließen aus dem Wagen in den Trichter wird durch eine feste Rutsche vermittelt. Die kombinierte Hub- und Kippwinde ist mit vier Trommeln ausgerüstet, von denen die beiden vorderen zwecks Einleitung der Kippbewegung abgekuppelt werden können. Während des Kippens wird der vordere Drehpunkt der Plattform verriegelt und gegen unbeabsichtigtes Senken gesichert. Vor Einleitung der Senkbewegung muß daher ein kurzes Anlüften zur Entriegelung des Drehpunktes stattfinden.

Die Beladung der Seeschiffe und Flußschiffe (letztere in beschränktem Maße) durch Hochkipper ist wohl zuerst in England ausgebildet worden und hat zu einer Reihe bemerkenswerter, typischer Konstruktionen geführt. Man muß hierbei unterscheiden zwischen Kippem, denen die Aufgabe gestellt ist, Seefrachtdampfer aus Eisenbahnwagen

zwecks Verschiffung der Kohle zur Ausfuhr zu beladen und bei denen daher eine möglichst große Leistungsfähigkeit selbst auf Kosten der Schonung des Fördergutes verlangt wird, und solchen Hochkippern, die Seedampfer mit Bunkerkohle zu beladen haben, ein Arbeitsvorgang, der infolge der verschiedenen, teils an Deck, teils an der Außenhaut der Schiffe angebrachten Kohlenpforten bedeutend schwieriger und zeitraubender wird als das einfache Entladen der Wagen in die Luken des Dampfers, besonders, wenn es sich darum handelt, die der Ufermauer abgewendeten Deck- und Außenhautpforten zu beschicken. Diese letztere Art von Hochkippern muß daher mit verlängerbaren Überleitrutschen und gegebenenfalls auf Deck aufzusetzenden Zwischentrichtern arbeiten; auch muß die Hubhöhe des Kippers zur Erzielung genügender Rutschwinkel bei den hochbordigen Seedampfern und der großen Breite dieser Schiffe sehr bedeutend sein. Wenn es sich darum handelt, ein weiches, leicht zu Grusbildung neigendes oder ein stark staubendes Fördergut in See- oder Flußschiffe zu verladen, so sucht man die Fallhöhe des Materials durch Einschaltung von Schütttrichtern mit ausziehbaren Teleskoprohren und andere Hilfsmittel zu vermindern.

Die ersten, in englischen Häfen errichteten Hochkipper waren mit hydraulischem Antrieb versehen. Diese Triebkraft eignet sich für das milde englische Klima besonders gut und gewährleistet bei den im Kipperbetrieb nicht so sehr schwankenden Kräften und geeigneter Abstufung der nutzbaren Kolbenquerschnitte gute Wirkungsgrade. Die hervorragende Betriebssicherheit des hydraulischen Kippers, das ruhige, stoßfreie Arbeiten und die große Leistungsfähigkeit haben ihm in England ein großes Anwendungsgebiet verschafft, so daß die englischen Häfen durchweg mit hydraulischen Kippem ausgerüstet wurden, und auch in neuerer Zeit ist diese Bauart trotz der großen Erfolge, die auf dem europäischen Festlande mit elektrischen Hebezeugantrieben erzielt wurden, stets wieder in gewohnter Weise zur Anwendung gelangt. Beispielsweise wurde einer der neuesten englischen Häfen (Immingham) wiederum mit 8 hydraulischen Kippem, 7 feststehenden und 1 fahrbaren Kipper ausgerüstet, von denen jeder, bei allerdings außerordentlich günstigen Auf- und Abfuhrverhältnissen der Wagen und bei verhältnismäßig geringer Hubhöhe infolge der Anfuhr der beladenen Wagen auf einer Hochbahn, eine Leistungsfähigkeit von 770 t/st besitzen soll. Der fahrbare Kipper soll, zusammen mit einem feststehenden Kipper, die rasche Beladung eines Kohlendampfers gewährleisten, wobei natürlich der fahrbare Kipper, da er mittels einer Schiebebühne mit dem Anfuhrgleise verbunden werden muß, in seiner Leistungsfähigkeit wesentlich niedriger als 700 t/st anzunehmen ist.

Aus der in England eingebürgerten typischen Form der hydraulischen Kipper haben sich die ersten auf dem Festland zur Aufstellung

gelangten, in Rotterdam und Emden arbeitenden elektrisch betriebenen Kipper entwickelt.

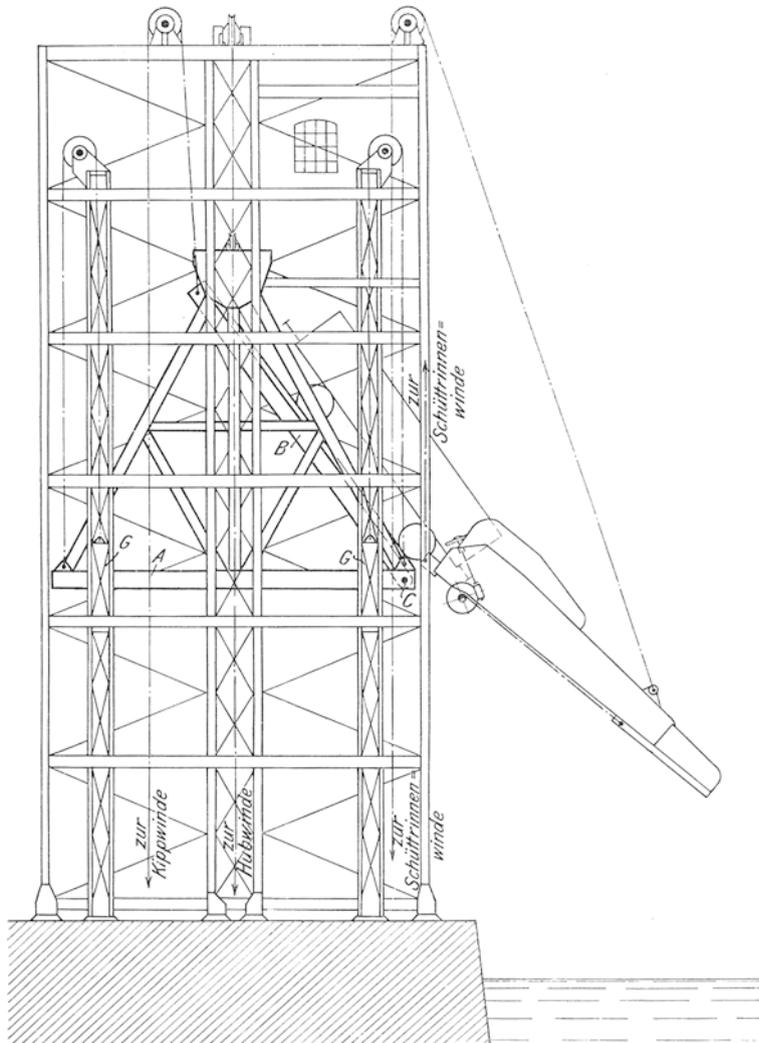


Abb. 172. Elektrischer Hochkipper für Schiffsbeladung (Nagel & Kaemp).

Der von Nagel & Kaemp in Rotterdam errichtete elektrische Kipper (Abb. 172) zeigt in seinem Gerüstbau die gleiche Form wie die im gleichen Hafen arbeitenden hydraulischen Kipper, die von der englischen Firma Armstrong gebaut wurden. Da der elektrische Kipper unter denselben Arbeitsbedingungen Seeschiffe beladen sollte, so lag die Verwen-

dung ähnlicher Gerüstformen nahe, trotzdem der elektrische Betrieb einen leichteren Aufbau gestattet haben würde.

Der Kipper ist mit einer, wie bei senkrechten Lastenaufzügen in Führungen gleitenden Fahrbühne in A-Form ausgestattet, auf der, wie bei den gewöhnlichen Plattformkippern, eine Kippbühne um eine vordere Achse drehbar gelagert ist. Während nun die Fahrbühne, die wie bei Aufzügen an doppelten Seilzügen hängt und durch Fangvorrichtungen gesichert ist, bis in die zum Kippen geeignete Höhe aufgezogen wird, wird das am Ende der Kippbühne angreifende Kippseil von der getrennt von der Hubwinde aufgestellten Kippwinde durch ein Gegengewicht straff gehalten, wobei die Kippwinde mit gelüfteten Bremsen leer mitgeschleppt wird. Sie tritt erst zu Beginn der Kipperperiode in Tätigkeit, während die Hubwinde sich in Ruhe befindet. Die Hub- und Kippwinden sind in einem neben dem Kippergerüst errichteten Maschinenhaus untergebracht, wo sich zwei weitere Winden befinden, von denen die eine zum Verstellen der großen Überlaufrutsche dient, während die andere einen Schwenkkran betätigt, der mittels eines Bodenentleerungskübels Kohle aus der mit Verschußklappen versehenen Überlaufrutsche in kleinen Mengen abziehen kann, um zunächst bei Beginn der Schiffsbeladung einen Schüttkegel im leeren Schiff zu errichten, auf den dann im weiteren Verlauf ohne Schaden für Schiffsboden und Ladung geschüttet werden kann. Die Überlaufrutsche ist mit einer teleskopisch ausziehbaren Verlängerung versehen, so daß auch breitere Schiffe bedient werden können. Die Sicherung des auf die Fahrbühne durch ein Spill aufgefahrenen Wagens geschieht in bekannter Weise mittels Fanghaken in Richtung der Kaikante. Rückwärts wird der Wagen durch Riegel und zur weiteren Sicherheit durch eine Kette, die um die Hinterachse gelegt wird, gegen Zurücklaufen gesichert. Die Steuerung des ganzen Kippers erfolgt von einem sehr hoch im Kippergerüst eingebauten Steuerhäuschen aus und ist als Fernsteuerung ausgebildet. Bei einer Hubgeschwindigkeit von 0,3 m/s (Motor 130 PS) und einer Kippgeschwindigkeit von 0,25 m/s am Kippseil gemessen (Motor 60 PS) kann der Kipper eine Leistung von stündlich 10 Wagen, also im Höchstfall 200 t/st bewältigen. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß die Bordhöhe der Schiffe bis zu 12 m beträgt.

Abweichend von den bisher geschilderten Hochkippern ist die Bauart der Deutschen Maschinenfabrik nach Patent 200 518. Dieser in Abb. 173 schematisch und in Abb. 174 beim Arbeiten dargestellte und als Schwingkipper bezeichnete Wagenentladeapparat ist zwar kein Hochkipper mit Hubwerk, wie die vorbeschriebenen Bauarten, sondern die Wagen werden bei ihm ähnlich wie bei einer Hochbahn zugeführt und über das Kippergerüst hinweg so weit über das Schiff hinausgefahren, daß bei gleichzeitigem Schrägstellen des Wagens der Inhalt in einen

Schütttrichter mit darunter befindlichem Teleskoprohr entleert werden kann, der über der Ladeluke an einem Ausleger des Kippergerüsts aufgehängt ist. Diese Vorrichtung hat den Vorteil der Schonung des Schüttgutes wie auch des Schiffsbodens und ferner auch den der geringen Staubbildung. Das Teleskoprohr, das zunächst bei leerem Schiff bis tief in den Schiffsraum hinabreicht, wird bei sich vergrößerndem Schütt-

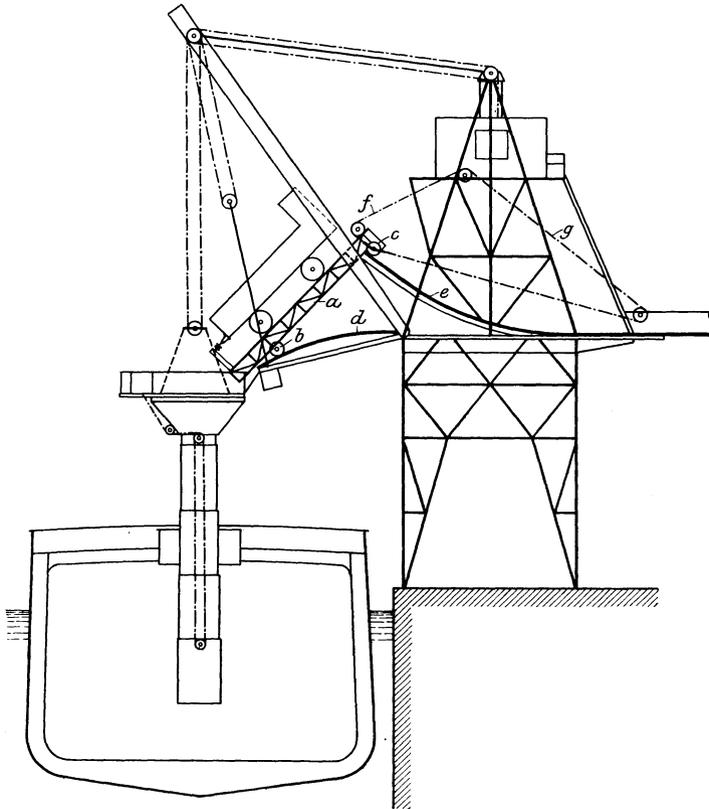


Abb. 173. Schwingkipper (Demag).

kegel nach und nach eingezogen. Die Schrägstellung des Wagens erfolgt bei diesem Kipper in der Weise, daß der Wagen auf eine auf 4 Rollen (*b* und *c*) gelagerte Kippbühne (*a*) aufgefahren und gesichert wird. Diese Bühne wird durch eine Seilwinde, deren geschlossener Seilzug (*f—g*) am hinteren Ende der Bühne angreift, vorgezogen, wobei die vorderen Räder (*b*) auf einer nach unten sich neigenden Kurve (*d*) bewegt werden, während die hinteren Rollen (*c*) auf einer nach oben gekrümmten Bahn (*e*) geführt werden. Das Zurückziehen der Plattform

erfolgt durch einfaches Umsteuern des Windenmotors. Der Ausleger für den Schütttrichter dient auch zum Tragen des nach unten gebogenen Kurvenstückes (*d*), das am Kippergerüst drehbar gelagert ist und durch eine besondere Einziehwinde, ebenso wie der Schütttrichter, nach beendetem Ladegeschäft eingeholt werden kann, um das Schiff freizugeben.



Abb. 174. Schwingkipper (Demag).

Kipper dieser Art sind an besondere örtliche Verhältnisse gebunden, die das Heranführen der beladenen Wagen auf einer Hochbahn gestatten, es sei denn, daß die Wagen zunächst durch einen Aufzug hochgefördert werden. Das Bestreben, den zu entleerenden Wagen, bei der Beladung von Schiffen sowohl wie von Füllrümpfen, unter Umgehung von langen Zwischenrutschen unmittelbar über den zu beschickenden Raum zu bringen, wie es bei dem Schwingkipper der Demag der Fall ist, hat auch bei den nachfolgenden Kipperbauarten zugrunde gelegen.

Auch der Kipper nach Abb. 175, der zum Beladen von Seeschiffen dient und eine neuere Bauart der Demag darstellt, geht, wie der vorbeschriebene, von dem Grundgedanken aus, die Staubbildung möglichst hintanzuhalten und den Seeschiffboden zu schonen. Er ist ebenfalls als Schwingkipper ausgebildet, ist aber im übrigen, da er den wechselnden Wasserständen und Bordhöhen der Schiffe Rechnung tragen muß, auch mit einem Hubwerk ausgerüstet. Der Schwingungsdrehpunkt der Kippbühne, die beim Heben auf dem Gerüst des eigentlichen Fahrkorbs aufrucht, ist sehr tief gelegt, um einen möglichst langen Schwinghebel zu erhalten. Beim Vorziehen der Kippbühne mit daraufstehendem

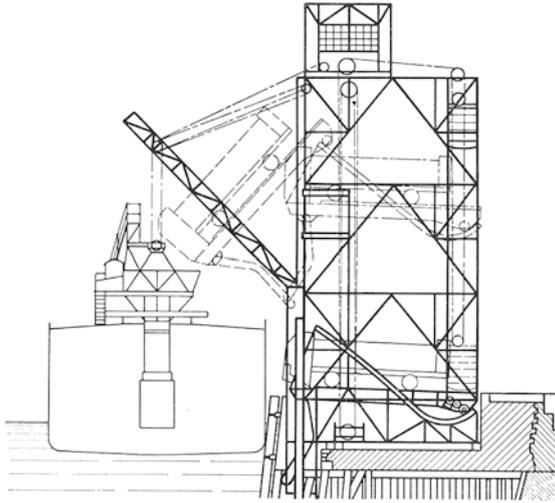


Abb. 175. Hochkipper zum Beladen von Seeschiffen (Demag).

Wagen gegen die Schiffsmittle bewegt sich das hintere Ende der Bühne an einer schräg ansteigenden, kurvenförmigen Laufbahn, während das vordere Ende um den im Gerüst des Fahrkorbs gelagerten Drehzapfen schwingt. Die durch Gegengewichte entlastete Hubwinde ist über dem Kippergerüst gelagert. Der Fahrkorb ist an einem mehrfachen Seilflaszug aufgehängt und an den Pfosten des Kippergerüsts geführt.

Die in Abb. 176 und 177 skizzierte Konstruktion der MAN, „Kohlenpriansche“ genannt, stellt eine Kippplattform dar, deren Drehachse, ähnlich wie beim Schwerkraftkipper, oberhalb der Auflaufbühne angeordnet ist. Der Drehzapfen ist beiderseits in den Endpunkten eines gabelförmigen Rahmens gelagert, der seinerseits mittels eines Gehänges an den Lasthaken eines Krans gehängt werden kann. Der Drehzapfen A der Kippbühne, der annähernd mit dem Systemschwerpunkt des ganzen

um diese Achse schwingenden Systems, nämlich der Bühne und des gefüllten Wagens, zusammenfällt, trägt eine Umföhrungsscheibe *B* großen Durchmessers, die mittels Triebkette mit kleineren, oben an der Rahmentraverse gelagerten Scheiben *C* und *D* verbunden ist und zur Einleitung der Kippbewegung mit geringem Kraftaufwand betätigt werden kann. Die Betätigung des Triebwerks kann durch ferngesteuerten Motor und elektrische Bremsen vom Führerstand des Krans aus erfolgen.

Der Wagen wird auf der Kippbühne durch doppelte Fanghaken gegen Ablaufen gesichert, so daß die Entleerung von Wagen mit Bremserhäuschen, da sowohl nach links als nach rechts gekippt werden kann, ohne weiteres vorgenommen werden kann. Der Wagen muß jedoch,

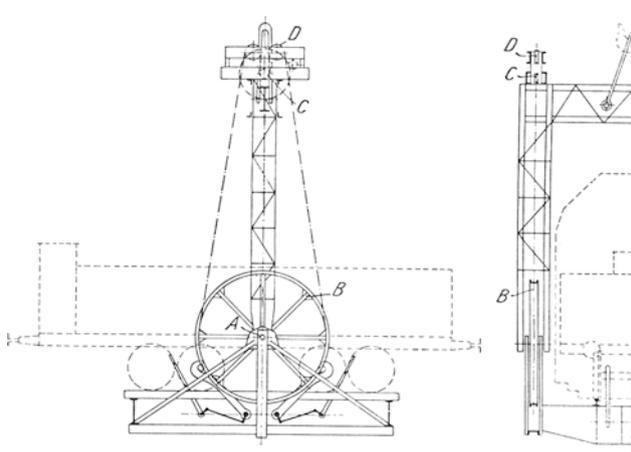


Abb. 176 und 177. Kohlenpritsche (MAN).

damit das ganze Hängegerüst beim Heben nicht schief hängt, möglichst mit seinem Schwerpunkt in der Mitte stehen, und zwar wird das dadurch erreicht, daß die Hakenpaare gleichmäßig und symmetrisch zur Mitte der Bühne bewegt werden können, bis sie sich um die Achsen des Wagens legen. Hierbei sind natürlich durch ungleichmäßiges Beladen des Wagens und das Gewicht des überstehenden Bremserhäuschens gewisse Abweichungen des Schwerpunktes von der Mittelachse der Bühne nicht zu vermeiden.

Als eine besondere Abart der Hochkipper haben sich im letzten Jahrzehnt die Kipperbrücken ausgebildet. Der ihnen zugrunde liegende Konstruktionsgedanke beruht darauf, daß die Aufgabe der Entladung von Eisenbahnwagen auf Lagerplätze, in Schiffe, in Silos oder in Bunker in den meisten Fällen außer der eigentlichen Entleerungsarbeit des Wagens auch die Zurücklegung eines mehr oder weniger

großen Transportweges in sich schließt. Wenn man vermeiden will, diese beiden Förderaufgaben durch zwei verschiedene Fördermittel zu bewerkstelligen, sei es nun, um das Material zu schonen, oder zur Erzielung einer größeren Leistung, so stellt sich die Lösung der Aufgabe durch die Kipperbrücke, welche den zu entleerenden Eisenbahnwagen von dem Anfuhrgleise abhebt und bis zu dem Punkte bewegt, wo er entleert werden soll, als eine recht glückliche dar. Der allgemein hierbei

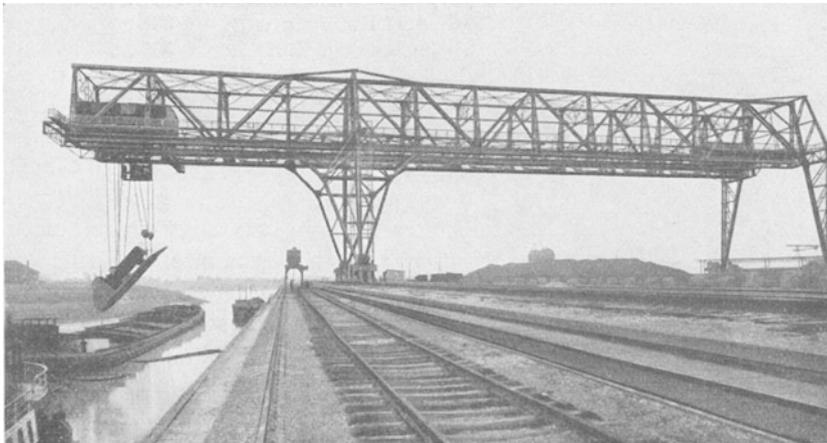
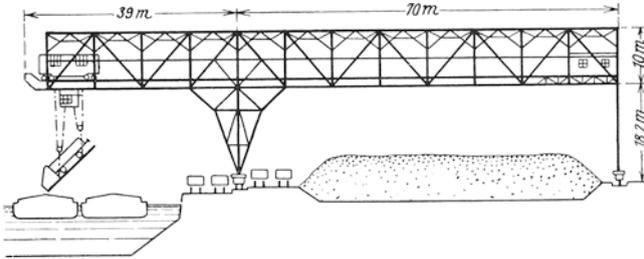


Abb. 178 und 179. Kipperbrücke (Tigler).

zur Anwendung gebrachte Arbeitsvorgang ist ein recht einfacher. Der Eisenbahnwagen wird mittels eines Spills auf eine Plattform gezogen, die mit Auflaufzungen versehen ist und zu Beginn des Arbeitsspieler auf die Schienen des Entladegleises gesetzt wird. Die Plattform hängt mit vier Seilzügen, von denen je zwei zu beiden Seiten der Plattform angeschlossen sind, an einer Laufkatze, die nun Plattform und Wagen zusammen hochzieht, die Last bis zu dem Punkte verfährt, wo die Entladung des Wagens vor sich gehen soll, und hier die Schrägstellung des Wagens dadurch bewirkt, daß die am hinteren Ende der Plattform

angreifenden Seilzüge in der Hubrichtung weiter bewegt werden, während die vorderen festgehalten werden. Die in Abb. 178 und 179 dargestellte Kipperbrücke der Maschinenbau A. G. Tigler, Duisburg-Meiderich, wurde für die August-Thyssen-Hütte zur Ausführung gebracht und besitzt bei einer Spannweite von 70 m eine Ausladung von 39 m, von der wasserseitigen Laufschiene aus gemessen (31 m über Kaikante). Bei dieser Ausladung ist es möglich, die Eisenbahnwagen in zwei nebeneinander liegende Kähne zu entladen.

Die Tragfähigkeit der Laufkatze beträgt 55 t. Diese Hublast setzt sich zusammen aus dem Gewicht des beladenen Wagens (20 bis 25 t Inhalt und 10 t Eigengewicht) und dem Gewicht der Plattform nebst vorderer Überlaufrutsche, Pufferböcken, Gehänge usw. im Gesamtgewicht von 20 t.

Die Arbeitsgeschwindigkeiten und Motorleistungen sind die folgenden:

Heben der Bühne . . . . .	$v = 19,65 \text{ m/min}$	Motor 290 PS
Kippen der Bühne . . . . .	11,4 „	„ 81 „
Katzfahren . . . . .	80 „	„ 100 „
Drehen des Wagens . . . . .	1,47 Uml./min	38 „
Spillantrieb . . . . .	30 bis 60 m/min	38 „
Brückenfahren . . . . .	30 m/min	2 Motoren zu 150 PS
		2 Motoren zu 81,5 PS

Die Leistung der Kipperbrücke beträgt bei mittleren Fahrwegen der Katze 12 bis 15 Wagen, bei den kürzesten Fahrwegen bis 20 Wagen stündlich.

Die konstruktive Ausbildung der Kipperbrücke zeigt einige bemerkenswerte Einzelheiten. Die Laufkatze ist als sogenannte Drehlaufkatze ausgebildet und trägt eine im Rahmen des Katzengerüsts gelagerte Drehscheibe, auf der das Hubwerk für die Plattform sowie das Drehwerk gelagert sind. Mittels der Drehscheibe ist es möglich, den gehobenen Eisenbahnwagen in die für die Entladung — besonders bei Schiffsbeladung — günstigste Stellung zu bringen; Wagen mit Bremserhäuschen können ohne Schwierigkeit richtig auf die Plattform gebracht werden, auch wenn sie falsch in den Zug einrangiert waren. Das Hubwerk besitzt vier Trommeln, von denen je zwei durch einen gemeinsamen Motor betätigt werden. Während das eine Trommelpaar die Hubseile aufwickelt, dient das andere zur Aufnahme der Kippseile. An Stelle der Kippplattform kann auch ein Greifer von 15 cbm Fassung zum Rückverladen von Kohle vom Lagerplatz ins Schiff eingehängt werden.

Das Spill zum Aufziehen der Wagen auf die Plattform ist auf der Plattform selbst untergebracht. Das Fahrwerk der Brücke (s. Abb. 180 und 181) ist mit Rücksicht auf die sehr großen Stützlasten so durchgebildet, daß die Hauptstütze mit 32 Laufrädern auf zwei Fahrschienen sich bewegt, wobei durch schwinghebelartig gelagerte Unterwagen alle

Laufräder gleichen Druck erhalten. Die auf 16 Laufrädern ruhende Pendelstütze überträgt ihren Druck in gleicher Weise auf eine Laufschiene. Der in Abb. 182 dargestellte Querschnitt des Brückenträgers

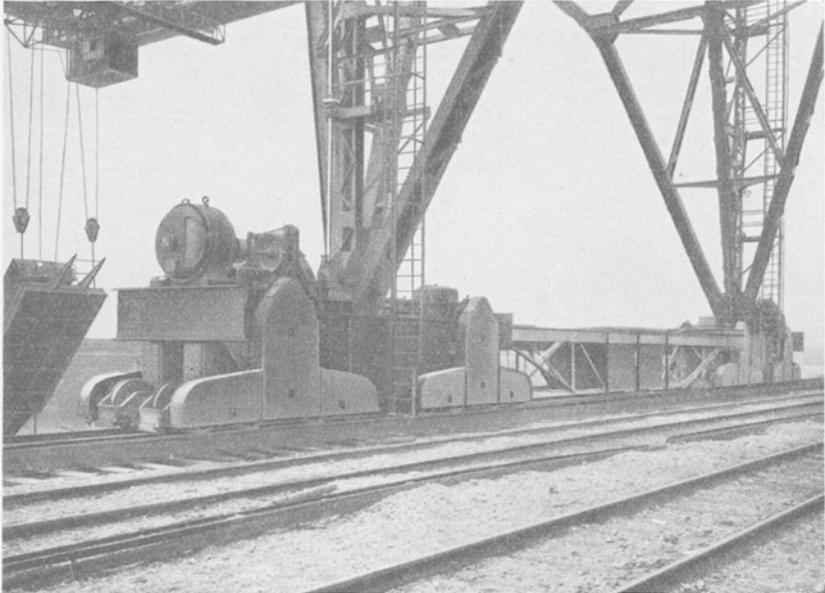


Abb. 180.

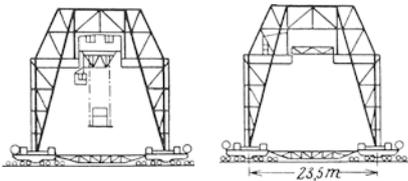


Abb. 181.

Abb. 180 und 181. Fahrwerk zur Kipperbrücke (Tigler).

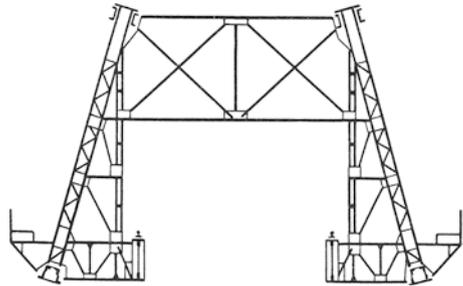


Abb. 182. Querschnitt des Hauptträgers zur Kipperbrücke (Tigler).

zeigt eine eigenartige Ausbildung der Hauptträger, die der Richtung der Brückensützen entsprechend geneigt angeordnet sind, eine Ausführung, die in der Werkstattherstellung jedenfalls unbequem und teuer ist, im vorliegenden Fall jedoch Gewichtersparnisse erbrachte, die wünschenswert erschienen.

Eine Ausführung ähnlicher Art wie die beschriebene zeigen die in Abb. 183 und 184 dargestellten, von der Demag für die Reichswerft in

Wilhelmshafen ausgeführten Kipperbrücken. Während bei dieser Ausführung, die übrigens zeitlich früher erfolgte als die Anlage für Thyssen und daher der letzteren im wesentlichen als Vorbild gedient haben dürfte, das System der Kipperkatze im großen und ganzen dasselbe ist, wurde auf die Rückverladung des Schüttgutes vom Lager ins Schiff gesteigerter Wert gelegt. Die Hauptbrückenträger sind als doppelwandige

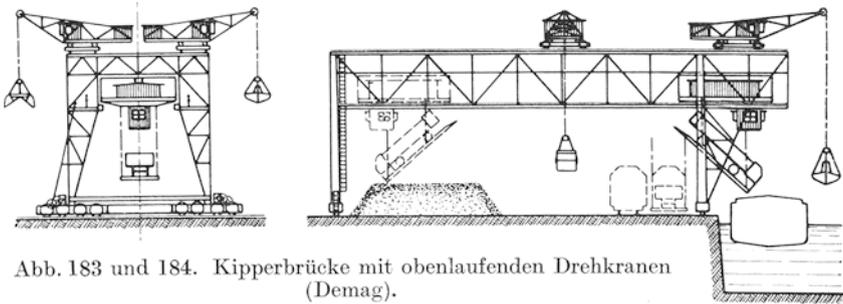


Abb. 183 und 184. Kipperbrücke mit obenlaufenden Drehkränen (Demag).

Träger ausgebildet und tragen auf ihren Obergurten Fahrschienen für zwei Greiferdrehkrane, die je einen Greifer von 7,5 t Fassungsvermögen betätigen. Durch diese Anordnung wird das überaus umständliche und zeitraubende Ausscheren der Plattform, wenn man vom Wagenentleeren zum Rückverladen vom Lager übergehen will, vermieden. Die Greiferkrane können vollkommen unabhängig von der Kipperkatze arbeiten; sie können ferner die Arbeit der Katze unterstützen, indem sie gleich-

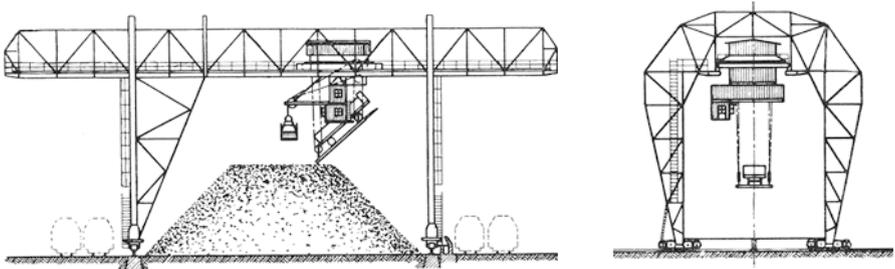


Abb. 185 und 186. Kipperbrücke mit Auslegerkatze (Demag).

zeitig vom Lager ins Schiff arbeiten, während die Kipperkatze Eisenbahnwagen ins Schiff entleert. Hierdurch läßt sich die Beladezeit der Schiffe abkürzen und die Wirtschaftlichkeit der ganzen Anlage erhöhen.

Eine andere, ebenfalls von der Demag herrührende Konstruktion (Abb. 185 und 186) besitzt an Stelle der auf dem Obergurt des Brückenträgers fahrenden Drehkrane an der Kipperkatze einen besonderen Kranausleger mit Hub- und Entleerungswindwerk für einen Selbstgreifer, der

das Ausscheren der Plattform entbehrlich macht, wenn man vom Lager fördern will. Die Anordnung der Kippbühne mit Seilführung geht aus den Abb. 187 und 188 hervor. Der geschlossene Seilzug ist an den beiden Trommeln für Heben und Kippen befestigt. Die Kippbühne hängt somit an acht Seilsträngen. Während des Hebens befindet sich die Kipptrommel in Ruhe, jedoch kann zur Beschleunigung des Arbeitsvorganges im geeigneten Zeitpunkt die Kippbewegung schon eingeleitet werden, während die Hubperiode noch nicht beendet ist.

Den zweifellos großen Vorteilen der Kipperbrücken, ihrer einfachen, wenig Bedienungsmannschaften erfordernden Arbeitsweise und der Schonung des Fördergutes infolge Verringerung der Fallhöhen stehen als Nachteile die großen Anlagekosten infolge der bedeutenden Hub- und Fahrlasten gegenüber, die zum großen Teil als Totlasten (Plattform- und Wagengewicht) mitgehoben und gefahren werden müssen; dazu kommen noch die hieraus sich ergebenden Stromkosten.

Für Seeschiffbeladung dürften solche Kipperbrücken kaum in Frage kommen können, da die Lukengrößen der Seeschiffe einerseits das Hineinsenken der Plattform ins Schiff nicht gestatten, andererseits auch der feste Ausleger der Brücke, der sich bei den großen Lasten kaum aufklappbar einrichten läßt, das Anlegen der Seeschiffe am Kai schwierig, wenn nicht unmöglich macht.

Die Ausrüstung der Kipperkatzen mit einem Hubwerk für Greifer ist insofern wenig wirtschaftlich, als für jede Förderung eines Greiferinhaltes von einigen Tonnen die schwere Katze über die Brücke verfahren werden muß; der Stromverbrauch für diese Arbeitsleistung ist also ungewöhnlich groß. Günstiger in dieser Hinsicht und auch sonst für die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Kipperbrücke besser geeignet ist die Einrichtung der Demag mit getrennt auf dem Obergurt fahrenden Drehkränen, durch die allerdings auch das ohnehin schon übermäßig große Gewicht der Kipperbrücke weiter erhöht wird. Nach einem Entwurf von Pohlig wurde auf einer besonderen Fahrbahn über der Laufbahn der Kipperkatze eine Führerstandsgreiferkatze angeordnet, die, wenn auch nicht betriebsmäßig, über die Kipperkatze hinweggeführt werden und dann das Rückverladen vom Lager ins Schiff übernehmen kann, wobei die Hub- und Fahrgeschwindigkeiten sich wesentlich steigern lassen.

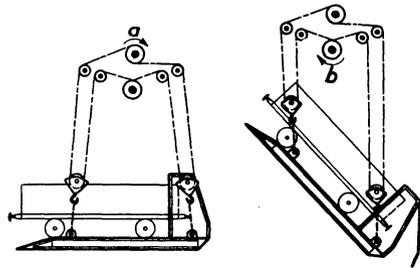


Abb. 187 und 188. Kippbühne mit Seilführung zur Kipperbrücke (Demag).

Für das Aufziehen der Eisenbahnwagen auf die Kippplattform sind verschiedene Ausführungen durchgebildet worden. Während Demag das Spill auf der Plattform selbst anordnet und die Stromzuführung von der Katze her durch ein biegsames Kabel bewirkt, das sich beim Hochziehen der Plattform auf eine Trommel aufwickeln muß, hat Pohlig zuerst das Spill zum Heranholen der Wagen auf der Kipperkatze selbst angeordnet und das Spillseil nach unten geführt, wo es über Umlenkrollen geführt wird. Auch hierbei muß das Seil während des Hochgehens der Plattform mit aufgewickelt werden.

### 3. Fahr- und drehbare Kipper.

Der dem fahr- und drehbaren Wagenkipper zugrunde liegende Konstruktionsgedanke beruht ebenso wie bei der Kipperbrücke darauf, daß das Fördergut nicht nur aus dem Wagen herausgebracht, sondern auch aufs Lager geschüttet werden soll. Die Arbeitsmöglichkeit des fahr- und drehbaren Kippers erleidet allerdings gegenüber den Kipperbrücken insofern eine Beschränkung, als er nur einen Lagerstreifen zu beiden Seiten des Kippgleises bestreichen kann und, falls eine Weiterförderung auf das anschließende Lager verlangt wird, eines ergänzenden Fördermittels bedarf, wie einer Verladebrücke, eines Drehkrans auf fester Hochbahn od. dgl. Wenn der fahr- und drehbare Kipper auf Hochbahnen, über Silos oder auf einer Kaimauer laufend angeordnet wird, die höher als das zu beladende Schiff liegen, so ist die Arbeitsweise dieses Kippers äußerst einfach und seine Leistungsfähigkeit unübertroffen. Die erste Ausführungsform eines fahrbaren Kippers, die nach Bauart Aumund von Pohlig durchgebildet wurde (Abb. 189), zeigt noch keine Drehbarkeit des Wagens, dessen Inhalt zwischen den Gleisen durchgeschüttet wird. Die Nachteile dieser Ausführung liegen auf der Hand. Erst die spätere Ausführungsform, bei welcher der Oberteil, der die Kippbühne enthält, drehbar angeordnet wurde, hat den Kipper zu einer sehr brauchbaren und leistungsfähigen Vorrichtung gemacht, die sich in einer größeren Anzahl von Ausführungen, besonders auf Hüttenwerken und Gaswerken, im Betriebe befindet.

Die von der Firma Pohlig herrührende Bauart zeigen Abb. 190 und 191. Der Unterwagen des Kippers fährt auf zwei dreiachsigen Drehgestellen und ist beiderseits mit Auflaufzungen versehen, so daß die Eisenbahnwagen auf der einen Seite aufgezogen und nach der Entleerung auf der anderen Seite wieder abgelassen werden können. Die Auflaufzungen sind aufklappbar eingerichtet und mit Puffern versehen, die bei hochgeklappten Zungen den Kipper auch zum Rangieren geeignet machen. Das in der Art eines Drehkran-Oberwagens ausgebildete drehbare Oberteil, welches die Kippbühne enthält, ist durch einen Drehzapfen geführt und mit Laufkranz und Stützrollen versehen. Die Kippbühne

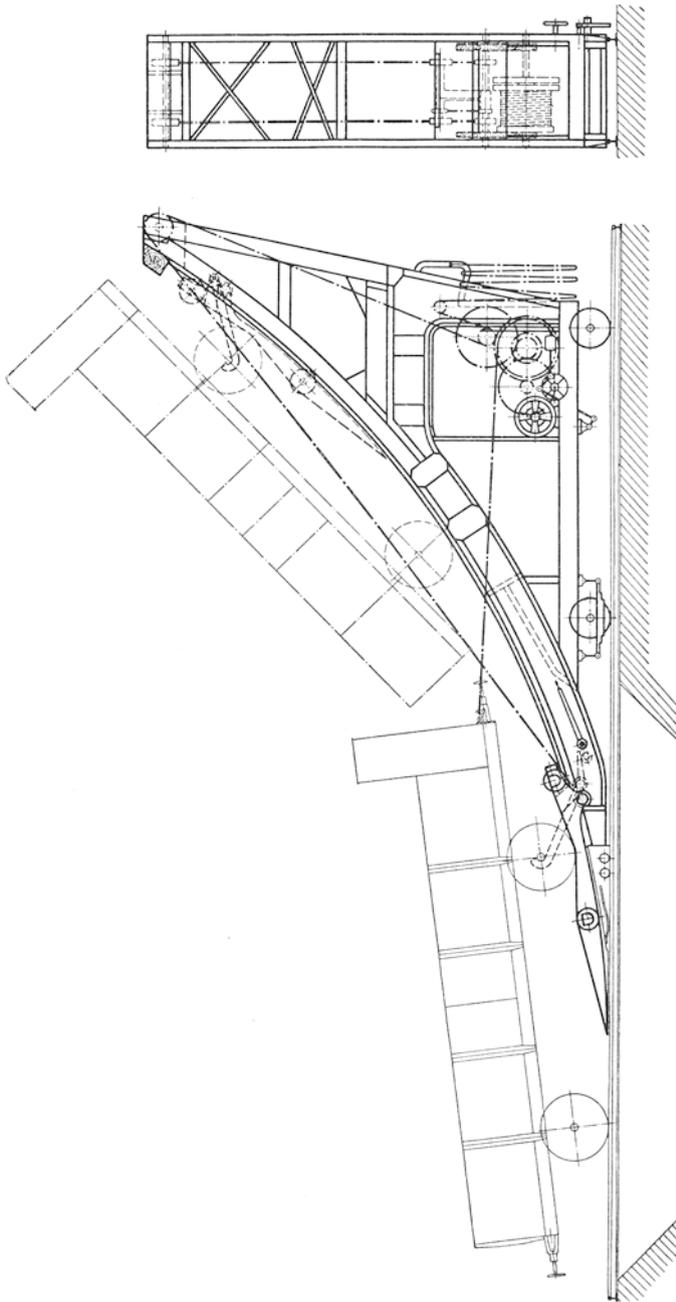


Abb. 189. Fahrbarer Kurvenkipper (Pohl).

schließt sich in der niedergelegten Stellung (ungefähr 25 Grad gegen die Wagerechte) an die Fahrbahn des Unterwagens an; der Wagen wird beim Hochziehen aus dem Kippgleis durch eine Kurve allmählich in die schräge Stellung übergeführt. Um beim Hochziehen des Wagens die Vorderachse festzuhalten, wird, ebenso wie bei dem auf S. 87 beschriebenen Kurvenhochkipper, ein Aufzugwagen benutzt (Abb. 165, 166, S. 88), der auch die Fanghaken trägt, welche sich um die Vorderachse legen und an denen das Aufzugseil angreift.

Zum Heranziehen des Eisenbahnwagens dient ein in dem Unterwagen des Kippers eingebautes Spill, das bei einer Zugkraft von 3000 kg imstande ist, den ganzen Zug um eine Wagenlänge vorzuziehen und nach

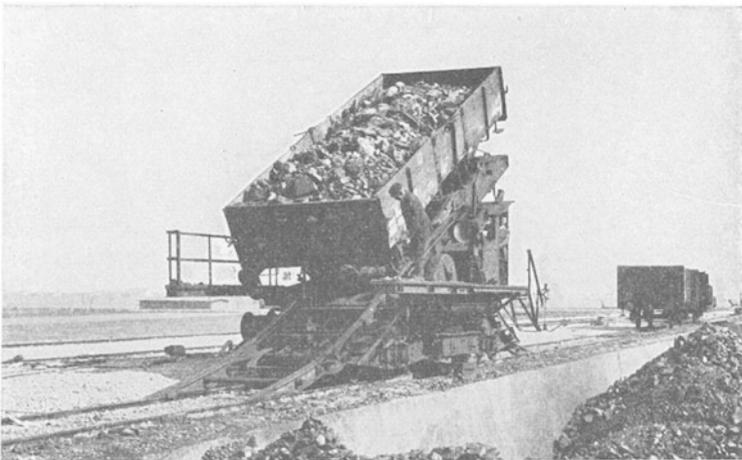


Abb. 190. Fahr- und drehbarer Kurvenkipper (Pohlig).

Loskuppelung des vordersten Wagens diesen auf den Aufzugwagen zu bringen. Das Spillseil greift hierbei am Zughaken des Wagens an; die Spilltrommeln sind an beiden Kopfenden des Unterwagens eingebaut und mit gemeinsamem Antrieb und loskuppelbarer Übertragungswelle versehen, so daß Wagen von beiden Richtungen heraufgezogen werden können. Außer dem Spillantrieb ist im Unterwagen der Fahrtrieb des Kippers angeordnet, während auf dem drehbaren Oberteil, das außer der Kippbühne auch das Steuerhäuschen für alle Bewegungen des Kippers außer derjenigen der Spillwinde und des Fahrwerks trägt, der Hauptantrieb für Heben und Kippen und der Antrieb des Drehwerks eingebaut sind.

Letzteres ist in üblicher Weise mit wagerechtem Schneckengetriebe, senkrechter Welle und einem Ritzel ausgebildet, das in den am Unterwagen festgelagerten Zahnkranz eingreift. Der Königszapfen ist in

ganzer Länge durchbohrt und dient zur Einführung der Stromzuführungskabel. Die kombinierten Hub- und Kippwerke sind durch eine einrückbare Zahnkupplung miteinander verbunden. Das Hubwerk, das den Wagen auf der schrägen Bahn so hoch zu ziehen hat, bis er sich ganz auf der Kippbühne befindet, ist als normales Trommelwindwerk mit doppelten Trageseilen und Stirnrädertriebwerk ausgeführt. Durch den Zug der Hubwerke, die außerhalb der Drehachse an den Fanghaken des Aufzugwagens angreifen, werden diese in die Höhe geklappt. Das Kippwerk, von der ersten Vorgelegewelle des Hubwerks abgeleitet, treibt



Abb. 191. Fahr- und drehbarer Kurvenkipper (Pohlig).

mittels konischer Räder zwei Druckspindeln an, auf die sich die Kippbühne stützt und durch die sie zwecks Entleerung des Wagens in ihrer Schräglage verstellt werden kann. Die Entleerung kann sowohl in der Drehstellung senkrecht zum Gleise, als auch in Zwischenstellungen erfolgen. Die Kipplagen der Kippbühne lassen sich zwischen  $40$  und  $55^\circ$  einstellen, so daß auch weniger leicht rutschendes Fördergut ohne Nachhilfe ausläuft.

Die höchste Kippstellung in Verbindung mit Wagen von  $20$  t Fassang und kurzem Radstand ( $3,5$  m) ergibt für die Standfestigkeit des Kippers die ungünstigsten Verhältnisse. Sein Gesamtschwerpunkt liegt zwar auch dann noch innerhalb der Schienen des Zufuhrgleises, wenn der Inhalt aus irgendeinem Grunde nicht auslaufen will, jedoch sind zur weiteren Sicherheit gegen Kippen im Abstand von rund  $0,5$  m außerhalb der Fahrschienen noch beiderseits Stützträger angeordnet, auf die

sich ein niederschraubbarer Stützbalken im Falle unvorhergesehener Umstände setzt. Diese Stützbalken können im normalen Betriebe in geringem Abstand (rund 20 mm) von ihren Trägern eingestellt bleiben und brauchen nur hochgezogen zu werden, wenn Weichen durchfahren werden sollen.

Wagen, deren Bremserhäuschen beim Auffahren auf den Kipper unrichtig, d. h. nach unten gerichtet stehen, können wie bei allen Kurvenkippern nicht ohne weiteres entleert werden. Die Schwierigkeit läßt sich beheben durch Einbau einer Drehscheibe im Zuge des Auffahrgleises. Bei zwei Gleisen, von denen das eine als Vollgleis, das andere als Leergleis benutzt wird und die durch Weichen miteinander verbunden sind, kann der falschstehende Wagen zunächst über den Kipper geleitet, unentleert abgelassen, durch das Nebengleis zurückgeführt und von neuem auf dem Vollgleis dem Kipper zugeführt werden, wobei er dann zum Kippen richtig steht.

Die Leistungsfähigkeit dieser Kipper, die mit 90 PS-Hubmotor, 12 PS-Drehmotor, 20 PS-Fahrmotor und 30 PS-Spilmotor ausgerüstet werden, beträgt 15 Wagen in der Stunde, unter Einrechnung der zum Heranholen der Wagen erforderlichen Zeit, so daß, wenn nur 20 t-Wagen zugeführt werden, 300 t stündlich entleert werden können. An Bedienungspersonal sind außer dem Maschinisten 2 Hilfsarbeiter erforderlich, von denen der eine das Anschlagen des Spillseils und das Loskuppeln der Wagen, der andere das Öffnen der Wagenklappen zu besorgen hat.

Die in ihrem Grundgedanken von A u m u n d herrührende Konstruktion des Pohlighschen fahr- und drehbaren Kippers fand in jüngster Zeit durch eine Neukonstruktion noch eine Erweiterung, die den Zweck hat, Wagen mit falsch stehendem Bremserhäuschen ohne weiteres kippen zu können. Um dies zu ermöglichen, legt A u m u n d die Achse, um die sich die Kippbühne beim Hochrichten dreht, in die Mitte unter der Bühne, während sie bei der Pohlighschen Konstruktion vorn liegt. Dadurch kann der aufgefahrene Wagen je nach der Stellung des Bremserhäuschens nach der einen oder der anderen Seite entleert werden. Die Einzelheiten dieser Bauart, deren Ausführungsrecht die Firmen Rheinische Metallwaren- und Maschinenfabrik, Düsseldorf, und J. Pohligh A.-G., Köln, besitzen, gehen aus der Abb. 192 und 193 (einer Ausführung von „Rheinmetall“) hervor.

Der aus genieteten Blechträgern hergestellte Unterwagen ruht auf zwei gefederten, zweiachsigen Untergestellen. Zwei in den Rahmen des Drehgestelles fest eingebaute kleinere Druckrollen, die in entlastetem Zustand des Kippers die Schienen nicht berühren, sollen bei belastetem Kipper eine Verringerung der Raddrücke herbeiführen. Die Ausbildung der drehbaren Kippbühne unterscheidet sich von der älteren Pohlighschen Konstruktion insofern, als die als Wippe ausgebildete Bühne sich um eine mittlere Achse dreht, die in zwei

A-förmigen Böcken gelagert ist. Wagen mit Bremserhäuschen können nun unabhängig von der Stellung des Bremserhäuschens auf die Kippbühne aufgefahren werden, die nach Bedarf durch zwei Druckspindeln nach der einen oder der anderen Seite hochgedrückt wird. Um den Wagen auf der Kippbühne sicher zu halten, müssen beide Achsen durch Fanghaken gesichert werden. Das eine Paar dieser Fanghaken ist auf dem Unterwagen gelagert und legt sich beim Anziehen des Hubseils um die Vorderachse des Wagens, während das andere Paar, das in der Kippbühne selbst gelagert ist, beim Aufahren des Hinterrades selbsttätig hochgedrückt wird. Je nachdem die Kippbühne nach der einen oder der anderen Seite geneigt wird, legt sich die vordere oder die hintere Achse in die zugehörigen Fanghaken. Der Antrieb für das Aufziehen des Wagens auf die Kippbühne ist durch Kupplungen, wie auch bei der älteren Pohlischen Bauart, mit dem Triebwerk zum Kippen der Bühne vorhanden, so daß für beide Triebwerke ein gemeinsamer Motor benutzt wird. Die unveränderliche Lage der in der Kippbühne gelagerten Fanghaken bringt es mit sich, daß Wagen mit kurzem Radstand (3,5 m) einer Überleitschurre bedürfen, die fahrbar eingerichtet ist und sich beim Auffahren des Aufzugwagens mit diesem kuppelt. Die Hubarbeit ist infolge der exzentrischen Stellung solcher Wagen während des Kippens unverhältnismäßig groß; da jedoch die meisten Wagen durch Einziehen der Spindeln mit entsprechend geringerem Stromverbrauch entleert werden, tritt dieser Nachteil selten in die Erscheinung.

Grundsätzlich abweichend von der älteren Bauart des Aumund-Pohliger-Kippers ist bei dem Aumund-Rheinmetall-Kipper die Spillanordnung ausgebildet, bei der das Zugseil, das den Eisenbahnwagen seitlich am Rahmen anfaßt, am Kipper vorbeigeleitet wird bis zu der Spilltrommel, die an der Außenseite des Unterwagens montiert ist, während Pohliger sowohl bei der älteren wie auch bei der neuesten Konstruktion die Spilltrommel mitten über der Gleisachse und zwar senkrecht zu dieser anordnet, so daß der Zug des Spillseils am Zughaken des Wagens angreifen kann.

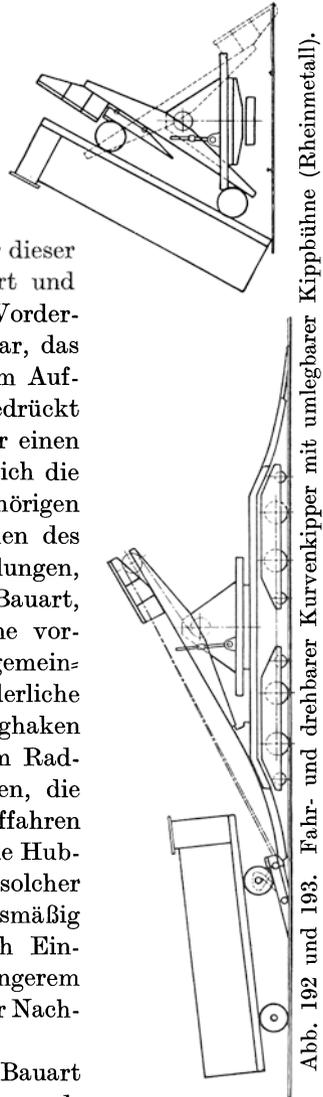
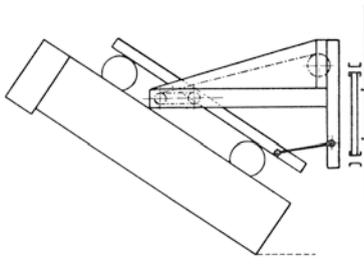


Abb. 192 und 193. Fahr- und drehbarer Kurvenkipper mit umlegbarer Kippbühne (Rheinmetall).



Die Firma Pohlig hat außer dem auf S. 104 u. f. beschriebenen fahr- und drehbaren Kipper noch eine zweite Ausführungsform auf den Markt gebracht, die als Drehscheiben-Plattformkipper auf fahrbarem Unterbau ausgebildet ist (Abb. 194 und 195). Mit diesem Kipper können ebenso wie bei dem auf S. 108 und 109 beschriebenen Aumund-Rhein-

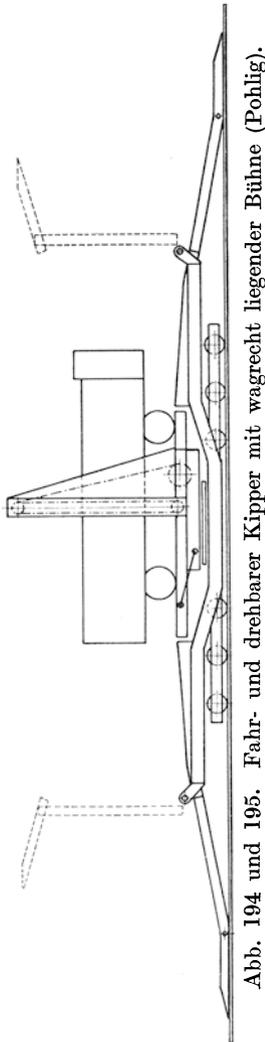


Abb. 194 und 195. Fahr- und drehbarer Kipper mit wagrecht liegender Bühne (Pohlig).

metallkipper Wagen mit Bremserhäuschen ohne Rücksicht auf ihre Stellung bei der Auffahrt ohne weiteres gekippt werden. Der Wagen wird durch das am Kippergerüst angebrachte Spill, dessen Zugseil am vorderen Zughaken des Wagens angreift, ohne Zuhilfenahme eines Aufzugswagens auf die Kippbühne gezogen und mit derselben Spillwinde nach vollzogenem Kippen auf der gegenüberliegenden Seite abgelassen.

Der bei der älteren Bauart nach A u m u n d - P o h l i g angeordnete Aufzugswagen, der sich aus der Notwendigkeit ergeben hatte, die Fanghaken schon zu Beginn der Aufzugbewegung am Fuß des Kippergerüsts anzuschlagen, um den Wagen ohne Unterbrechung bis zur höchsten Stellung auf der schräg stehenden Kippbühne auffahren zu können, ist bei dieser neuen Bauart in Fortfall gekommen. Die Fanghaken werden hier erst zu Beginn der Kippbewegung wie bei normalen Plattformkippern um die Wagenachsen gelegt, was ohne weiteres möglich ist, da die Kippbühne wagerecht liegt. Der Unterbau des Kippers nebst hochklappbaren Auflaufungen und den beiden dreiachsigen Drehgestellen, sowie die Lagerung der die wagerecht gelagerte Kippbühne aufnehmenden Drehscheibe ist im wesentlichen die gleiche wie bei der älteren Bauart.

Eigenartig ist jedoch die Lagerung der Kippbühne und ihr Hubantrieb zur Erzielung der gewünschten Kippstellung. Die Kippbühne ist nicht mit einer festen Drehachse

in der Drehscheibe gelagert, sondern wird durch zwei Schwinghebel geführt, während der Angriffspunkt der Hubseile, die das Aufrichten der Kippbühne bewirken, etwas hinter der Mitte der Kippbühne in einer Gradführung sich bewegt.

Der Gesamtschwerpunkt der Kippbühne nebst Wagen bewegt sich nun während des Aufrichtens etwas gegen die Gleisachse zurück, wodurch die Stabilität beim Kippen günstiger wird. Die Leistungsfähigkeit dieses Kippers beträgt stündlich bis zu 20 Wagen.

Beim Vergleich des fahr- und drehbaren Kippers mit den vorbeschriebenen Kipperbrücken, die den Wagen bis zu dem Punkt bringen, wo er entleert werden soll (Schiff oder Lagerplatz), ist zu bemerken, daß fahr- und drehbare Kipper zwar das Fördergut nicht sehr weit von der Gleisachse ausschütten (bei dem Pohlighschen Kipper befindet sich die Vorderkante des Wagenkastens in der Kippstellung rund 3 m von der Gleisachse entfernt, bei einer Höhenlage von rund 1,5 m über S. O.); immerhin können Schiffe von nicht zu großer Breite unmittelbar oder unter Zuhilfenahme einer Überleitschurre von der Kaikante aus beladen werden. Die Beladung der Lagerplätze erfolgt in der Regel unter Mitwirkung einer Verladebrücke in der Weise, daß der Kipper das Fördergut in eine neben dem Geleise angeordnete Grube schüttet und sie als Zwischenbunker in ganzer Länge des Lagerplatzes beschickt, während die Verladebrücke (vgl. Abb. 191), die beliebig ausgebildet werden kann, unabhängig von dem eigentlichen Kippgeschäft die Weiterbeförderung des Materials bewirkt. Durch die gleichzeitige gemeinsame Arbeit dieser beiden Elemente wird eine große Leistungsfähigkeit der Gesamtanlage erreicht. Bei Kipperbrücken zur Erzielung gleicher Leistungen sind verhältnismäßig große Konstruktionsgewichte und Hublasten, sowie entsprechend große Motorleistungen erforderlich. Der Rücktransport vom Lager fällt bei der kombinierten Anordnung des fahr- und drehbaren Kippers mit Verladebrücke infolge der erheblich geringeren fahrenden Lasten zweifellos wirtschaftlicher aus. Andererseits werden Materialien, die durch mehrmaliges Umschütten in ihrem Werte leiden, beim Betrieb mit Kipperbrücken am besten geschont.

Einen neuartigen fahrbaren Kipper mit sehr vereinfachten Elementen zum Entleeren der Eisenbahnwagen über die Schienen, also ohne Drehbarkeit, schlägt Prof. A u m u n d vor. Der Kipper besitzt einen auf vier Laufrädern ruhenden Unterwagen mit einer tiefliegenden, in der Mitte des ganzen Wagens angeordneten festen Achse, um die sich zwei als einarmige Hebel wirkende Auflaufstücke bewegen, die in niedergelegtem Zustand Brücken über den in gleicher Ebene liegenden Laufrädern des Kippergerüsts bilden. Die Auflaufstücke können jedes für sich durch hydraulische Zylinder aufgerichtet werden, während die eine Achse des

Wagens in bekannter Weise durch Fanghebel gehalten wird. Das Gewicht des Kippers soll infolge der einfachen Arbeitselemente sehr gering sein und nur 20 t betragen, was u. a. bei der Verwendung auf älteren, verhältnismäßig leicht gebauten Hochbahnen von Vorteil sein kann.

### D. Seitenkipper.

Unter Seitenkippern werden solche Kipper verstanden, bei denen das Ladegut durch Schrägstellung zwischen 0 und 50° aus den Seitenpforten des O-Wagens ausfließt. Das Anwendungsgebiet der Seiten-

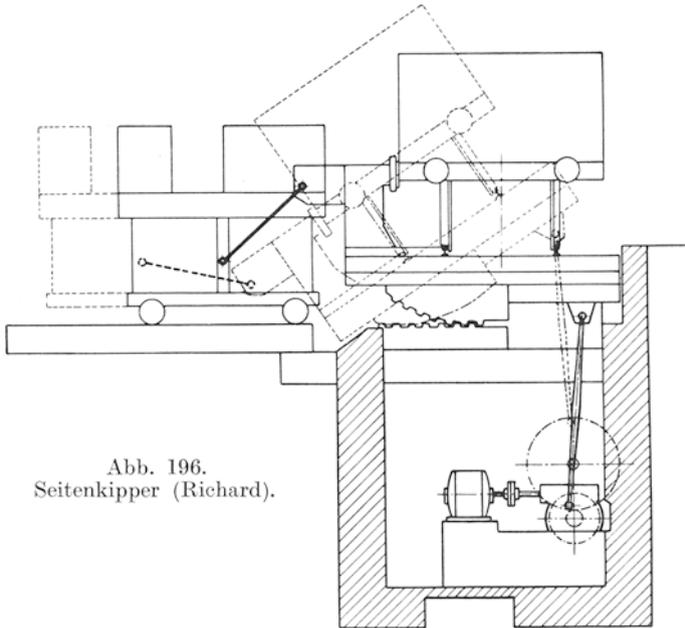


Abb. 196.  
Seitenkipper (Richard).

kipper beschränkt sich im wesentlichen auf die Länder, die vorwiegend oder ausschließlich Eisenbahnwagen ohne Stirnklappen besitzen. Da die Seitenpforten der Wagen überdies nur einen Teil der Längswand öffnen, so ist ein vollständig selbsttätiges Ausfließen des Wageninhaltes in der Schrägstellung unmöglich, und der Betrieb solcher Kipper erfordert daher einen erheblichen Aufwand an Handarbeit. Will man diese vermeiden, so müßte man die Seitenkipfung des Wagens über 90° hinaus fortsetzen, eine Maßnahme, die jedoch in der Regel durch die Betriebsvorschriften der Eisenbahnverwaltungen verboten wird, da beim Weiterkippen das Öl aus den Achslagern herausläuft und die Gefahr des Heißlaufens der Wagen besteht, wenn es nicht sorgfältig aufgefangen und vor Einstellung des Wagens in den Leerzug wieder nach-

gefüllt wird. Kipper dieser Art, die immerhin eine gewisse Verbreitung gefunden haben und auch dort, wo die Achsen der Wagen mit Staufferfett geschmiert werden, mit großem Vorteil verwendet werden können, gehören jedoch ihrem Charakter nach nicht zu den Seitenkippern, sondern sind den „Wippern“ einzureihen (s. unten).

Die Seitenkipper haben infolge der erheblichen Handarbeit, die in der Kippstellung des Wagens zu dessen völliger Entleerung zu leisten ist, nur eine sehr geringe Leistungsfähigkeit aufzuweisen; man erzielt durchweg nicht mehr als 3 bis 4 Wagen in der Stunde. Die Seitenwände des Wagens müssen während des Kippvorganges sorgfältig abgestützt werden. Eine Bauart, die sich im Betriebe gut bewährt hat, ist in Abb. 196 (Richard, Paris) dargestellt.

Der nach dem System Roisin von Richard, Paris, gebaute Kipper besteht aus einer Plattform, die auf einer Art Wiege ruht und deren Kippbewegung durch ein Kurbelgetriebe bewirkt wird. Die Wiege ist mit einer Verzahnung versehen, um sie beim Abrollen zu führen und in ihrer Lage festzustellen. Das unter der Kippbühne angebrachte Kurbeltriebwerk, aus Schneckengetriebe und Stirnrädervorgelege bestehend, greift mit zwei Schubstangen an der Bühne an. Vor Beginn der Kippbewegung werden seitlich gegen die Hauptträger des Wagenrahmens kräftige Stützbalken mittels Schraubenspindeln vorgedrückt, die beim Kippen seitliche Beanspruchungen von den Achslagern fernhalten. Die Schraubenspindeln sind in kräftigen Stützböcken gelagert, die an das Gerüst der Kippbühne angenietet sind. Eine auf Räder gesetzte Arbeitsbühne ist in der Weise an die Kippbühne mittels Schubstangen angelenkt, daß beim Kippen der richtige Abstand zwischen dieser Bühne und der Schüttkante des Wagens gewahrt bleibt. Das hinter den Flügeln der Seitenwände liegenbleibende Material muß von dieser Bühne aus entfernt werden.

## E. Wipper.

Das große Gebiet der Wipper umfaßt nicht nur solche Wagenentleerungsvorrichtungen, die als Urform ein auf Stützrollen gelagertes zylindrisches Gerüst aufweisen, in welches der zu entleerende Wagen einfährt, um durch Drehung des Wippergerüsts um 180 oder 360° seinen Inhalt in eine tieferliegende Grube abzugeben, sondern auch solche Bauarten, bei denen die Drehachse exzentrisch liegt und das Gerüst nebst eingefahrenem Wagen um die Drehachse herumschwingt. Endlich gehören dazu auch solche Kippvorrichtungen, bei denen das walzenförmige Traggerüst auf einer geeigneten, meist kurvenförmigen Fahrbahn abgewälzt und dadurch die Drehung des Wagens um seine Längsachse herbeigeführt wird.

Wipper einfachster Art sind die im Grubenbetrieb viel verwandten, sowohl mit Handbetrieb als auch elektrisch betätigten „Kreiselwipper“. Abb. 126 zeigt einen solchen Wipper. Er besteht aus zwei Winkeleisenringen mit aufgenieteten Laufringen, die gegeneinander gehörig versteift und mit Auflaufschienen versehen sind. Das so gebildete Wippergerüst ruht auf vier Stützrollen und wird beim Drehen auf diesen abgewälzt. Der eingefahrene Wagen (Grubenwagen, Lore od. dgl.) ist durch Führungen gegen Abfallen beim Drehen und durch Sperriegel in der Längsrichtung zu sichern. Der Schwerpunkt des ganzen Systems einschließlich des vollen Wagens muß einige Zentimeter über der Achse des Wippergerüsts liegen, damit die Entleerung sich nach Lösung der Verriegelung des Drehkörpers selbsttätig vollzieht. Die lebendige Kraft

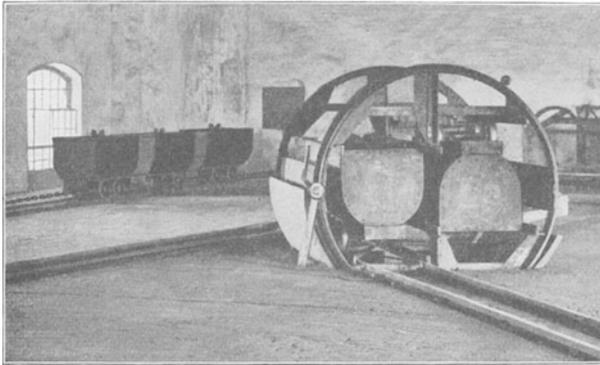


Abb. 197. Doppelwipper.

wird benutzt, um die volle Drehung des Gerüsts um  $360^\circ$  zu bewirken. Immerhin ist das Durchdrehen nicht bei allen Stoffen möglich. Schlammkohle, nasse Braunkohle und ähnliche klebende Stoffe verlangen, daß der Wagen in der  $180^\circ$ -Stellung angehalten und ausgeklopft wird; hierdurch entstehen Zeitverluste und Leistungsverminderung. Zur Erhöhung der Leistung werden daher solche Kreiselwipper auch als Doppelwipper (Abb. 197) ausgebildet, bei denen die Wageneinfahrt einseitig zur Wipperachse vor sich geht und stets nach einer Drehung um  $180^\circ$  ein neuer Wagen eingefahren werden kann. Das überschießende Drehmoment des beladenen Wagens gegenüber dem leeren wird hierbei zum Antrieb benutzt.

Zur weiteren Erhöhung der Leistung kann sowohl der einfache Wipper als auch der Doppelwipper durch Verlängerung der Wippertrommel mehrere Wagen aufnehmen. Auch sind im Grubenbetrieb zur Beschleunigung des Wagenumlaufs eine große Anzahl von Konstruktionen ent-

standen, die teils den Wageneinlauf, teils den selbsttätigen Auslauf der geleerten Wagen zum Gegenstand haben. Die einzelnen, zum Teil sehr sinnreichen und verwickelten Bauarten hier aufzuführen, würde zu weit führen. Erwähnenswert sind jedoch, da nicht nur Grubenwagen, sondern auch Kastenwagen damit entleert werden, die Mehrwagenkreiselwipper mit elektrischem Antrieb, die sowohl als feste wie auch als fahrbare Wipper gebaut werden und in dieser letzteren Form eine besondere wirtschaftliche Bedeutung besitzen, da sie ein ganzes Lager bestreichen können und somit mehrere Transportaufgaben lösen.

Abb. 198 und 199 zeigen eine derartige Ausführung von Heckel, die zum Entladen von gleichzeitig 8 Grubenwagen (Erz) als fahrbarer Wipper ausgebildet ist. Damit die Wagen leicht in die Trommel eingeführt werden können und nach Entleerung von selbst herauslaufen, ist das Gleis in der Trommel mit geringem Gefälle verlegt. Die Trommel stützt sich an verschiedenen Punkten auf Rollen und ist an beiden Enden mit Zahnkränzen versehen, die mittels durchgehender Welle von dem in der Mitte des Gerüsts angeordneten Motor betätigt werden. Ein zweiter Motor verfährt das ganze Gestell, in dem die Trommel gelagert ist, indem er eines der beiden Laufräder auf jeder Seite antreibt. Das Wippergerüst, das mit einem Laufsteg versehen ist, überspannt brückenartig den Lagerplatz. Nach Einschieben der Wagen wird das Gerüst verfahren, die Wagen werden gekippt und der Wipper dann nach der Stelle gebracht, wo die leeren Wagen ausfahren sollen. Wenn die Wagen an der Einfahrtstelle nicht durchfahren können, was bei dem Heckelschen Wipper der Fall ist, so ord-

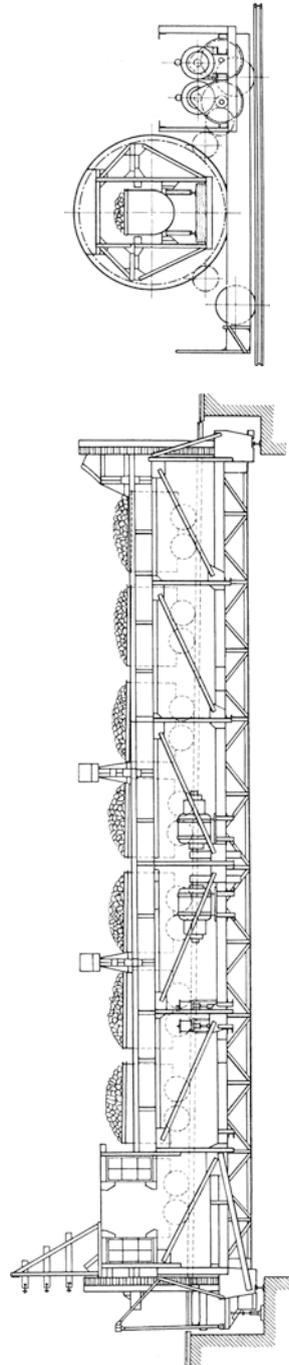


Abb. 198 und 199. Mehrwagenwipper (Heckel).

net die genannte Firma in der Trommel eine motorisch angetriebene Schleppkette an, welche die Wagen zurückdrückt. Hierbei muß natürlich eine Weiche in das Zufahrtgleis gelegt werden, um die leeren Wagen abzuleiten.

Abb. 200 zeigt fahrbare Mehrwagenkreiselwipper der Firma Pohlig, bei denen die Zurückführung der geleerten Wagen nicht durch eine Schleppkette, sondern durch motorisches Anheben der Wippertrommel geschieht. Die Trommel wird hierbei durch Druckspindeln am hinteren Ende hochgedrückt, so daß die Wagen je nach der Schrägstellung der Trommel mit geringerer oder größerer Geschwindigkeit selbsttätig auslaufen.

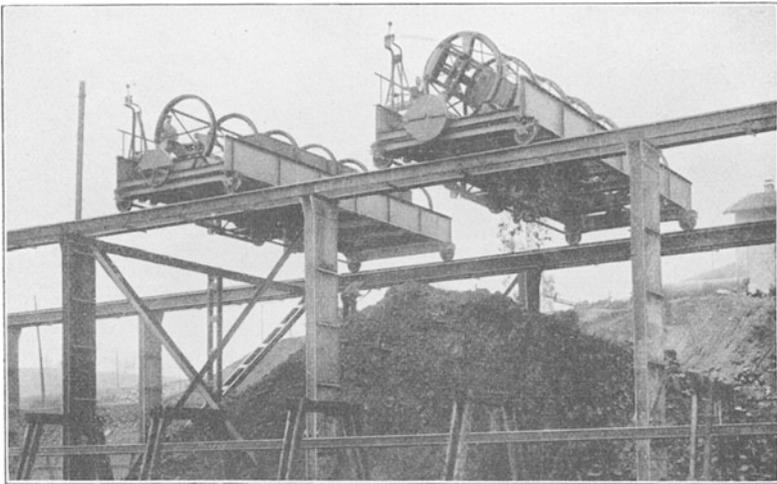


Abb. 200. Fahrbare Mehrwagenwipper (Pohlig).

Die Entladung einzelner oder mehrerer Wagen gleichzeitig in eine unter dem Wipper angeordnete Grube kann häufig in bezug auf die Weiterbeförderung des Materials Schwierigkeiten bereiten. Eine der am meisten vorkommenden Möglichkeiten für diesen Weitertransport ist die durch Einschienen-Greiferkatzen oder durch Laufkran mit Greiferkatze. Seitlich neben der Wippergrube angeordnete Greifergruben, in die das Fördergut aus der Wippergrube hineinrutscht, haben den großen Nachteil, daß sie sehr tief werden und wegen der schrägen Böschung, die das Material in der Grube annimmt, das Greifen erschweren. Diese Nachteile aus dem Wege zu räumen, bezweckt die von der Firma Pohlig herrührende Bauart eines Seitenwippers, der als Mehrwagenwipper ausgebildet wurde. Das Wippergerüst ist hierbei als Quadrant eines großen

Schwenkkreis ausgebildet, dessen Mittelpunkt den Drehpunkt des Wippergerüsts bildet, bei stark exzentrischer Lage des Auffahrtgleises. Hierdurch wird erreicht, daß die Kippkante der Förderwagen beim Entleeren sehr weit über die Greifergrube ragt und beim Zurückschwenken das Profil der Grube freigibt. Eine Wippergrube ist hierbei nicht erforderlich (Abb. 201).

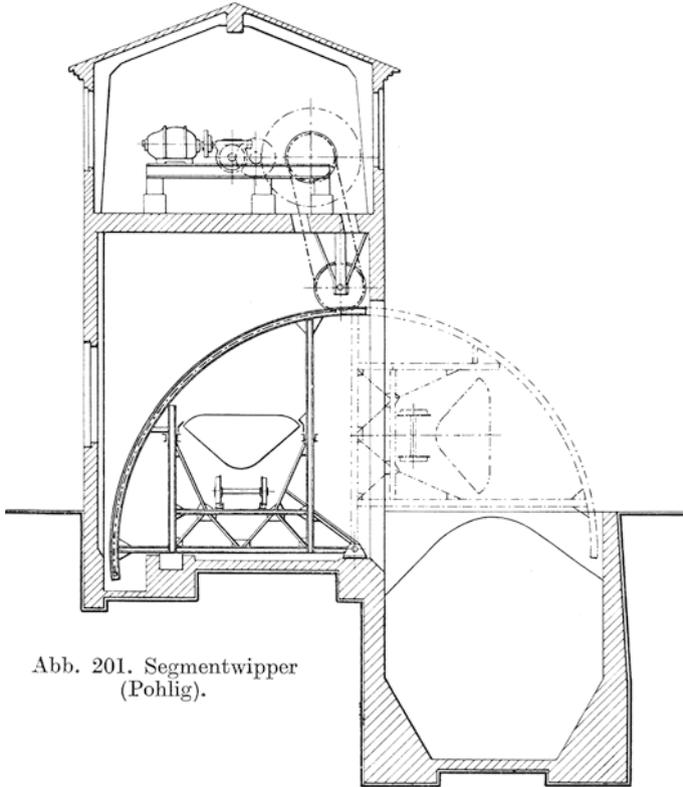


Abb. 201. Segmentwipper  
(Pohlig).

Der hochgelegte Antrieb des Wippers ist als Trommelwinde mit zwei Seiltrommeln ausgebildet, von denen je zwei Seilstränge aufgewickelt und über eine tieferliegende Seilscheibe zu den beiden Enden eines Führungsbogens am Wippergerüst geleitet werden. Beim Aufrichten des Wipperquadranten zwecks Entleerens der Wagen wird die Bewegung durch Einholen des einen Seilstranges bewirkt, während das Zurückschwingen des Quadranten durch das andere Seiltrum eingeleitet wird.

Das Prinzip der Kreiselwipper, jedoch mit der Abweichung, daß die Wippertrommel sich nicht auf festen Stützrollen, sondern auf einer

geradlinigen Fahrbahn abwälzt, liegt auch dem in Abb. 202 skizzierten amerikanischen Seitenkipper zugrunde. Die Einfahrt der Wagen geschieht hierbei in derselben Weise wie oben beschrieben. Um die Wipptrommel herum ist ein Zugorgan gelegt, das, von einer Winde betätigt,

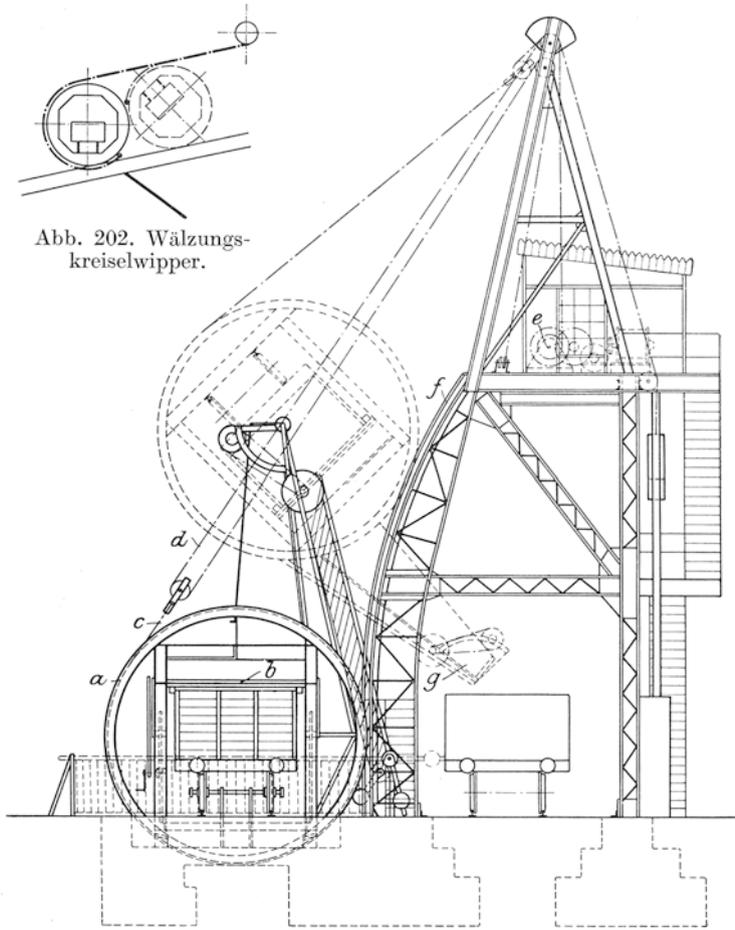


Abb. 202. Wälzkreiselpopper.

Abb. 203. Wälzkreiselpopper (Humboldt).

die Trommel bis zu einem Winkel von ungefähr  $135^\circ$  dreht, wobei die Entleerung erfolgt. Die geringe Neigung der Fahrbahn dürfte hierbei nur den konstruktiven Zweck haben, das Zugorgan stets gespannt zu halten. Derselbe Konstruktionsgedanke liegt auch der Bauart von Humboldt (Abb. 203) zugrunde, bei der jedoch die Wälzbahn der

Wippertrommel eine steil ansteigende Kurve bildet, so daß während des Kippens gleichzeitig eine Hubbewegung vollzogen wird, die gestattet, das Schüttgut in Eisenbahnwagen, die auf einem Nebengeleise angefahren werden, umzuschütten. Durch Zwischenschaltung einer Rutsche mit Rundschieberschluß kann der Auslauf des Schüttgutes geregelt werden. Eine gewisse Betriebsgefahr liegt bei Wälzungswippern dieser Ausführung in dem durch die steile Fahrbahn bedingten geringen Anpressungsdruck zwischen Trommel und Fahrbahn, eine Gefahr, die durch Ausbildung des Wälzungsringes als Zahnkranz — ähnlich wie bei dem Richardschen Seitenkipper, Abb. 196, S. 112 — mit entsprechender Zahnstange an der Kurvenbahn beseitigt werden kann.

Wipper dieser Art sind als Hochwipper zu bezeichnen und verfolgen ebenso wie die nachbeschriebenen amerikanischen Wipper den Zweck, die Arbeit des Entleerens und des Hebens durch dasselbe Hilfsmittel zu bewerkstelligen. Die in Abb. 204 und 205 dargestellten Wipper der Mac Myler Mfg. Co. dienen zum Beladen von Seeschiffen und bedürfen daher eines bedeutenden Hubweges, um das Material mittels Rutschen in hochbordige Seeschiffe gelangen zu lassen. Der Wipper Abb. 204 besitzt einen winkelförmigen Fahrstuhl, auf den der Wagen aufgefahren wird. Die Drehung des ganzen Fahrstuhles nebst Wagen erfolgt nach vollzogenem Hub, indem sich der senkrechte Schenkel der Winkelbühne gegen einen Anschlag legt und das Huborgan, am Ende des wagerechten Schenkels angreifend, die Bühne um den Drehpunkt des senkrechten Schenkels herumschwingt. Die Überleitung des Fördergutes ins Schiff erfolgt in bekannter Weise mit einstellbarer Rutsche und Teleskoprohr.

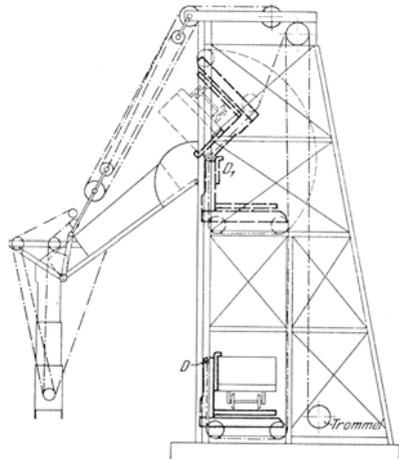


Abb. 204. Hochwipper  
(Mac Myler Mfg. Co.).

Die in Abb. 205 dargestellte Bauart derselben Firma soll besonders für weiche Kohle geeignet sein und die Zertrümmerung des Materials durch Verringerung der Fallhöhen hintanhalten. Sie benutzt zur Erreichung dieses Zieles ein Zwischengefaß, das beim Kippen des Wagens diesem soweit wie möglich genähert wird, um das Material ohne größere Fallhöhe aufzunehmen und nach vollzogenem Hub ebenfalls ohne Fall durch Bodenentleerung an die Überleitrutsche wieder abzugeben. Ob durch Einschaltung des Zwischengefaßes und das dadurch bedingte

mehrmalige Umschütten ein geringerer Abrieb erzielt wird, als wenn nach Abb. 204 der Wageninhalt unmittelbar auf die Überleitschurre entleert wird, darf bezweifelt werden. Einen größeren Beitrag zur Schonung des Materials dürfte jedenfalls die Konstruktion und der mechanische Antrieb des Teleskoprohrs erbringen, das am vorderen Ende der Überleitrutsche drehbar aufgehängt ist.

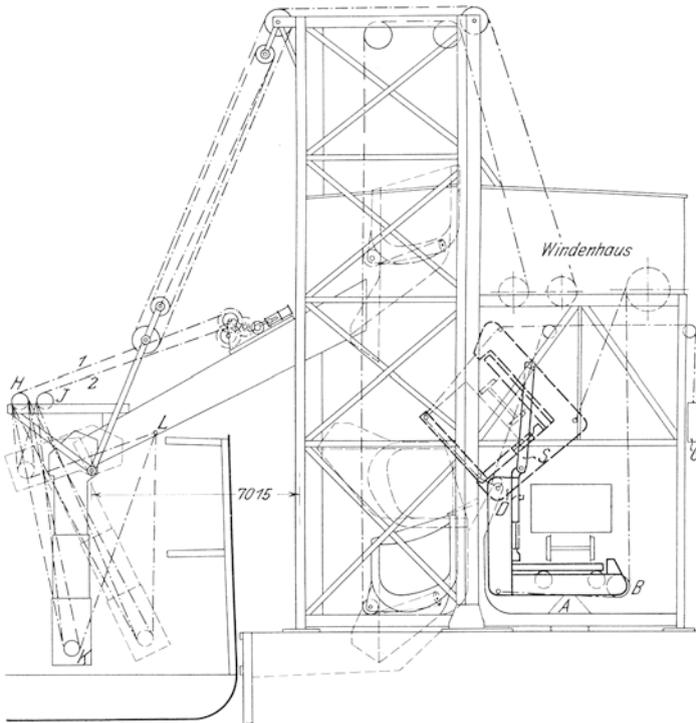


Abb. 205. Hochwipper (Mac Myler Mfg. Co.).

Eine kleine Dampfwinde mit zwei Trommeln dient zum Einziehen der Teleskopschüsse und zum selbsttätigen Hin- und Herschwingen des Rohres. Die Bewegung erfolgt hierbei in der Weise, daß Seil 1 über die Rollen *H* nach den am unteren Rohrstück gelagerten Rollen *K* läuft, dann nach *H* zurückkehrt und so einen Flaschenzug bildet, der das Bestreben hat, das Rohr nach links zu ziehen. Seil 2 läuft über *J* nach *K* und ist bei *L* an der Schüttrinne festgemacht, sucht also das Rohr in die punktiert gezeichnete Stellung nach rechts zu drängen. Durch Nachlassen des einen und Anziehen des anderen Seiles ist es möglich, das Rohr senkrecht zur Achse des Schiffes zu schwingen und zu-

nächst den Boden gleichmäßig zu beschicken, worauf durch allmähliches Aufziehen des Rohres die Anschüttung erhöht wird. Schüttrinne und Rohr werden dauernd gefüllt gehalten, so daß keine Sturzhöhe vorhanden ist.

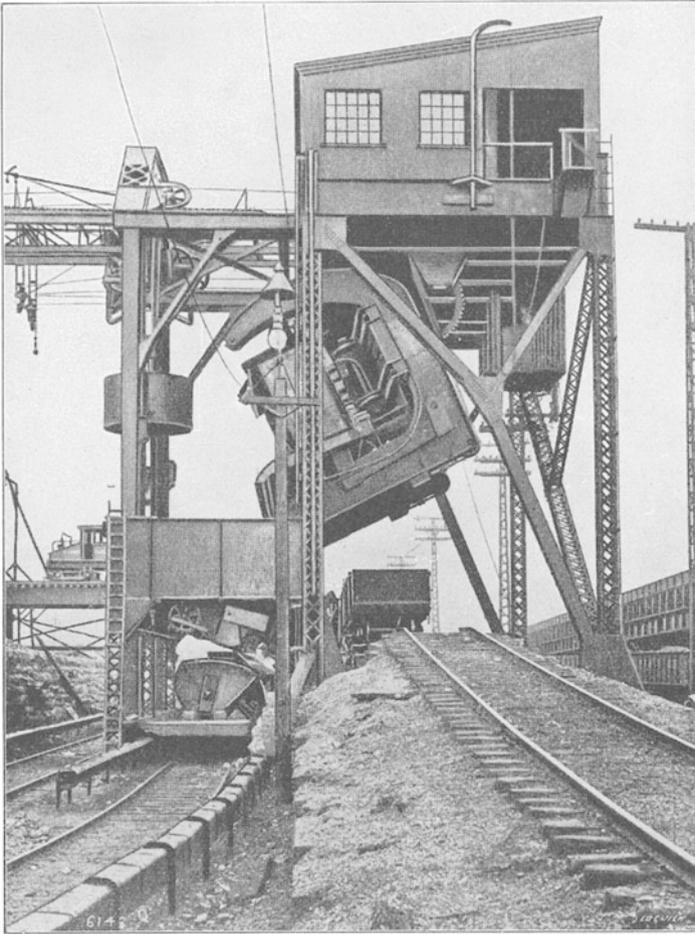


Abb. 206. Hochwipper mit Zwischenbehälter.

Die Anordnung des Zwischengefäßes soll außer zur Schonung des Materials auch zur Erhöhung der Leistung dienen, indem die Hubbewegung und Entleerung des Kübels während der Abfahrt des entleerten und der Anfahrt des nächsten vollen Wagens vor sich geht. Hierdurch ist es möglich, die Leistung von 20 Wagen, welche die Firma gewährleistet, zu erzielen.

Andere Firmen ändern diese Einrichtung in der Weise ab, daß sie den Wagen, statt in ein einziges, in mehrere kleinere Gefäße unter Einschaltung eines Zwischenbehälters entleeren, und diese Gefäße aus dem Behälter füllen und durch Krane in das Schiff hinunterlassen und hier ausschütten (Abb. 206). Dabei werden alle Maßnahmen getroffen, um den Übergang der Kohle aus dem Behälter in den Kübel sanft und stoßlos zu gestalten. Da die Gefäße bis auf den Schiffsboden gesenkt werden, so findet auch hier kein Sturz statt. Diese Umladevorrichtungen arbeiten, was Schonung der Kohle anbetrifft, sehr zufriedenstellend, so daß sich die ziemlich verwickelte und kostspielige Anlage durch Schonung des Materials bezahlt macht.

## Zweischienige Bahnen mit Zugmittelantrieb.

Bearbeitet von

Ingenieur **Fritz Walla**, Saarbrücken,

Direktor der Gesellschaft für Förderanlagen Ernst Heckel m. b. H.

Die Wagen laufen einzeln oder in Zügen auf einem schmalspurigen Gleis und werden an ein Zugmittel angeschlossen, das sie auf wäge-

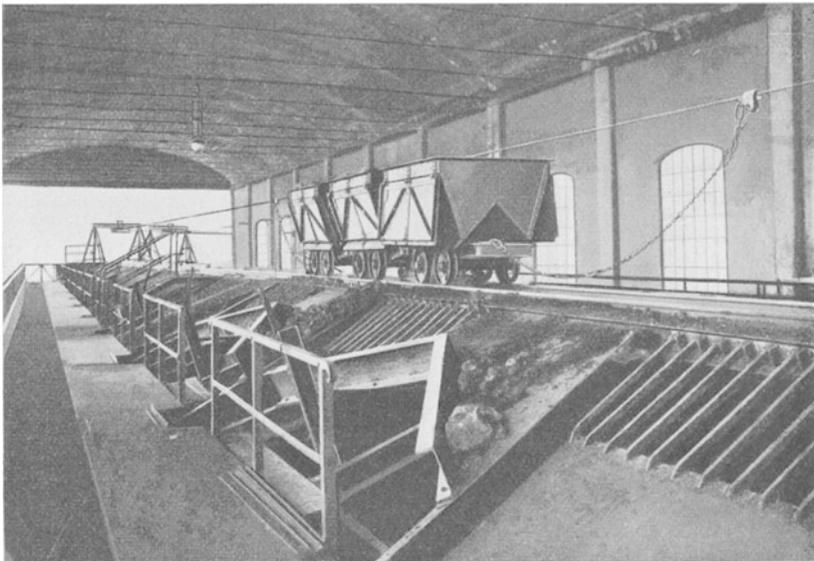


Abb. 207. Oberseilförderung mit Keilschloß von Heckel. Selbstladewagen bei der Entleerung über dem Bunker.

rechter oder ansteigender Bahn schleppt bzw. im Gefälle ihre Bewegung regelt. Behufs Beladung oder Entleerung werden die Wagen meist vom Zugmittel gelöst, doch kann die Entleerung auch ohne Abschlagen an beliebiger Stelle der Bahn selbsttätig erfolgen, wenn die Wagenkonstruktion dies zuläßt. Die Wagen pflegen 500 bis 1000 kg Inhalt zu haben, ausgenommen diejenigen zur Förderung schweren Materials, wie Erz, bei denen Inhalte von 1500 bis 2000 kg nicht selten sind.

Verschiedene Wagenformen wurden schon in Abschnitt I dargestellt. Die Regel bilden für Streckenförderungen über und unter Tage die einfachen kastenförmigen Grubenwagen, die durch Kreiselwipper entleert werden, indessen kommen auch andere Typen vor, z. B. Selbstentlader mit Seitenklappen, die in dem durch Abb. 207 veranschaulichten Falle von den Abbaustellen bis an den Füllrumpf vor dem Stollenmundloch oder bis zum Hüttenwerk ohne Umladung des Erzes durchgeführt werden. In Steinbrüchen und ähnlichen Betrieben werden meistens Mulden- oder Kastenkipper verwendet.

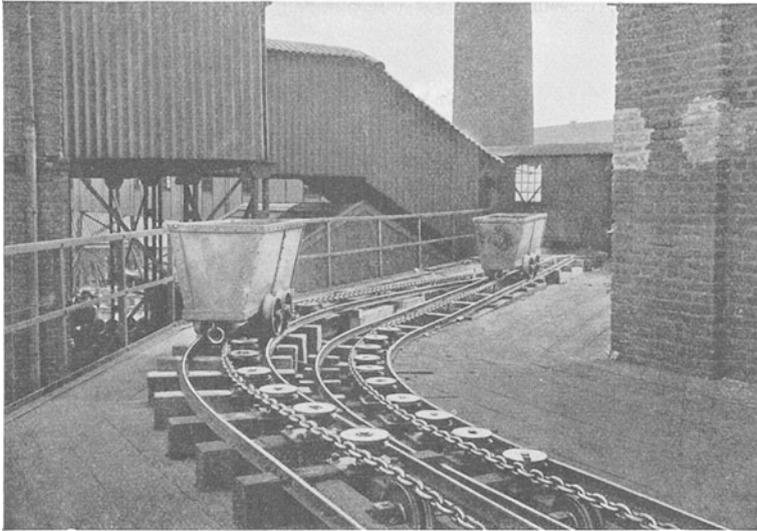


Abb. 208. Kurve einer Unterkettenförderung (Hasencleber).

Als Zugmittel kommen Drahtseile und Ketten in Betracht. Je nachdem ob das Zugmittel sich oberhalb der Wagen befindet, wobei es in der Regel von diesem getragen wird, oder unterhalb des Wagenkastens zwischen den Rädern bzw. seitlich des Gleises liegt, spricht man von über- oder unterliegenden Seil bzw. über- oder unterliegender Kette (Abb. 207 u. 208).

### A. Gesamtanordnung.

Zu unterscheiden ist zwischen Pendel- und Ringbetrieb.

Im ersten Falle sind meist zwei Trommeln vorhanden (Abb. 209). Trommel *I* zieht den beladenen Wagenzug von *A* nach *B*; Trommel *II*, deren Seil um die Endscheibe *A* läuft, schleppt die leeren Wagen zu-

rück, während Trommel *I* Seil ausgibt. Man bezeichnet die Anordnung als Förderung mit Seil und Gegenseil.

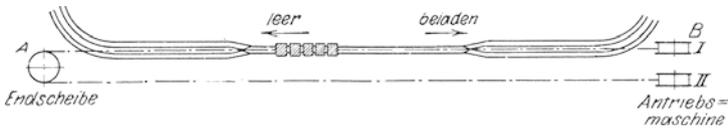


Abb. 209. Förderung mit Seil und Gegenseil.

Wird Trommel *II* nach *A* gesetzt, so fällt die Umführungsscheibe fort, und das Seil wird kürzer. Doch sind jetzt zwei Antriebsmaschinen nötig. Man spricht dann von Förderung mit Vorder- und Hinterseil.

Pendelbetrieb ist auch möglich mit endlosem Seil und umkehrbarem Antrieb.

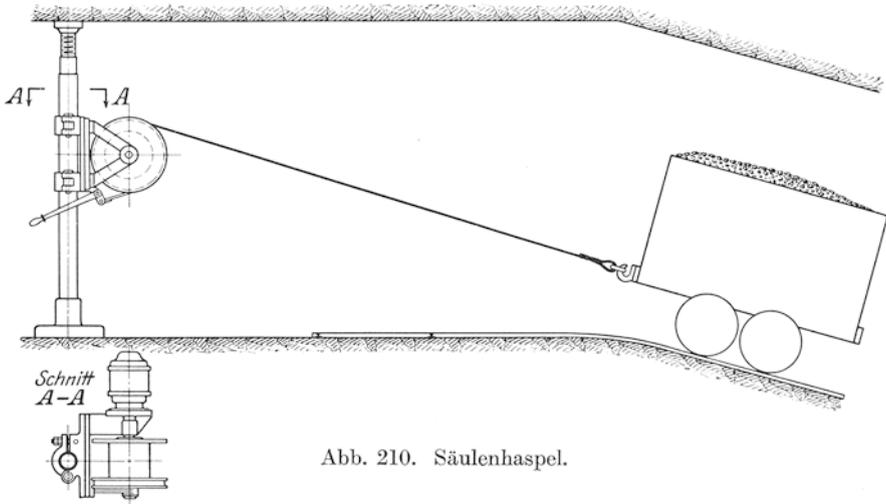


Abb. 210. Säulenaspel.

Bei genügender Neigung der Bahn kann das Gegen- bzw. Hinterseil fortfallen. An Stelle der Trommel kann auch eine ein- oder mehrrollige Treibscheibe Verwendung finden.

Die bekannten, für den Pendelbetrieb auf geneigter Bahn üblichen Förderhaspel, die meist elektromotorischen oder Druckluftantrieb haben, werden sowohl feststehend als auch verfahrbar angeordnet. In neuerer Zeit haben in Grubenbetrieben die sog. Säulenaspel (Abb. 210) vielseitige Verwendung gefunden, und zwar bis zu Leistungen von etwa 3 PS und Streckenlängen von etwa 60 bis 70 m. Der eigentliche Haspel mit seinem Elektro- oder Druckluftmotor ist an einer Säule

befestigt, die zwischen Streckensohle und First eingeklemmt wird. Das Eigengewicht der Säulenhassel ist gering, so daß sie ohne großen Zeit- oder Kraftaufwand rasch in Betriebstellung gebracht werden können.

Bei Talförderung von Lasten auf genügend starkem und gleichmäßigem Gefälle benutzt man meist das Gewicht der vollen Wagen,

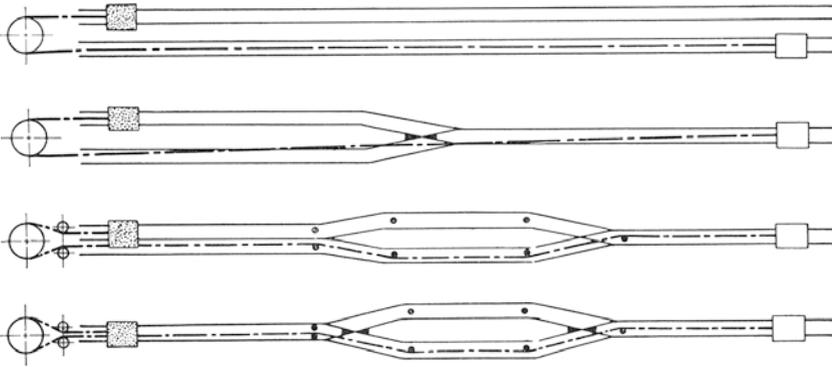


Abb. 211 bis 214. Gleisanordnung für Förderung auf schiefer Ebene.

um die leeren Wagen bergauf zu ziehen. Die Gleisanlage kann hierbei verschieden gestaltet werden, wie die Abb. 211 bis 214 zeigen. Eine Bremse (Abb. 215) am Scheitelpunkt der schiefen Ebene, entweder in

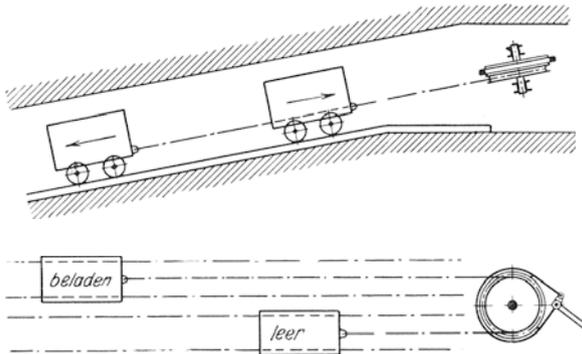


Abb. 215. Bremsbergförderung.

Streckenhöhe oder in der Sohle verdeckt angeordnet, vernichtet die überschüssige Arbeit, weshalb diese Ausführungsform den Namen Bremsbergförderung führt.

Falls die Neigung mehr als etwa 35 vH beträgt und keine Sicherheit gegen Kippen mehr vorhanden ist, was jeweils festgestellt werden muß,

wird der Wagen — oder mehrere Wagen zusammen — auf ein Untergestell gesetzt (Abb. 216). Die Gleisführung kann die gleiche sein, wie in Abb. 211 bis 214 dargestellt. Bei Vorhandensein einer Ausweiche

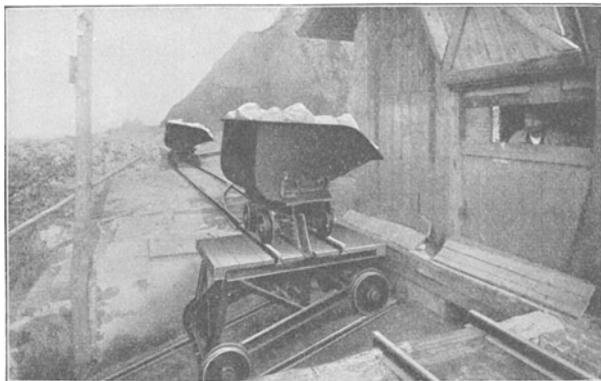


Abb. 216. Obere Station einer Bremsbergförderung mit Gestellwagen (Bleichert).

(Abb. 217) empfiehlt es sich, das Zugseil an einem geeignet geformten, vorspringenden Teil des unteren Rahmens angreifen zu lassen, damit es in richtiger Lage an den Kurvenrollen vorbeigeführt werden kann (Abb. 218).



Abb. 217. Ausweiche in Schrägstrecke (Bleichert).

Wenn die Förderung nicht nur vom oberen Punkte der schiefen Ebene, sondern auch von Zwischenstockwerken aus nach unten erfolgen muß, so benutzt man einen Gegengewichtswagen, der an der Kreuzungsstelle das Untergestell unterfährt. Hierbei wird die Gleisanlage vierschienig

ausgeführt; auf den beiden inneren Schienen verkehrt der Gegengewichtswagen und auf den beiden äußeren das Untergestell.

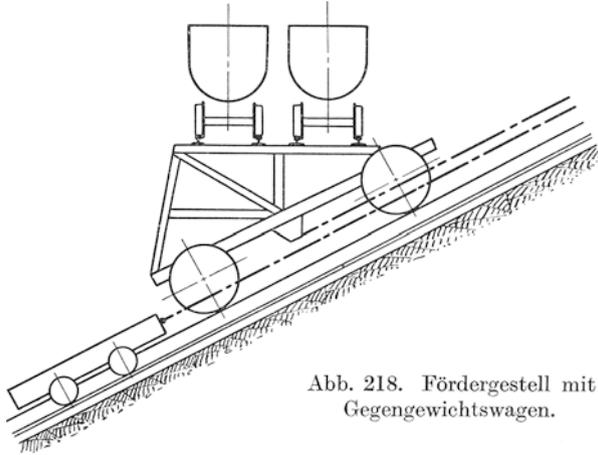


Abb. 218. Fördergestell mit Gegengewichtswagen.



Abb. 219. Gestellwagen mit 30 t-Wagen.

Untergestelle finden auch bei Schrägaufzügen, die zur Bergförderung selbst der schwersten Wageneinheiten dienen, Anwendung. Abb. 219 u. 220 geben kennzeichnende Ausführungen wieder.

Eine Sonderstellung in der Art der Pendelbetriebe nimmt die Großraumförderung ein, die in den letzten Jahren im Braunkohlenbetrieb Eingang gefunden hat zur Bewältigung größerer Kohlen- oder Abraummassen über schiefe Ebenen, deren Neigung Adhäsionsbetrieb nicht mehr zuläßt. Die Großraumwagen werden hierbei einzeln

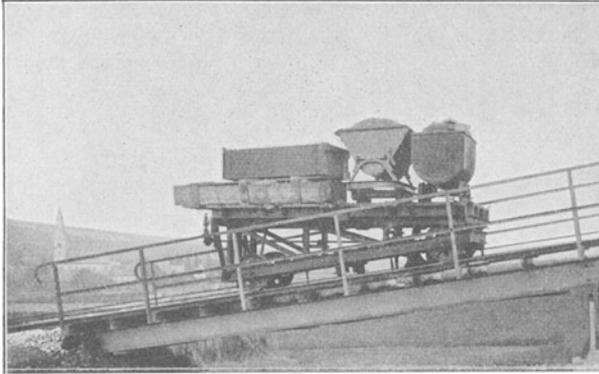


Abb. 220. Großstellwagen (Bleichert).

oder in Zügen und meistens mittels an das Zugseil angeschlossener Druckwagen geführt.

Die Anordnung bei Ringbetrieb wird schematisch durch Abb. 221 erläutert. Ein endloses Seil oder eine Kette bewegt sich dauernd in derselben Richtung über Antrieb- und Umlenkscheibe. An das eine

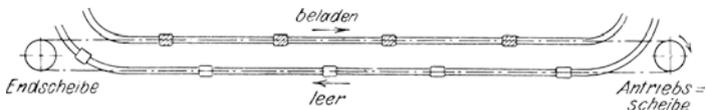


Abb. 221. Förderung mit geschlossenem Seil.

Trum werden die vollen, an das andere die leeren Wagen angeschlagen. Die Anordnung ist in der Wagerechten und in Steigungen die gleiche und läßt auch selbsttätigen Betrieb als Bremsbahn zu. Abb. 222 bis 224 zeigen, in welcher Weise die Stationen einer untertägigen Seilförderung angeordnet werden können. Ganz links befindet sich die Endstation mit der Vorrichtung zum periodischen Nachspannen des Seiles; hier werden die leeren Wagen vom Seile gelöst und die vollen Wagen, die aus der geradlinig weiterführenden Strecke kommen, an das Seil angeschlagen. In einiger Entfernung mündet — in der Fahrriichtung der vollen Wagen gesehen, von rechts — eine Nebenstrecke ein; die leeren Wagen werden

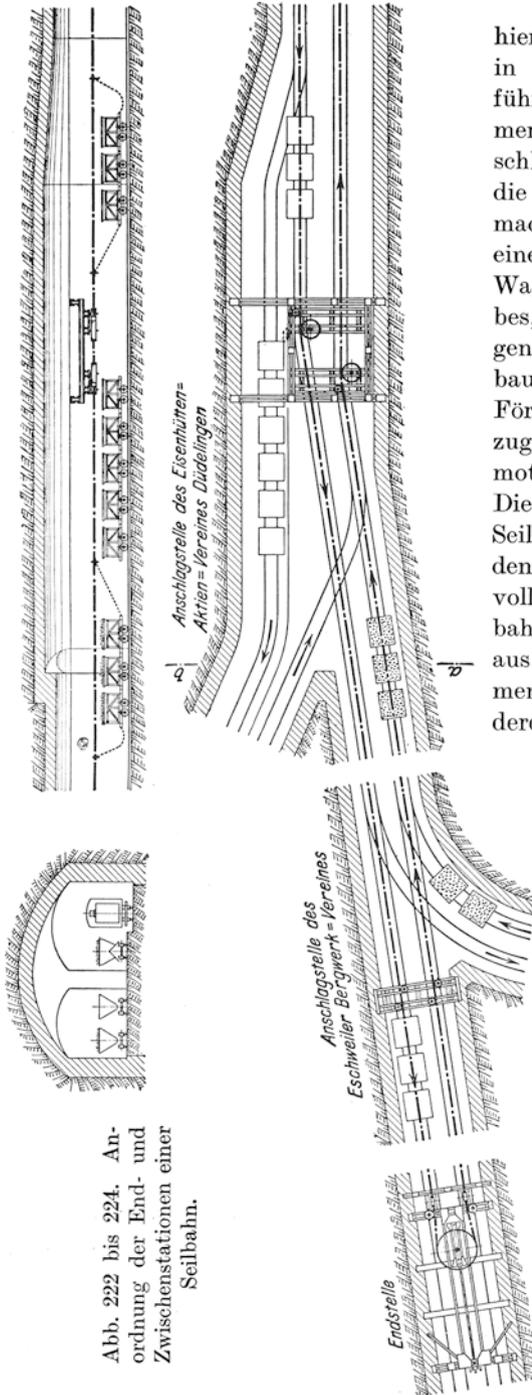


Abb. 222 bis 224. Anordnung der End- und Zwischenstationen einer Seilbahn.

hier nach Bedarf abgeschlagen, in die Nebenstrecke übergeführt und die aus dieser kommenden vollen Wagen abgeschlagen. An der Stelle, wo die Seilbahn eine Krümmung macht, befindet sich sodann eine Anschlagstelle für die Wagen eines anderen Betriebes, die aus einer 1000 m langen, an den verschiedenen Abbaustellen vorbeiführenden Förderstrecke der Seilbahn zugweise durch Benzinlokomotiven zugeführt werden. Die leeren Wagen, die mit der Seilbahn weiterbefördert werden sollen, und ebenso die vollen Wagen, die mit der Seilbahn von der Endstation bzw. aus der Nebenstrecke ankommen, bleiben am Seil; die anderen leeren Wagen werden abgeschlagen und zu einem Zuge zusammengestellt, welchen die Lokomotive, die den beladenen Zug herangebracht hat, abholt und nach einer der Abbaustrecken schafft. Die Förderung ist 1300 m lang und schließt an eine etwa 2700 m lange Bahn über Tage an.

Der Wagenverkehr wickelt sich nicht immer auf zwei nebeneinander liegenden Gleissträngen ab. Bei Schacht-Hängebänken z. B. erreichen die Wagen die verschiedenen Betriebspunkte häufig im Rundlauf.

Auch in solchen Fällen läßt sich die Wagenbewegung weitestgehend mechanisch mittels Seil oder Kette durchführen. Abb. 225 stellt eine Anordnung mit unterliegender Kette als Zugmittel dar.

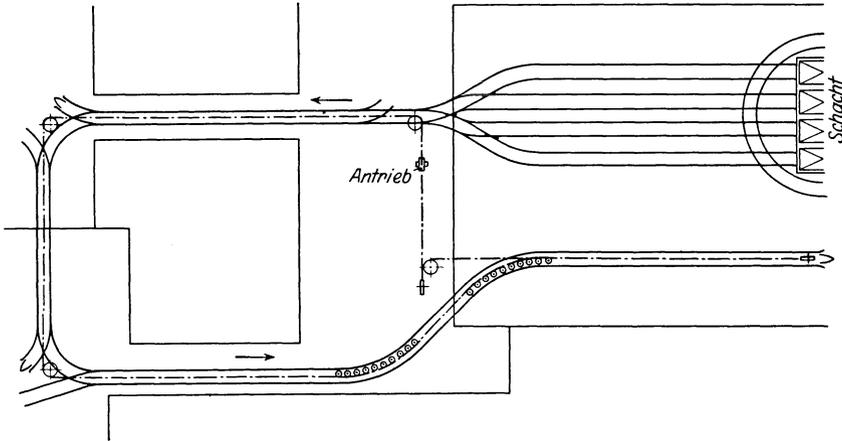


Abb. 225. Wagenrundlauf zwischen Hängebank und Separation.

Wenn sich auch Kurven und Steigungen ohne Schwierigkeiten befahren lassen, empfiehlt es sich doch, schon bei dem Entwurf von Werks- und Grubenanlagen dahin zu streben, daß durch Beschränkung der Zahl der Ablenkungen in der wagerechten und senkrechten Ebene der Verschleiß der mechanischen Teile das zulässige Maß nicht überschreitet.

### B. Der Antrieb.

Zugseilantrieb. Das Zugseil kann bei geringer Arbeitsleistung durch eine einrillige Treibscheibe mitgenommen werden, wobei der Umschlingungswinkel  $\alpha$  bis  $1,5 \pi$  beträgt. Zwecks Steigerung der Mitnahmefähigkeit versieht man solche einfachen Treibscheiben mit einer Keilrille. In den meisten Fällen ist jedoch ein größerer Umschlingungswinkel erforderlich, der sich aus dem Verhältnis der Spannung  $T$  im einlaufenden Trum zur Spannung  $t$  im auslaufenden Trum ergibt:

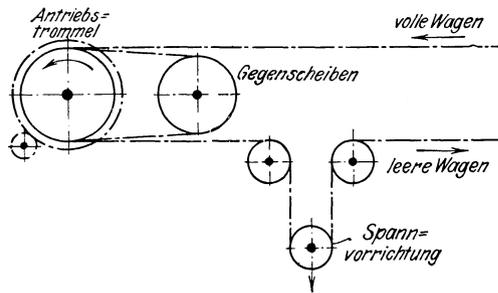


Abb. 226. Schema eines Antriebes.

$$\frac{T}{t} = e^{\mu \alpha}$$

Man kann einen großen Winkel  $\alpha$  durch mehrfache Umschlingung der Antriebscheibe erreichen, indessen kommt diese Anordnung bei neueren Anlagen nicht mehr in Frage, weil das Seil sich dabei dauernd auf der Trommel verschieben muß und starkem Verschleiß unterliegt. Besser ist die Bauart mit mehrrilliger Treibscheibe und einer oder mehreren vorgelagerten Gegenscheiben (Abb. 226). Eine weitere Stufe der Entwicklung stellt der Antrieb mit zwei einrilligen, vom Seil in S-Form umschlungenen Treibscheiben dar (Abb. 227). Das Seil erfährt

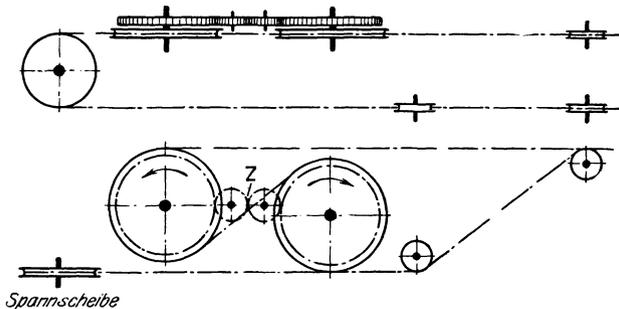


Abb. 227. S-Antrieb nach Heckel.

hierbei die geringste Anzahl von Ablenkungen, auch treten nicht so hohe Beanspruchungen der Achsen und Lager auf wie bei der mehrrilligen Scheibe.

In der Regel werden die Rillen der Treibscheiben mit Holz (Weiß- oder Rotbuche) ausgefüllt, zuweilen auch mit Leder, wobei auf leichte Austauschbarkeit Rücksicht genommen wird.

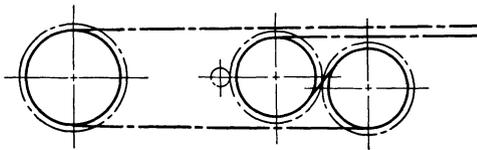


Abb. 228. S-Antrieb mit ineinandergreifenden Zahnkränzen der Treibscheiben nach Hasenclever.

Die vom Seil in S-Form umschlungenen Treibscheiben sind mit Zahnkränzen versehen, in welche zwischen ihnen angeordnete Antriebsritzeln eingreifen (Abb. 227), die ihre Bewe-

gung durch den Motor, unter Zwischenschaltung von Vorgelegen, erhalten. Zwecks Vergrößerung des Umschlingungswinkels läßt man auch die Zahnkränze unmittelbar ineinandergreifen; das Antriebsritzel ist dann außen angeordnet (Abb. 228).

In Fachkreisen ist vielfach die Meinung verbreitet, daß sich die Rille für das stärker belastete Seil im Vergleich zu der anderen Rille fortgesetzt verkleinert, und daß in dem Mittelseilstück Z (Abb. 227)

Zerrungen entstehen, die zu großen Unzuträglichkeiten führen können. Die bei zahlreichen Antrieben mit starr gekuppelten Treibscheiben von Zeit zu Zeit vorgenommenen Untersuchungen ergaben zwar, daß sich im allgemeinen die stärker belastete Rille mehr abnutzt als die andere; es sind jedoch auch Antriebe vorhanden, bei denen das Gegenteil festgestellt wurde. Aus den Beobachtungen ist zu schließen, daß die Ungleichheit in der Abnutzung keineswegs immer so groß ist, daß sie zu unhaltbaren Verhältnissen führt. Es besteht deshalb in den meisten Fällen kein zwingender Grund, von der Verwendung starrer Antriebe abzugehen. Die Möglichkeit, die Rillen von Zeit zu Zeit nachzudrehen oder sie mit Futter verschiedener Härte auszuführen, sollte aber in allen Betrieben größte Beachtung finden.

Bei Kraftbahnen (im Gegensatz zu solchen, die bremsend wirken) muß sich sogar die Ungleichheit in den Rillendurchmessern im Laufe der Zeit ausgleichen, wie dies Professor Benoit, Karlsruhe, nachgewiesen hat <sup>1)</sup>.

Den Ungleichheiten der Rillendurchmesser, von der Ungenauigkeit in der Herstellung oder von verschiedenartiger Abnutzung der Futter herrührend, braucht überhaupt keine Bedeutung mehr beigelegt zu werden, wenn zwischen die Treibscheiben ein bewegliches Glied, ein sogenanntes Ausgleichgetriebe, eingebaut wird, das eine Relativbewegung der Treibscheiben ermöglicht. Selbst das Vorkommen von Seilverdickungen, wie Knoten, Muffen oder Zwischenkettenstücken, ist dann durchaus unbedenklich. Von den bekannteren und im Betrieb durchgeprobten Ausführungen sei zunächst diejenige nach dem Patente von Dipl.-Ing. Ohnesorge, Bochum, erwähnt, welche die Firma Hasenclever für ihre Antriebe verwendet (vgl. auch Hütte 1923, II. Bd., S. 564, und Bansen, „Die Streckenförderung“, 1921, S. 144 u. 145). Ausgleichantriebe nach Ohnesorge und Baum sind in dem Abschnitt über „Drahtseilbahnen“ auf Seite 236 bis 239 dargestellt. Die Firma Heckel führt Ausgleichgetriebe nach ihren Patenten 280 507, 377 293, 354 157 aus.

Die Ausführung eines der neuen Heckelschen Antriebe nach D.R.P. 377 293 zeigt Abb. 229. Die Bewegung wird von der Riemenscheibe *a* aus durch das mit ihr fest verbundene zentrale Ritzel *b* auf die Umlaufräder *c* übertragen. Diese sind an einem Stegrad *d* verlagert, das auf der Welle *e* aufgekeilt ist; die Welle trägt das Hauptritzel *f*, das in den Zahnkranz der Seilantriebscheibe *g* eingreift. Das zweite Hauptritzel *h* kämmt mit dem Zahnkranz der Seilantriebscheibe *i* zusammen; es sitzt auf einer Hohlwelle *k*, die an einem Ende glockenförmig aus-

<sup>1)</sup> Vgl. auch Vortrag von Dr. Löschner, Mitteilungen des Pfalz-Saarbrücker Bezirksvereins deutscher Ingenieure Nr. 6 vom 25. Juni 1920, S. 66, 1. Spalte, Zeile 1 u. f.

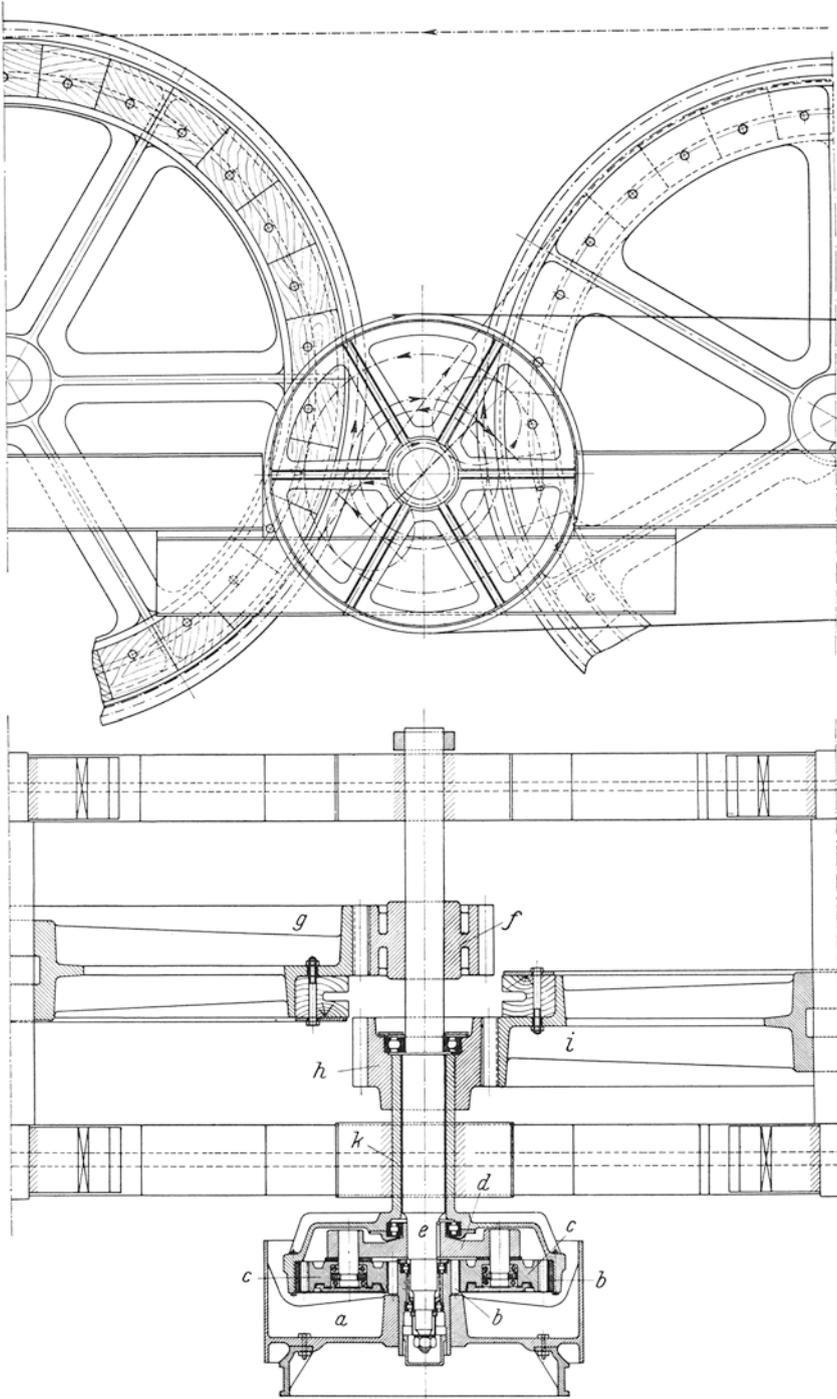


Abb. 229. Antrieb mit Ausgleichgetriebe nach Patent Heckel.

gebildet und mit einem Zahnkranz mit Innenverzahnung  $l$  versehen ist, in welchen die Umlaufräder  $c$  eingreifen. Letztere stellen somit die unzwangläufige Verbindung der beiden Hauptritzeln  $f$  und  $h$  mit den Seilantriebscheiben einerseits und dem zentralen Ritzel  $b$  anderseits her.

Die Verteilung der Triebmomente durch das Ausgleichgetriebe sei unter der Annahme einfacher Zahlen und an Hand von Abb. 230 erläutert.

Von dem zentralen Ritzel mit dem Durchmesser 2, also dem Radius 1, und der Triebkraft  $P = 1$  erhält der Kurbelzapfen des Umlaufrades mit dem Durchmesser 3 die Kraft  $2P$ , entsprechend einem

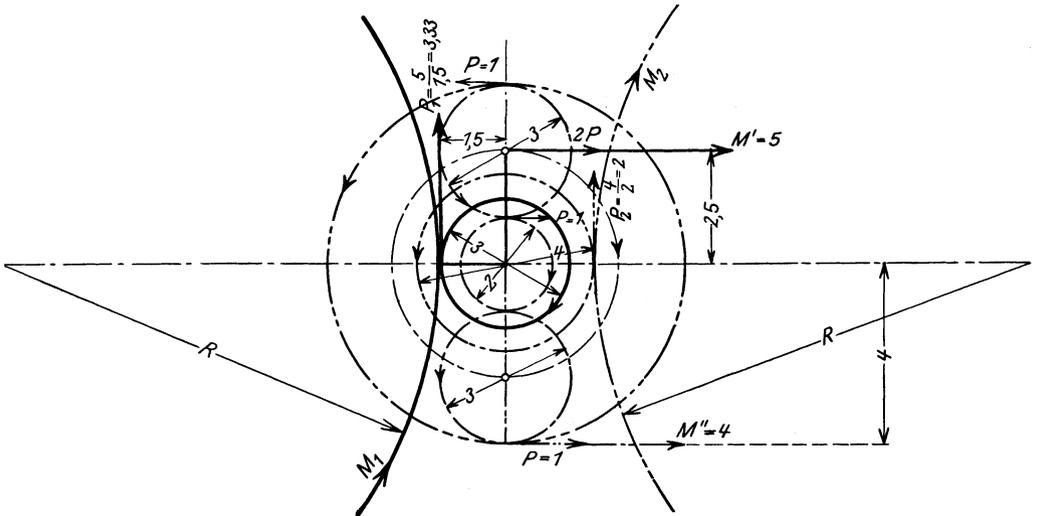


Abb. 230. Verteilung der Triebmomente durch Ausgleichgetriebe nach Heckel.

Moment  $M' = 5$  am Hebelarm 2,5, während gleichzeitig dem Innenkranz die Kraft  $P = 1$  in entgegengesetzter Richtung, entsprechend einem Moment  $M'' = 4$  am Hebelarm 4 zugeführt wird. Da  $M'$  mit dem Hauptantriebsritzel vom Durchmesser 3 fest verbunden ist, so ergibt sich hier ein Zahndruck  $P_1 = 3,33$  am Hebelarm 1,5.  $M''$  ist verkeilt mit dem Hauptantriebsritzel vom Durchmesser 4 und erzeugt hier einen Zahndruck  $P_2 = 2$  am Hebelarm 2. Bei gleichem Durchmesser der Antriebscheiben sind die Antriebsmomente proportional den Zahndrücken:  $M_1 : M_2 = P_1 : P_2 = 3,33 : 2 = 1,66 : 1$ .

Gegenüber den Antrieben, welche die Triebkräfte im Verhältnis 1:1 auf beide Antriebscheiben verteilen, wird bei richtiger, d. h. im Verhältnis der Reibungsmittelnahme-fähigkeit bemessener Verteilung eine Verminderung des Spannunggewichtes und somit auch der daraus sich ergebenden Reibungsverluste erreicht.

Durch die Wahl entsprechender Übersetzungsverhältnisse im Getriebe können die Triebmomente in jeder aus baulichen Gründen wünschenswerten Weise verteilt werden. Derartige Gründe können beispielsweise sein: die Umschlingung der Scheiben in zwei ungleichen Winkeln, die Ausbildung der Rillen beider Scheiben aus Werkstoffen mit verschiedener Reibungsziffer oder die Ausführung beider Antriebscheiben mit ungleich großen Durchmessern.

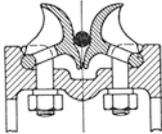


Abb. 231.  
Klemmscheibe  
für Seilantriebe.

Das Ausgleichgetriebe Heckel bewirkt gleichzeitig die gewünschte Übersetzung ins Langsame.

Die Ausführung der Seilantriebe gestaltet sich einfach, wenn für die Seilmitnahme eine Klemmscheibe verwendet wird. In England und Amerika sind vielfach Klemmbackenscheiben angewandt worden nach Abb. 231. Die radial gerichtete Mittelkraft der Seilspannungen sucht die als Lenker ausgebildeten Backen einwärts zu drehen, so daß sie nach Art von Kniehebeln wirken und das Seil sehr fest fassen.

Aus Belgien stammt die Klemmscheibe nach Abb. 232. Bei dieser Bauart werden die beiden Seitenkränze durch den mittleren, keilartig auf die Vorsprünge wirkenden Ring gegeneinander bzw. gegen das dazwischen befindliche Seil gepreßt.

Von weiteren Ausführungen sind die von Karlik und Grünig bekannt. Bei der Karlik-scheibe (Abb. 233 bis 236) wird ähnlich wie bei der Bauart Grünig die Umfangskraft auf das Seil durch eigenartige, das Seil klemmende Zangen übertragen. Das auflaufende Seil legt sich in die offene Zange und drückt sie in radialer Richtung abwärts. Die Arme der Zange gleiten auf den schiefen Flächen des Kranzes, wobei die dem Durchmesser des Seiles angepaßten Backen sich anlegen und das Seil festklemmen. Sobald das Seil die Scheibe verläßt, wird die Zange durch eine Feder wieder geöffnet.

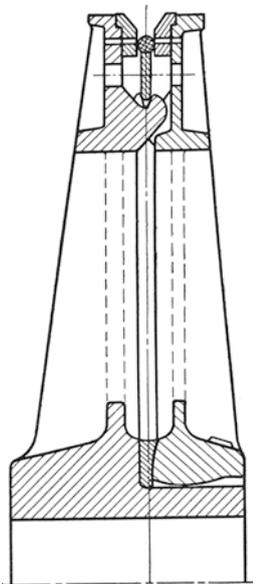


Abb. 232. Klemmscheibe  
System Bollen.

Wesentlich ist der geringe Raumbedarf der Klemmscheibenantriebe und die geringe Auslaufspannung des Zugseiles.

Die Notwendigkeit der Anbringung von Sicherheitsapparaten (wie Bremsen usw.) ergibt sich jeweils aus der Art der Anlage. Mitunter sind aber Sondervorschriften der Aufsichtsbehörden zu beachten.

**Spannvorrichtung.** Das von dem Antrieb ablaufende Seil wird in der Regel über eine vor oder hinter dem Antrieb angeordnete,

wagerecht oder senkrecht gelagerte, bewegliche Scheibe geführt, auf welche ein Gewicht einwirkt. Bei kleineren Anlagen ohne Kurven genügt auch eine Spannvorrichtung mit Spindel oder Winde, doch ist der Gewichtspannung der Vorzug zu geben, da sie die Spannung  $t$  des auslaufenden Seiles unverändert hält und, was nicht minder wichtig ist, die eintretenden Seillängen selbsttätig ausgleicht. Abb. 237 zeigt eine hinter dem Antrieb angeordnete Gewichtspannvorrichtung. In gewissen Fällen, z. B. bei Schrägaufzügen oder Bremsbergen mit gleichmäßiger Steigung oder Gefälle, kann das Seil auch am tiefsten Punkte gespannt werden; bei unregelmäßigen Geländeverhältnissen sind zuweilen zwei Gewichtspannungen erforderlich. Bei größeren Anlagen pflegt man eine Umlenkscheibe in der Strecke durch Spindel oder Winde verschiebbar anzuordnen, um ein häufiges Kürzen des Seiles zu vermeiden.



Abb. 233. Klemmbackenscheibe System Karlik.

Unter den Antrieben für Gliederketten unterscheidet man solche für unkalibrierte und für kalibrierte Ketten. Für erstere

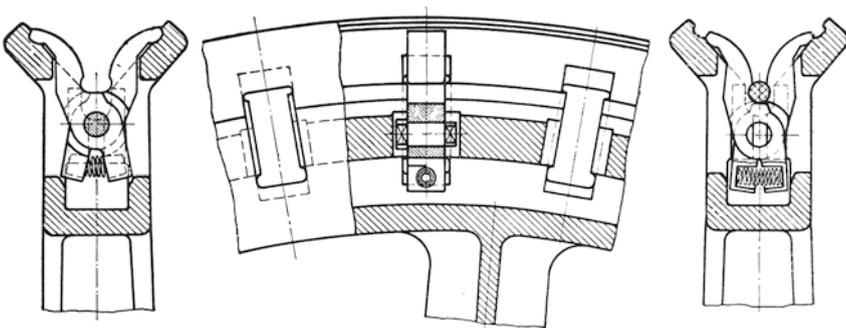


Abb. 234 bis 236. Zangenausbildung bei der Karlikscheibe.

kommen in der Regel nur Reibungsantriebe in Frage, die nach der Bauart der Reibungsantriebe für Seile ausgeführt werden. Vor-

wiegend wird der Antrieb mit zwei hintereinander gelagerten Treibscheiben mit starrer Kupplung oder mit Ausgleichgetriebe angewandt

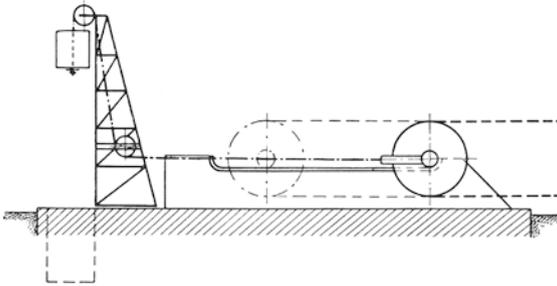


Abb. 237. Spannvorrichtung, hinter dem Antrieb angeordnet.

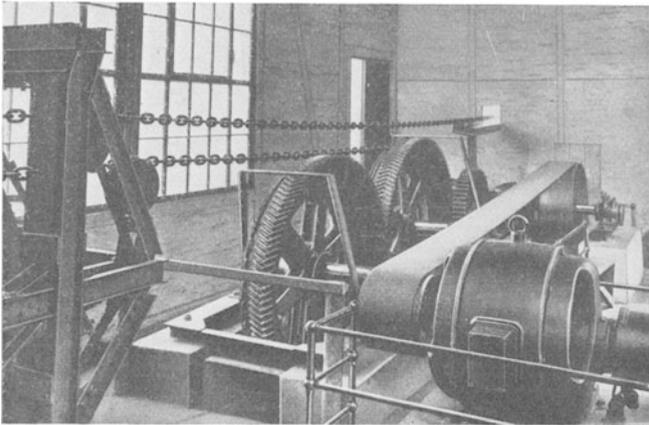


Abb. 238. Reibungsantrieb für unkalibrierte Kette (Heckel).

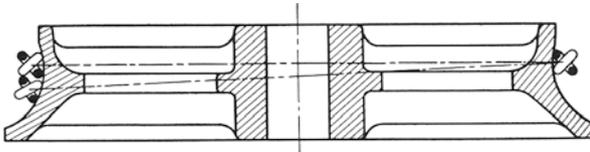


Abb. 239. Kettentrommel.

(Abb. 238). Bei kleineren Anlagen genügt auch eine einzelne Scheibe, wenn ein Umschlingungswinkel von wenigstens  $1,5 \pi$  vorhanden ist. Die Rillenfutter bestehen meistens aus Holz. Zuweilen findet man auch noch die sog. Kettentrommel für mehrfache Umschlingungen (Abb. 239),

mit kegelförmigem Kranz aus widerstandsfähigem Stoff (Guß- oder Flußeisen) wegen der Abnutzung und etwaiger Rillenbildung beim Wandern der Kette. Es sind auch schon Versuche gemacht worden,

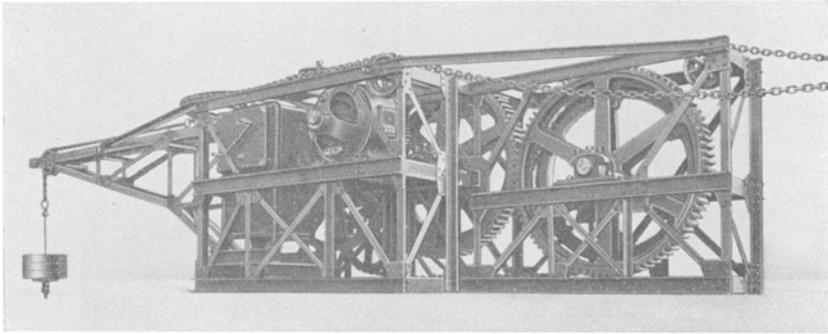


Abb. 240. Versetzbarer Reibungskettenantrieb (Mackensen).

eine Art Daumenscheibe für die Bewegung von unkalibrierten Ketten zu verwenden, also von dem Grundsatz der Reibungsmittnahme abzugehen.

Zuweilen wird der Antrieb versetzbar ausgeführt, weil hierdurch unter Umständen die Verlängerung der Strecke erleichtert werden kann (Abb. 240).

Bei kleineren Anlagen mit kalibrierten Ketten sind einfache Nockenscheiben aus Stahlguß in Gebrauch (Abb. 241), deren Nocken so angeordnet werden, daß sie auch unter der im Betriebe unvermeidlichen Veränderung der Kettenteilung richtig greifen. Für mittlere und schwere Anlagen verwendet man nur die vorteilhaftere Scheibe mit einzeln eingesetzten und zwecks Anpassung an die sich ändernde Kettenteilung in radialer Richtung nachstellbaren Greifern

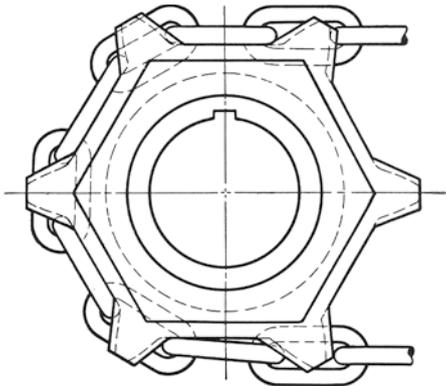


Abb. 241. Nocken-Antriebscheibe für Gliederkette.

(Abb. 242). Bei der Scheibe von Heckel (Abb. 243 u. 244) legt sich der abgeschrägte Fuß der Greifer gegen einen kegelförmigen Ring, durch dessen axiale Verstellung sämtliche Greifer gleichzeitig radial verschoben werden. Um eine größere Verstellung zu ermöglichen, führt

Heckel die Greifer mit Verlängerungsschäften aus, die einzeln herausgeschraubt werden können, und wendet der größeren Haltbarkeit

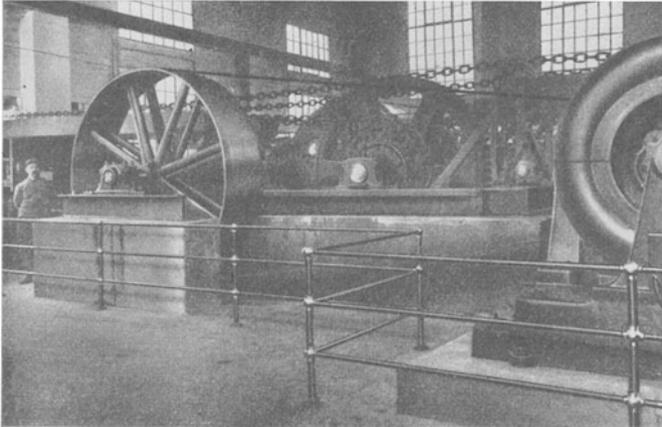


Abb. 242. Greiferscheibenantrieb (Heckel).

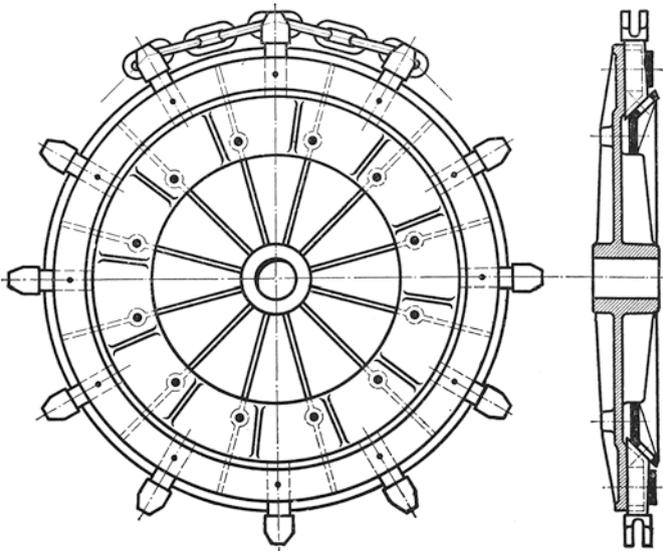


Abb. 243 u. 244. Kettengreiferscheibe (Heckel).

wegen auswechselbare Verschleißbacken  $\alpha$  an (Abb. 245). Hasenclever versieht die Greiferschäfte mit Gewinde und stellt sie einzeln nach. Wie Abb. 246 zeigt, sind die Schäfte  $g$  in Büchsen  $b$  eingeschraubt, die in der Mittelebene des Rades geschlitzt sind. Der Rad-

kranz besteht aus einer festen Hälfte  $k$  und einer beweglichen Hälfte  $k_1$ , die durch Schrauben  $s$  fest gegeneinander gezogen werden können und so die Schäfte in den Büchsen festzuklemmen oder zu lockern gestatten.

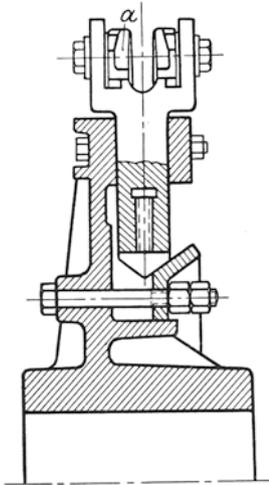


Abb. 245. Kettengreiferscheibe mit Verschleißbacken.

Die Antriebe mit Greiferscheiben gestalten sich in der Ausführung einfacher als die unter gleichen Belastungsverhältnissen laufenden Reibungsantriebe. Die Betriebsbelastung der Kette wird geringer als beim Reibungsantrieb, da die Spannung in dem auslaufenden Kettentrum nur so groß zu sein braucht, daß die Kette mit Sicherheit von dem Greifer freigegeben wird. Daraus folgt,

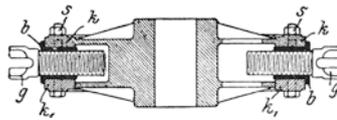


Abb. 246. Kettengreiferscheibe (Hasenclever).

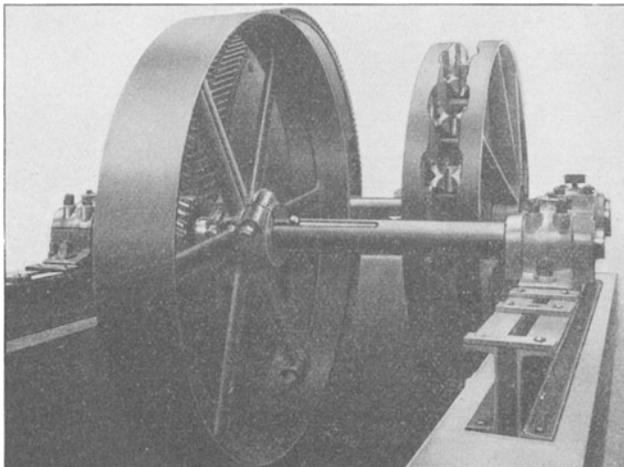


Abb. 247. Antrieb einer Kettenförderung mit Hinterschweiger-Bleichertscher Greiferscheibe.

daß die Hauptwelle eines Greiferscheibenantriebes eine geringere Belastung erhält. Wesentlich ist aber, daß die Schäfte der Greifer und insbesondere deren Führungen so bemessen werden, daß auch bei her-

ausgestellten Greifern eine genügende Stabilität vorhanden ist. Bei der Bleichertschen Bauart (Abb. 247) werden die Greifer im Radkörper geführt; die Greiferschäfte haben nur die radialen Kräfte aufzunehmen, werden also nicht wie sonst auf Biegung beansprucht.

Was über die Anordnung und Ausführung der Spannvorrichtungen im Zusammenhange mit den Seilantrieben gesagt wurde, kann sinngemäß auch auf die Kettenantriebe ausgedehnt werden.

### C. Das Zugmittel.

Die Seile werden nach der größten auftretenden Spannung in der Regel mit 4- bis 6facher Sicherheit auf Zug berechnet, je nachdem es sich um eine wagerechte oder ansteigende Förderung handelt. Bei der Wahl eines Seiles und insbesondere dessen Zusammensetzung ist der Art der Kuppelvorrichtung und der Seilführung in der wagerechten und senkrechten Ebene Rechnung zu tragen. Bestimmte theoretische Anhaltspunkte lassen sich hierfür

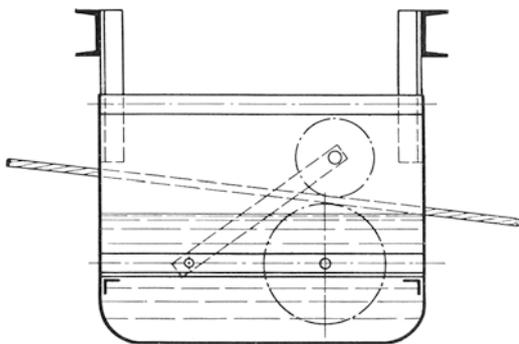


Abb. 248. Seil-Schmierapparat.

nicht geben, da die wissenschaftlichen Untersuchungen noch nicht zum Abschluß gekommen sind. Die Streckenförderseile werden in der Regel aus Gußstahldraht von  $K_3 = 12\ 000$  bis  $14\ 000$  kg/qcm hergestellt. Zahlentafel 1 gibt eine Zusammenstellung der in der Praxis bewährten Streckenförderseile.

Es empfiehlt sich, die Seile von Zeit zu Zeit mit Seilfirnis zu schmieren und diesen entweder von Hand mittels Bürste oder mittels Schmierapparat, wie ihn Abb. 248 zeigt, aufzutragen.

Die Förderketten werden in der Regel ebenfalls auf Zug berechnet, und zwar nach der größten Betriebsbelastung mit meist 4- bis 5facher Sicherheit. Eine Ausnahme bilden die überliegenden Ketten, die mittels ihres Eigengewichtes mitnehmerlose Wagen fortbewegen. Das Eigengewicht ist hier für die Bestimmung der Kettenstärke maßgebend, jedoch muß die Zugbeanspruchung immer nachgeprüft werden. Um die dauernd mitzuschleppende Totlast langer Ketten, die auch die Wagen mitunter stark belastet, möglichst klein zu halten, geht man mit der Sicherheit bis zur äußersten Grenze, unterscheidet aber zwischen Ketten für wagerechte und solchen für ansteigende Strecken. Ketten über 30

Zahlentafel 1.

Durchmesser des Seiles in mm . . . . .	10	12	14	16	16	18	20	23	23	26	29	30	34
Durchmesser der Drähte im Seil . . . . .	1,0	1,2	1,4	1,3	1,6	1,8	1,6	1,6	1,8	1,8	2,0	1,6	1,8
Anzahl der Litzen im Seil . . . . .	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Anzahl der Drähte in einer Litze . . . . .	7	7	7	3 + 9	7	7	12	16	12	16	16	27	27
				= 12									
Gesamtanzahl der Drähte im Seil . . . . .	42	42	42	72	42	42	72	96	72	96	96	162	162
Querschnitt sämtlicher Drähte im Seil in mm <sup>2</sup> . . . . .	33,0	47,5	64,7	95,7	84,4	106,9	144,8	193,0	183,2	244,3	301,6	325,7	412,2
Gewicht des Seiles in kg/m . . . . .	0,33	0,47	0,64	0,92	0,83	1,05	1,40	1,85	1,75	2,30	2,85	3,10	3,90
Rechnerische Bruch- festigkeit aller Drähte } bei $K_z = 12000$	3980	5700	7760	11400	10130	12800	17360	23140	21940	29250	36170	39070	49380
im Seil in kg } bei $K_z = 14000$	4650	6650	9050	13330	11820	14930	20250	27000	25600	34130	42200	45580	57610
Kleinster Scheibendurchmesser in cm bei vollbelastetem Seil und rd. fünf- facher Sicherheit . . . . .	95	105	120	115	145	175	155	165	200	215	285	190	255

Zahlentafel 2.

Kettenstärke in mm . . . . .	14	16	18	20	20	22	22	24	24	26	28	30	32
Lichte Gliedlänge in mm . . . . .	49	56	63	70	90	77	90	84	84	91	98	105	112
Lichte Gliedweite in mm . . . . .	21	24	27	30	22	33	24	36	36	39	42	45	48
Gewicht der Kette in kg/m . . . . .	3,9	5,1	6,5	8,0	6,9	9,7	8,7	11,5	11,5	13,5	15,7	18,0	20,5
Bruchbelastung in kg . . . . .	7410	9670	12250	15120	15120	18300	18300	21770	21770	25550	29640	34020	38370
Zulässige Belastung in kg . . . . .	1650	2150	2720	3360	3360	4060	4060	4830	4830	5670	6600	7550	8500
Kleinster Scheibendurchmesser bei vollbelasteter Kette in cm . . . . .	85,0	97,0	109,0	121,0	200,0	133,0	184,0	145,0	145,0	157,0	170,0	182,0	194,0

bis 32 mm Stärke dürften kaum ausgeführt sein. Die zusätzliche Biegebbeanspruchung bei Ablenkungen, die rechnerisch genau nachgewiesen werden kann, ist ein wichtiger, die Durchmesser der Leitscheiben bestimmender Faktor. Die Förderketten werden aus gut schweißbarem Eisen von  $K_z = 3600$  bis  $3800$  kg/qcm und einer Dehnung von 25 bis 28 vH hergestellt. Die lichte Gliedlänge beträgt meist das 3,5fache der Eisenstärke, bei unterliegenden Ketten mit Mitnehmer geht man zuweilen darüber hinaus. Zahlentafel 2 enthält die wichtigsten Angaben über im Gebrauch befindliche Förderketten.

Kalibrierte Förderketten werden verwendet für Förderungen, bei denen die Streckenlänge gleich bleibt oder bei Veränderungen nicht vergrößert wird, es sei denn, daß diese so selten vorkommen, daß sich die Beibehaltung der abgenutzten Kette nicht mehr lohnt. In allen übrigen Fällen sind unkalibrierte Ketten am Platze.

Die unterliegenden Ketten sind öfters mit Öl zu schmieren, ebenso überliegende Ketten, wenn sie schmirgelndem Staub oder Sand aus-

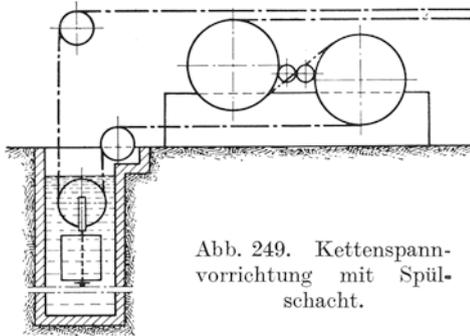


Abb. 249. Kettenspanvorrichtung mit Spülschacht.

gesetzt sind. Die meisten überliegenden Ketten werden jedoch dauernd durch Wasser gespült, wobei das an den Gelenkstellen sitzende Wasser als Schmiermittel dient. Man läßt zu diesem Zweck die Kette über eine in einem Wasserschacht befindliche Scheibe laufen (Abb. 249). Das Vereisen der Kette bei Wasserspülung

verhindert man dadurch, daß dem Spülwasser Salz zugesetzt wird.

Bei kurzen eingleisigen Förderungen ohne Kurven, zum Anheben von Wagen u. dgl. hat sich die Laschenkette gut bewährt.

Die in den Zahlentafeln 1 und 2 angegebenen Mindestwerte für die Scheibendurchmesser gelten nur für die nach Maßgabe der Sicherheit voll ausgenutzten Seile und Ketten. Da die Beanspruchung des Zugorganes sich zwischen Anfangs- und Endpunkt der Förderung ändert, so sind die Durchmesser der Leitscheiben innerhalb der Strecke nach der örtlichen Beanspruchung des Zugmittels zu bemessen. Auch die Größe der Ablenkung spielt eine gewisse Rolle.

Die Wahl des erforderlichen Umschlingungswinkels bei gegebenem Treibfaktor  $e^{\mu\alpha} = \frac{T}{t}$  soll Zahlentafel 3 erleichtern.

Die Reibungsziffer  $\mu$  ist von Fall zu Fall zu bestimmen nach der Art und dem Zustande der in Berührung befindlichen Stoffe. Die Verhält-

Zahlentafel 3. Werte von  $e^{\mu \alpha}$ .

Umspannter Bogen		$\mu = 0,12$	$\mu = 0,14$	$\mu = 0,16$	$\mu = 0,18$	$\mu = 0,2$
$1 \pi$	$180^\circ$	1,46	1,55	1,65	1,76	1,88
$1,125 \pi$	$202^\circ 30'$	1,53	1,64	1,76	1,89	2,03
$1,25 \pi$	$225^\circ$	1,60	1,73	1,87	2,03	2,19
$1,375 \pi$	$247^\circ 30'$	1,68	1,83	1,99	2,18	2,37
$1,5 \pi$	$270^\circ$	1,76	1,93	2,12	2,34	2,57
$1,625 \pi$	$292^\circ 30'$	1,84	2,04	2,26	2,51	2,78
$1,75 \pi$	$315^\circ$	1,94	2,16	2,41	2,69	3,00
$1,875 \pi$	$337^\circ 30'$	2,03	2,28	2,56	2,88	3,24
$2 \pi$	$360^\circ$	2,12	2,41	2,72	3,09	3,51
$2,125 \pi$	$382^\circ 30'$	2,22	2,55	2,90	3,31	3,80
$2,25 \pi$	$405^\circ$	2,34	2,69	3,09	3,55	4,10
$2,5 \pi$	$450^\circ$	2,57	3,00	3,51	4,10	4,80
$2,75 \pi$	$495^\circ$	2,82	3,35	3,98	4,71	5,62
$3 \pi$	$540^\circ$	3,09	3,75	4,51	5,45	6,56

nisse bei Anlagen unter Tage sprechen im allgemeinen für Wahl einer höheren Reibungsziffer als bei Anlagen über Tage, da hier die Witterungseinflüsse in Betracht gezogen werden müssen.

#### D. Die Befestigung der Wagen am Zugmittel.

Bei Förderung mit offenem Seil (Pendelbetrieb) wird das mit einem Haken versehene Seilende einfach in das an den Wagen befindliche Kuppelgeschirr eingehängt, durch das die Wagen auch untereinander zu Zügen verbunden werden. Bei geschlossenem Seil ist zum Anschlagen ein besonderer Mitnehmer mit Kuppelkette oder Kuppelseil erforderlich.

Bei Ringbetrieb nimmt die obenliegende Kette die Wagen auf wagerechter und leicht ansteigender Förderstrecke, bei nicht zu großen Leistungen und Wangengewichten durch das Eigengewicht mit. In vielen Fällen sind aber an den Stirnwänden oder in der Mitte der Wagenkasten

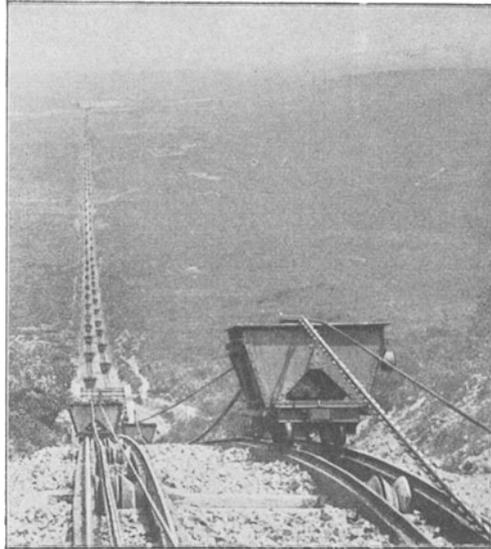


Abb. 250. Seilförderung kombiniert mit obenliegender Kette zur Überwindung steiler Teilstrecken (Heckel).

festen oder einsteckbaren Mitnehmerbleche oder Gabeln anzubringen, in die sich die Kette legt (Abb. 250 u. 251). Obenliegende Ketten für kurze Strecken erhalten zuweilen nach unten hängende Stößel, welche die Wagen vor sich herschieben (Abb. 252). Untenliegende Kette wird mit Mitnehmern versehen, deren Abstand sich in der Regel nach der Leistung bestimmt, mitunter aber auch von anderen Einflüssen abhängig ist. Die Mitnehmer legen sich gegen die Wagenachsen

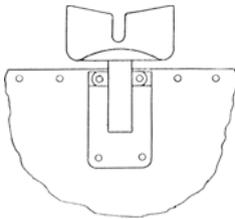


Abb. 251. Kettenmitnehmer nach Hasenclever

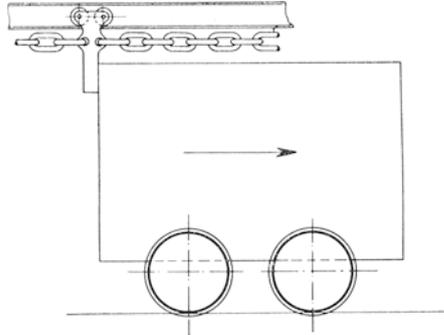


Abb. 252. Obenliegende Kette mit Stößel.

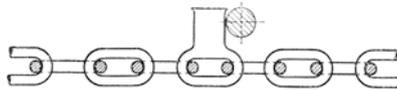


Abb. 253. Unterkette mit starrem Mitnehmer.

oder einen anderen vorstehenden Teil des Wagenuntergestelles und werden entweder starr (Abb. 253 u. 254) oder in der Fahrtrichtung umklappbar ausgeführt (Abb. 255). Untenliegende Kette ohne Mitnehmer erfordert Mitnehmerbleche am Wagenuntergestell, zwischen den Rädern oder seitlich, wobei die Kette durch einen hakenförmigen Hebel mit Gegengewicht in ihrer Höhenlage gehalten wird (Abb. 256). Eine ähnliche Ausführung zeigt auch Abb. 257.

Damit die Mitnehmer nicht unter die Achsen bzw. unter die Anschlagvorrichtung fassen und die Wagen zum Entgleisen bringen können, wendet Heckel die in Abb. 258 skizzierte Vorrichtung an. Der Wagen wird durch den doppelarmigen Hebel  $H$  auf der geneigten Zulaufstrecke so lange aufgehalten, bis der herankommende Mitnehmer das Hindernis aus dem Wege schlägt, so daß der Wagen gerade zur richtigen Zeit einläuft.

Schwieriger ist die Befestigung am Seil. Das älteste Verfahren besteht darin, daß in regelmäßigen Zwischenräumen, entsprechend den

gewünschten Wagenabständen, am Seil Verdickungen, sog. Knoten, angebracht werden, die hinter die Mitnehmergabeln des Wagens

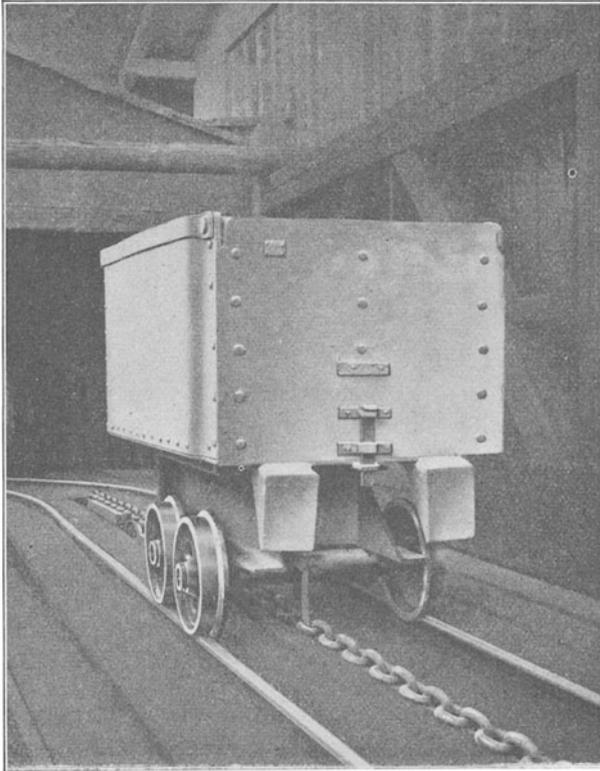


Abb. 254. Durch Unterkette fortbewegter Wagen (Bleichert).

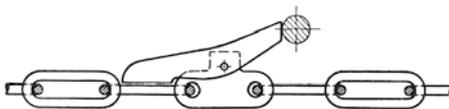


Abb. 255. Unterkette mit in der Fahr-  
richtung umklappbarem Mitnehmer.

Abb. 256. Unterkette im Mitnehmer-  
blech des Wagenuntergestells, durch  
hakenförmigen Hebel gehalten.

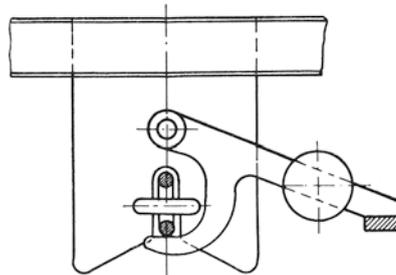


Abb. 256.

fassen (Abb. 259). Man stellt die Knoten aus Hanf oder Metall her oder vereinigt beide Stoffe. Die Hanfknoten haben geringe Lebens-

dauer und klemmen sich außerdem leicht in den Gabeln fest, während die Metallknoten das Seil stark angreifen. Beim Übergang über die Antrieb- und Leitscheiben erleidet nämlich das Seil an den Stellen,



Abb. 257. Unterkettenkuppler (Bleichert).

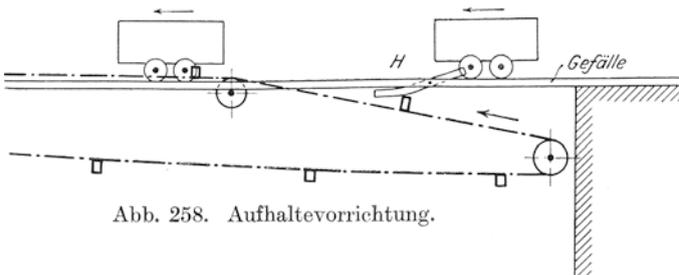


Abb. 258. Aufhaltevorrichtung.

wo die starren Metallknoten ansetzen, jedesmal eine scharfe Biegung. Da dies sich immer an derselben Stelle wiederholt, so bricht das Seil nach verhältnismäßig kurzer Zeit. Man kann diesem schädlichen Einfluß allerdings dadurch entgegenwirken, daß man die Knoten von Zeit zu Zeit versetzt.

Das An- und Abschlagen der Wagen geschieht beim Knotenseil in einfachster Weise. Im Beginn der Förderbahn wird das Seil durch eine Rolle hochgehalten, so daß der Wagen untergeschoben werden kann, um nach Einlegen des Seiles in die Gabel von dem ankommenden Knoten gefaßt zu werden. Der Wagen löst sich selbsttätig vom Seil, indem er zunächst mit diesem eine kurze Strecke steigt und dann auf einer schiefen Ebene abläuft, während das Seil weiter nach oben abgelenkt wird.

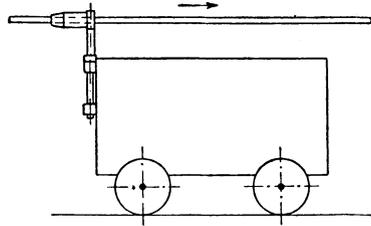


Abb. 259. Förderung mit Knotenseil.

Wegen der starken Abnutzung des Seiles und der Knoten ist diese Verbindungsform fast ganz verlassen worden. Ihr verwandt, jedoch weit vollkommener ist das von Heckel eingeführte Kettenseil nach Bauart Glinz (Abb. 260). In passenden Abständen sind in das Seil kurze



Abb. 260. Kettenseil System Glinz.

Kettenstücke eingefügt, die sich in die Mitnehmergabeln der Wagen legen und, wie jede Kette, Zwangsschluß in beiden Richtungen herstellen.

An Stelle der Gabeln werden mitunter auch Haken verwendet, die sich gegen die Knoten legen bzw. in die Kettenzwischenstücke eingehängt werden. Der Haken bildet das eine Ende einer Kuppelkette,

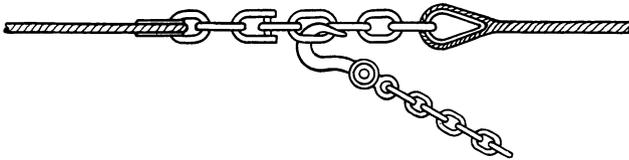


Abb. 261. Kettenseil mit eingehakter Kuppelkette.

das andere Ende wird mit dem Kuppelgeschirr des Wagens verbunden (Abb. 261). Das Abschlagen gestaltet sich aber nicht so einfach wie beim Gabelbetrieb.

Bei weitem am häufigsten werden jedoch glatte Seile benutzt. Die Verbindung kann hier nur durch Reibungsschluß geschehen.

Der einfachste und verbreitetste Mitnehmer ist die gekröpfte Gabel, in die das Seil von oben eingelegt wird (Abb. 262). Die entstehende Reibung sucht die Gabel zu drehen, so daß sie das Seil festklemmt. Die Klemmkraft ist vom Wagenwiderstand abhängig. In Steigungen bis zu

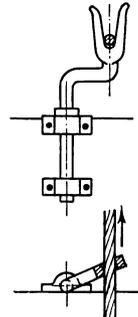


Abb. 262. Mitnehmergabel.

etwa 10 vH wirken bei mittleren Wagengewichten die Gabeln sicher und greifen das Zugseil nicht übermäßig an. An den Anschlagpunkten wird das Seil hochgeführt. Der bedienende Arbeiter hat den Wagen auf einer Gefällestrecke heranzuführen, den Mitnehmer in die richtige Lage zu drehen und das Seil mit leichtem Druck einzulegen. Die Reibung nimmt dann die Gabel mit und klemmt das Seil fester. Das Auslösen geschieht selbsttätig, und zwar auf einer geneigten Ebene, auf welcher der Wagen etwas voreilt. Dadurch stellt sich die Gabel wieder senkrecht zum Seile ein, und da dieses gleichzeitig hochgeführt wird, hebt es sich aus der Gabel heraus. Das Auslösependel (Abb. 263)

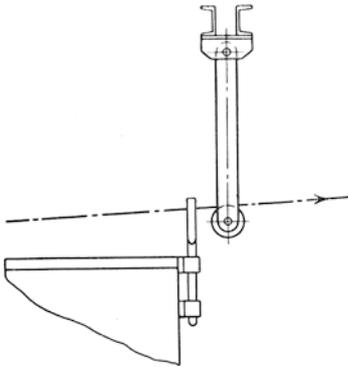


Abb. 263. Vorrichtung zum Auslösen des Seiles.



Abb. 264. Mitnehmergabel mit Selbsteinstellung (Heckel).



Abb. 265.

ermöglicht ein zwangsläufiges Herausheben des Seiles, so daß das Abschlagen immer an derselben Stelle erfolgt. Das Gabelmaul ist von Zeit zu Zeit nachzuschmieden, damit die Klemmwirkung nicht nach-

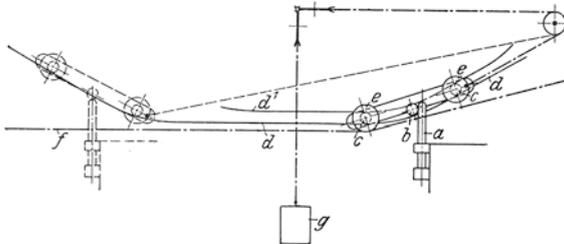


Abb. 266. Schema des selbsttätigen Anschlagapparates (Heckel).

läßt. Der Gabelschaft ist so zu sichern, daß die Gabel durch das Seil nicht aus dem Gabelhalter gezogen werden kann.

Heckel stellt Gabeln nach Abb. 264 her, deren Fuß sich auf eine Gewindefläche aufsetzt. Durch das Eigengewicht oder durch Federzug

werden hier die Gabeln, wenn sie vom Seil gelöst sind, stets in die richtige Stellung gebracht, was das Einlegen des Seiles erleichtert.

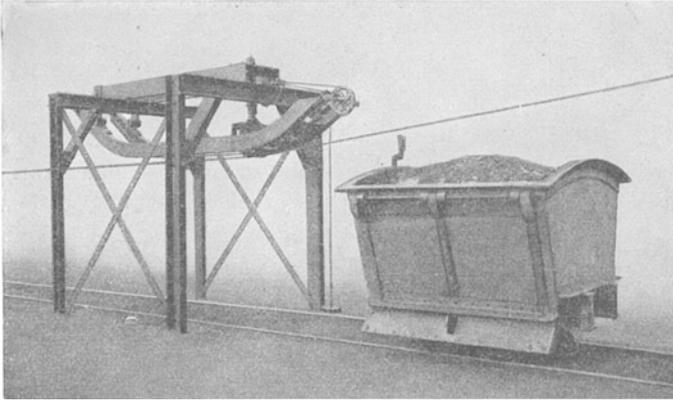


Abb. 267. Anschlagapparat (Heckel).

Die Gabeln werden auch mit vollständig geschlossener staubdichter Hülse, sowie mit auswechselbaren Backen ausgeführt (Abb. 265).

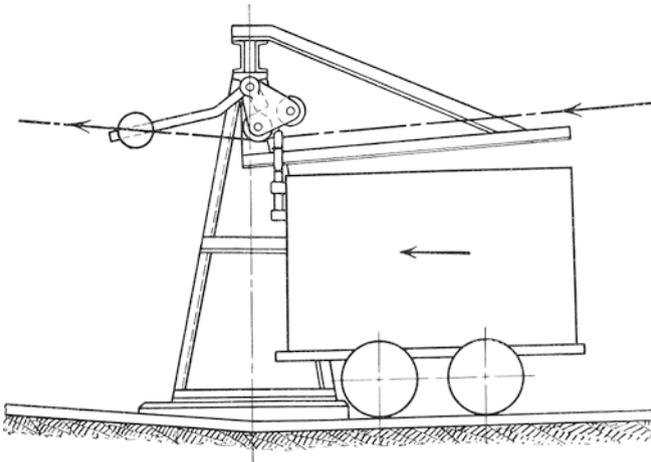


Abb. 268. Pendelrolle zum Anschlagen der Wagen mit Seilgabel-Mitnehmern.

Die Gabeln gestatten auch selbsttätiges Kuppeln der Wagen mit dem Seil bei Verwendung besonderer Anschlagapparate. Abb. 266 zeigt schematisch, Abb. 267 im Bild eine solche Einrichtung. Der Wagen läuft im Gefälle dem sich senkenden Seile zu. Die Gabel wird durch eine Führung in die richtige Lage gebracht, vom Seil

gefaßt und mitgenommen, wobei sie gegen ein Röllchen am Anschlagwagen stößt und diesen vor sich her schiebt. Da der Wagen oben und unten geführt ist, so drücken die Leitrollen das Seil fest in die Gabel hinein, bis der Anschlagwagen in die Steigung kommt, hier von der Gabel freigegeben und durch ein Gewicht zurückgeschneilt wird.

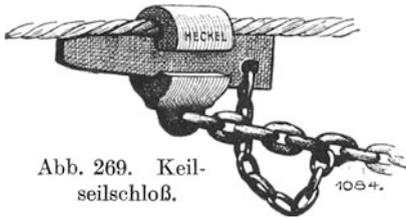


Abb. 269. Keilseilschloß.

Die Pendelrollen (Abb. 268) dienen ebenfalls zum Anschlagen von Wagen. Die Gabel legt sich gegen die vordere Rolle, wobei das Rollensystem um

seine Achse gedreht wird und die hintere, in größerem Abstände vom Achsmittelpunkte angeordnete Rolle das Seil in die Gabel drückt. Wenn die Gabel die vordere Rolle freigegeben hat, wird durch ein Gegengewicht das Rollensystem wieder in seine Anfangstellung zurückgebracht.

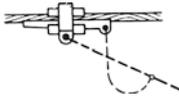


Abb. 270. Seilschloß mit Ring.

Für wagerechte Strecken und Steigungen werden Seilschlösser verwendet, bei denen der Wagenwiderstand durch Keile oder Hebel übersetzt den Klemmdruck hervorbringt. Diese Schlösser sind von Hand an- und abzuschlagen, indem der Keil durch einen leichten Schlag herein oder herausgetrieben wird, und stehen mit dem Wagen durch eine ungefähr 4 m lange Kuppelkette in Verbindung. Das Seil wird bei dieser Betriebsart mehr geschont als

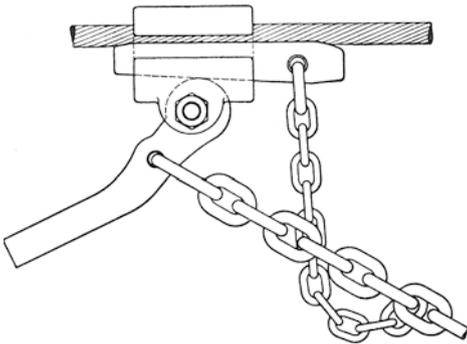


Abb. 271. Keilhebelschloß.

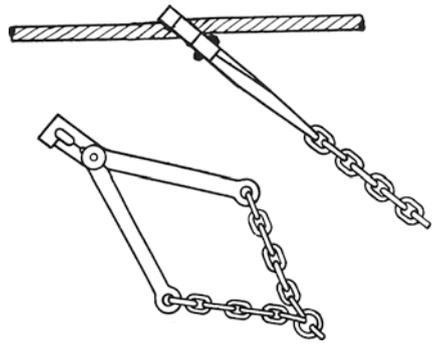


Abb. 272 u. 272a. Seilzange.

bei Gabelförderung. Gut bewährt hat sich das Seilschloß Abb. 269, bei dem die Nuß durch den Wagenwiderstand über den Keil gezogen wird.

Um den Drall des Zugseiles, der die Kuppelkette um das Seil zu wickeln sucht, unwirksam zu machen, befestigt man die Kette nicht unmittelbar an der Nuß, sondern an einem sie umschließenden, lose drehbaren Ring (Abb. 270).

Das Keilhebelschloß nach Abb. 271 hat den Vorteil großer Klemmwirkung. Die Kuppelkette greift an einen einarmigen Hebel an, der im Unterteil der Nuß gelagert ist. Das Auge des Hebels ist exzentrisch ausgebildet und drückt unter dem Einfluß des Zuges in der Kuppelkette auf den Keil.

Die Seilzange nach Abb. 272 u. 272a und die Glasersche Seilklemme nach Abb. 273 haben sich ebenfalls bewährt. Ihre Verwendung setzt aber

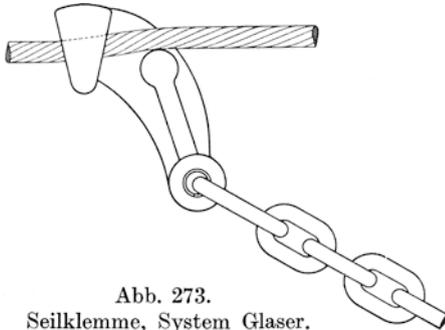


Abb. 273.  
Seilklemme, System Glaser.



Abb. 274. Mitnehmerkettchen.

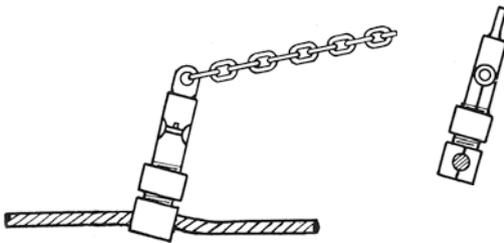


Abb. 275 u. 275a. Kuppelvorrichtung für Unterseil.

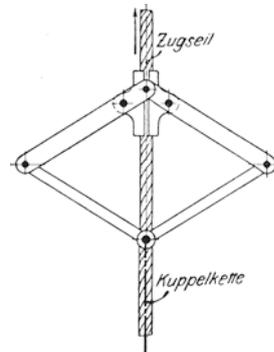


Abb. 276. Klemmapparat für Unterseil (Hasencleaver).

voraus, daß die Kuppelkette immer unter Zug steht, da bei Nachlassen des Zuges ein Abfallen des Mitnehmers vom Seil eintreten kann. Ein Vorteil liegt in der einfachen Handhabung beim An- und Abschlagen.

Das nur für kleinere Kräfte brauchbare Mitnehmerkettchen (Abb. 274), das mehrmals um das Seil geschlungen wird, hat sich besonders in Oberschlesien eingeführt.

Seltener für Oberseil sind an den Wagen befestigte, selbsttätig wirkende Klemmapparate. Ein Beispiel zeigt Abb. 250.

Unter den Mitnehmern für Unterseil unterscheidet man solche, die nach Art der Seilschlösser durch eine Kuppelkette mit dem Wagen verbunden sind, und solche, die am Wagenuntergestell befestigt werden. Bei der zweiteiligen Seilklemme nach Abb. 275 u. 275a wird die Klemmwirkung durch Anziehen eines Ringes mit konischer Bohrung erzielt.

Hasenclever verwendet den in Abb. 276 schematisch dargestellten Klemmapparat. Infolge des gelenkigen Anschlusses stellen sich die Backen parallel dem Seile ein, so daß dieses günstig beansprucht wird.

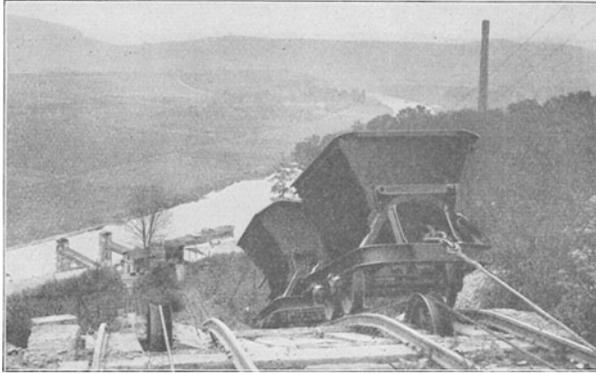


Abb. 277. Obere Übergangsstelle einer Schrägstrecke mit Unterseil (Bleichert).

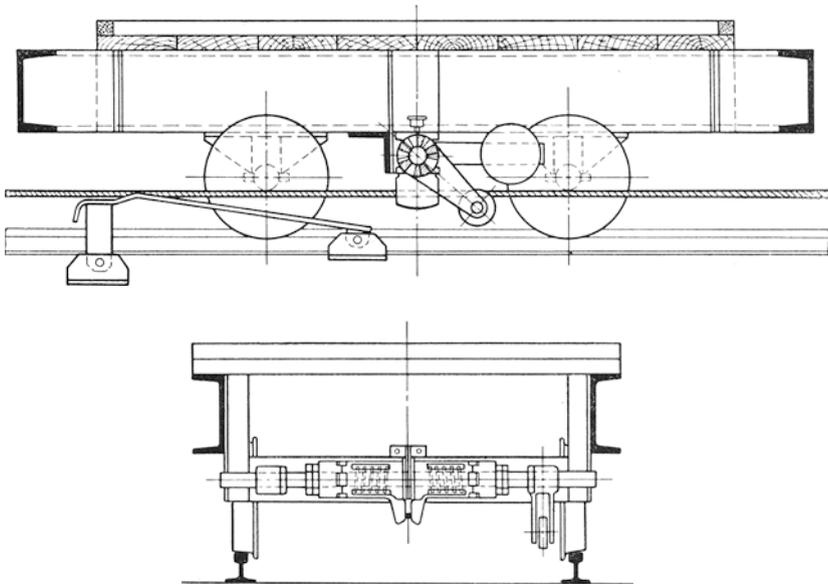


Abb. 278 u. 279. Unterseilklemmapparat.

Mit der Hebelanordnung lassen sich große Übersetzungen erreichen. Auch das Keilseilchloß nach Abb. 269 eignet sich für Unterseilbetrieb. (Vgl. auch Abb. 277.)

Der Klemmapparat von Heckel, Abb. 278 u. 279, ist folgendermaßen ausgeführt. Die beiden in Führungen beweglichen Backen sind mit Naben

versehen, deren Stirnflächen Keilnocken besitzen. Beim Kuppeln dreht das Gewicht eine Welle und die darauf befestigten, mit Gegen-Keilnocken

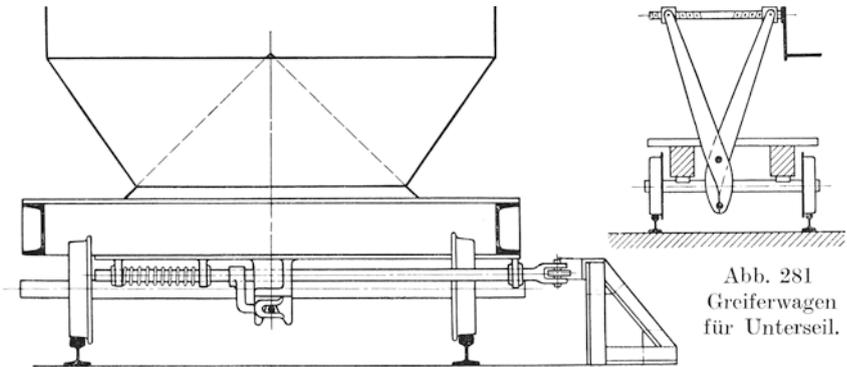


Abb. 280. Drehbare Gabel für Unterseil.

versehenen Druckmuffen, wodurch die beiden Backen auf das Seil gepreßt werden. Gleichzeitig werden die in den ausgehöhlten Naben befindlichen Federn zusammengedrückt. Das selbsttätige Auskuppeln

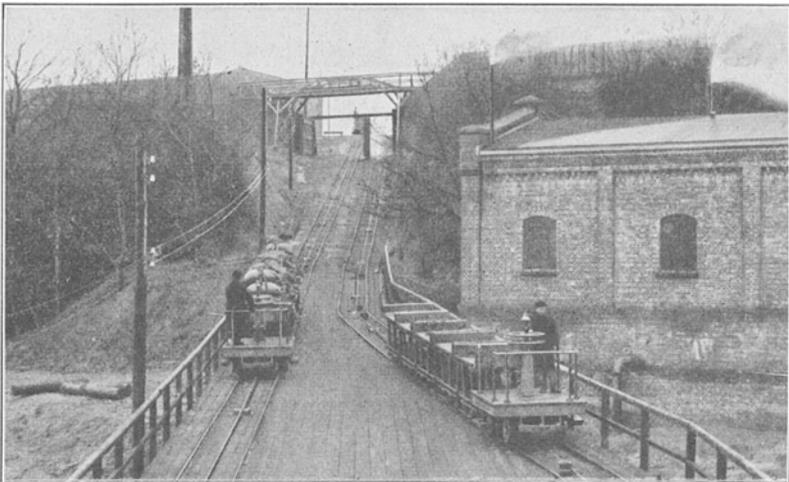


Abb. 282. Unterseilförderung mit Greiferwagen (Bleichert).

erfolgt durch Drehen der Welle in entgegengesetzter Richtung mittels eines Hebels, dessen Rolle über eine geneigte Bahn läuft, wobei die Druckmuffen der Backen freigegeben werden und diese sich unter dem Einfluß der Federn öffnen. Für kleinere Kräfte kann die drehbare

Seilgabel nach Abb. 280 Anwendung finden; selbsttätiges An- und Abschlagen ist auch hierbei möglich.

Bei Unterseil und Förderung in Zügen wird ein besonderer Greiferwagen eingestellt. Der Seilgreifer kann als Zange ausgeführt werden, die durch den Zugführer mittels Kurbel und Schraube geschlossen und geöffnet wird (Abb. 281) oder als Exzenterklemme. Ein Streckenbild zeigt Abb. 282.

Große Kräfte lassen sich durch Seilschlösser mit Schraubenklemmen übertragen, doch sind solche Vorrichtungen selten im Gebrauch, weil das An- und Abschlagen zu umständlich und nur bei stillgesetztem Seil möglich ist.

### E. Die Führung des Zugmittels.

Liegt das Zugmittel unterhalb des Wagenkastens, so sind auf der Strecke in nicht zu großen Abständen Rollen anzubringen, die das

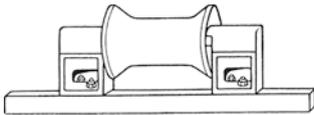


Abb. 283. Streckenrolle (Heckel).

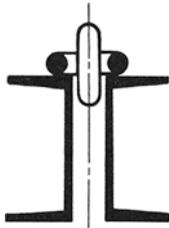


Abb. 285.  
Kettenführung.

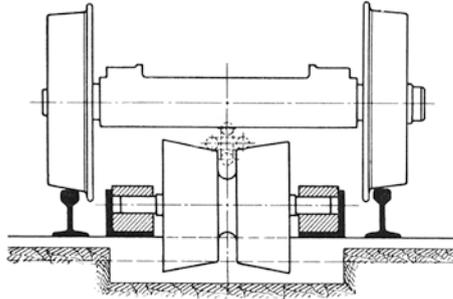


Abb. 284. Streckenrolle für Kette.

Schleifen auf dem Erdboden verhindern. Gute Konstruktion der Lager, Abdichtung gegen Staub und Versorgung mit reichlichem Schmiervorrat ist nötig, damit die Rollen nicht stehenbleiben und das Seil oder die Kette darüber hinwegschleift. Es empfiehlt sich, beide Lager auf einer eisernen Schiene oder einem gußeisernen Rahmen zu montieren (Abb. 283 u. 284). Zur Unterstützung untenliegender Ketten dienen auch Führungen aus Profileisen, die auf den Schwellen befestigt werden (Abb. 285).

Das obenliegende Zugmittel wird in der Regel von den Wagen selbst getragen. Wenn jedoch bei schwacher oder unregelmäßiger Förderung zu tiefes Durchhängen und damit Schleifen auf der Streckensohle zu befürchten ist und man nicht zu dem Aushilfsmittel greifen will, leere Wagen unterzuschieben, so werden meistens, wie oben beschrieben, Streckenrollen zwischen den Schienen in Abständen von etwa 10 bis 15 m angeordnet. Für Oberseil finden sich indessen häufig auch hochge-

lagerte Rollen, die den Durchgang des Mitnehmers gestatten, z. B. an Zwischenanschlagstellen, wo dauernd Wagen an- oder abzuschlagen sind. Bedingung für eine brauchbare Bauart ist, daß sie das Abfallen des Seiles nach Möglichkeit verhindert und, falls dies doch einmal eingetreten sein sollte, das Wiederauflegen ohne größere Schwierigkeiten ermöglicht.

Bei Seilförderungen mit Gabelmitnehmern wird das einfache Mittel angewendet (Abb. 286 u. 287), zwei Rollen mit senkrechten Achsen so hintereinander zu setzen, daß sich das Seil mit Druck gegen beide legt und sie dadurch zwingt, sich zu drehen. Ein Abfallen des Seiles wird durch den vorspringenden Rollenrand verhindert.

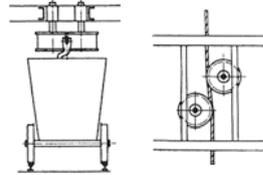


Abb. 286 u. 287. Tragrollen für Oberseil.

Grimberg benutzt nach Abb. 288 eine Tragrolle mit wagerechter Achse, die an der senkrechten Welle  $w_1$  befestigt ist und daher dem ankommenden Mitnehmer seitlich ausweicht. Gleichzeitig dreht sich die durch Kegelräder mit  $w_1$  verbundene Welle  $w_2$ , so daß auch das Gegengewicht  $g$  ausschwingt und das ganze Profil frei wird. Nach Durchgang des Mitnehmers führt das Gewicht alle Teile in die Anfangsstellung zurück.

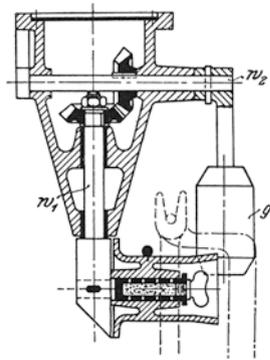


Abb. 288. Tragrolle nach Grimberg.

Heckel führt eine ähnliche Tragrolle aus, läßt aber die Rolle bei der Drehung sich an einem Gewindegang führen und dadurch heben, so daß sie von selbst zurückgeht und das Gewicht entbehrlich wird.

Andere Firmen lassen das Seil auf den einander nahezu berührenden Rändern zweier schräg gelagerter Doppelrollen laufen, deren eine drehbar aufgehängt ist und seitlich ausschlagen kann (Abb. 289). Diese Konstruktion erfordert verhältnismäßig weit über den Wagenrand vorstehende Gabeln, wodurch besonders bei ansteigenden Strecken die Sicherheit gegen Kippen vermindert wird.

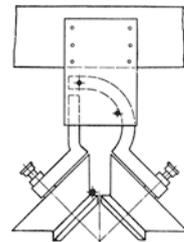


Abb. 289. Schräg gelagerte Tragrollen.

Am meisten verbreitet ist das Tragrollenpaar nach Abb. 290 u. 291. Die Rollen mit sternförmigem unteren Rand an den Enden einer als Bügel ausgebildeten Achse, die etwas schräg zur Bahnrichtung verlagert ist, tragen das Seil wechselseitig. Beim Durchgang einer Gabel hebt das Seil sich etwas hoch, wobei erstere, zwischen je zwei Zacken liegend, sich

durch abwechselndes Beiseiteschieben der leicht ausweichenden Rollen für die Durchfahrt Raum schafft.

Bei Oberseil mit Keilschloßmitnehmern werden zwei Rollen mit senkrechten Achsen hintereinander verlagert, wobei das Seil etwas eingeschnürt wird und dadurch die Rollen in Bewegung gesetzt werden

(Abb. 292 u. 293). Wegen des Durchganges der Keilschlösser erhalten die Rollen besonders breiten Kranz. Von Vorteil ist eine verstellbare Verlagerung der Rollen, um durch geeignete Einstellung der Rollen der Bildung von Seildrall zu begegnen.

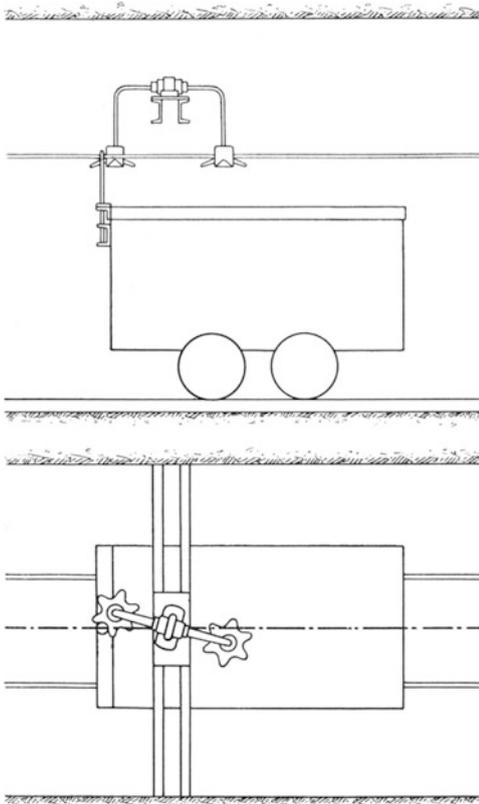


Abb. 290 u. 291. Ausschwingbare Sterntragrollen für Gabelmitnehmer.

Für Zwischenanschlagpunkte bei Oberkette kommen nur fest verlagerte Rollen in Streckenhöhe in Frage. Hierbei wird der Wagen von der Kette über einen Gleisbuckel gezogen und vor der Rolle freigegeben, um hinter derselben von der Kette wieder gefaßt zu werden.

Sollen nur gelegentlich an Zwischenpunkten Wagen angeschlagen werden, so ist eine bewegliche Hochhalterolle nötig, die in die Bahn unter das Seil oder die Kette geschwenkt und gehoben werden kann (Abb. 294).

Kurven in Oberseilförderungen mit Gabelmitnehmer können bei großem Radius und regelmäßiger Wagenfolge ohne besondere Hilfsmittel durchfahren werden. Die Spannung in den beiden Seilstrecken auf jeder Seite einer Gabel erzeugt dann eine Resultierende, die den Wagen umzuwerfen bestrebt ist. Dem Moment dieser Kraft, bezogen auf die innere Schiene, wirkt das Moment des Wagengewichtes entgegen, das jenem mindestens gleich sein muß; erforderlichenfalls läßt sich sein Hebelarm durch Überhöhen der inneren Schiene vergrößern.

Die Rechnung ist in einfachster Weise durchzuführen, wenn die Seilspannung bekannt ist.

In den meisten Fällen greift man jedoch zu einer unbedingt betriebssicheren und von dem Wagenabstand unabhängigen Wagenführung in den Kurven. Bei der

Mehrscheibenkurve nach Abb. 295 werden die Scheiben, die meist 500 mm Durchmesser erhalten, so nahe aneinander gesetzt, daß der

Ablenkungswinkel  $\alpha$  nicht mehr als 9 bis 10° beträgt. Eine Vergrößerung des Rollendurchmessers hat geringere Abnutzung der Scheiben zur Folge, sie empfiehlt sich jedenfalls bei größerer örtlicher Beanspruchung des Seiles. Ein gewisser Vorteil der größeren Scheibe ist auch darin zu erblicken, daß für das Abheben des Seiles von der Scheibe durch die Gabel ein längerer Weg zur Verfügung steht.

Die Kurvenrolle von Hasenclever wird mit nachgiebiger Verlagerung ausgeführt, und zwar dergestalt, daß bei dem Durchgang der

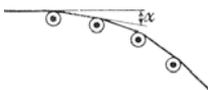


Abb. 295. Kurvenführung.

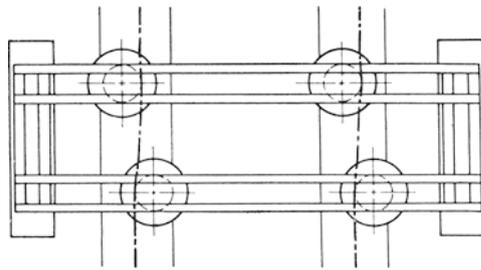
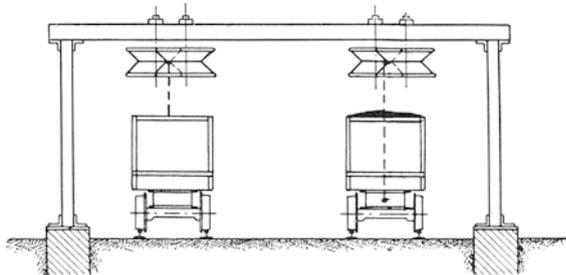


Abb. 292 u. 293. Hochhalterrollen für Keilschloßmitnehmer.

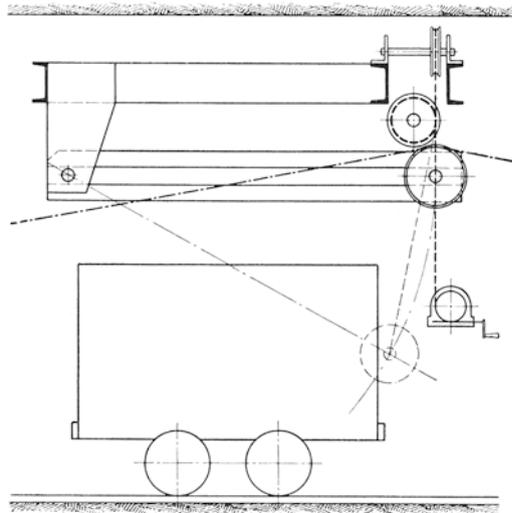


Abb. 294. Heb- und senkbare Hochhalterrolle für Seil und Kette.

Seilgabel diese die Rolle zur Seite drückt, wobei die Seilrichtung unverändert bleibt.

Infolge des Dralles hat das Seil Neigung, zu klettern, die Rollen werden daher zuweilen konisch ausgeführt. Auch finden sich häufig noch

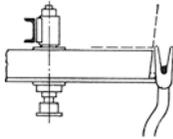


Abb. 296.  
Konische Kurvenrolle.

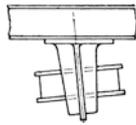


Abb. 297.  
Zylindrische Kurvenrolle mit schräger Achse (Hasenclever).

Sicherheitsvorrichtungen irgendwelcher Art oberhalb der Rollen, wie in Abb. 296 gestrichelt angedeutet. Eine weitere Ausführung von Hasenclever mit schräg gelagerten zylindrischen Rollen zeigt Abb. 297. Die Rollen können umgedreht werden, wenn der untere Teil verschlissen ist.

Sehr einfach gestaltet sich die Kurvenumfahrung mit nur einer Scheibe großen Durchmessers. Die Wagenräder können aber des schnellen Richtungswechsels wegen nicht auf den

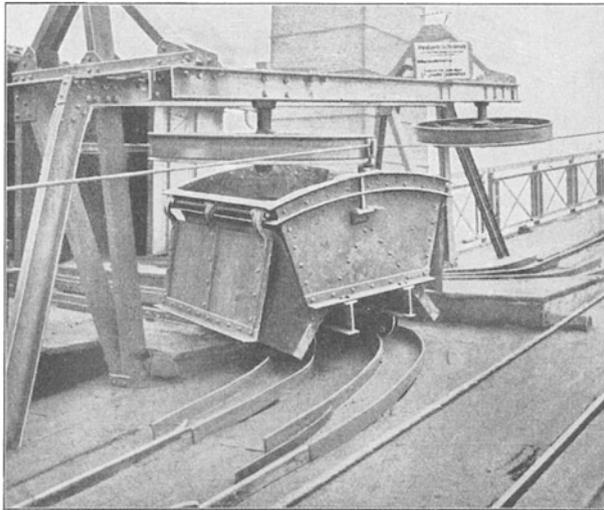


Abb. 298. Kurvendurchfahrung mit einer einzigen großen Seilscheibe (Heckel).

Schienen bleiben, sondern laufen auf ihren Spurkränzen in weiten U-Eisen-Führungen (Abb. 298) oder auf Plattenbelägen (Abb. 299).

Bei schwachen Kurven mit nur einer Scheibe empfiehlt es sich, vor diese eine Beidruckrolle zu setzen, um ein Herabfallen des Seiles zu verhüten. Die Wagen können wie bei der Mehrscheibenkurve auf den passend gebogenen Schienen laufen.

Die Kurvenstationen bei Oberseil mit Keilschloßmitnehmern und Schienen als Wagenlaufbahn erhalten je nach Größe

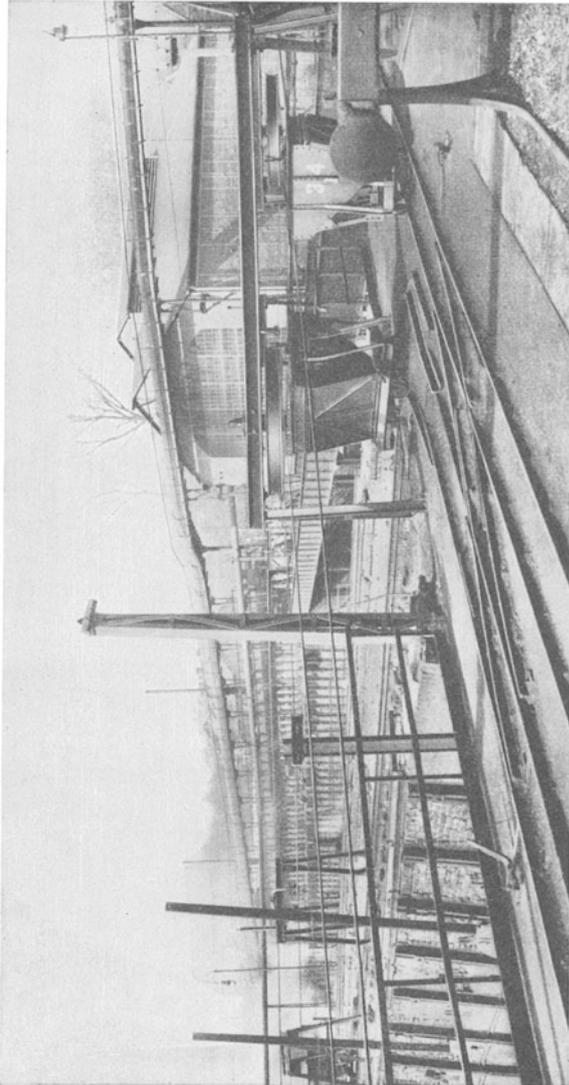


Abb. 299. Selbsttätige Kurvendurchführung (Heckel).

der Ablenkung eine oder mehrere Kurvenscheiben von großem Durchmesser (Abb. 300 u. 301). Der Ablenkungswinkel kann größer genommen werden als bei der Mehrscheibenkurve für Gabelmitnehmer, da das Seil nicht in dem Maße wie bei letzteren abgehoben wird. Die

Kurvenscheiben gleichen in der Form den Tragrollen, haben also auch breiten Kranz wegen des Durchganges der Seilschlösser und meist ver-

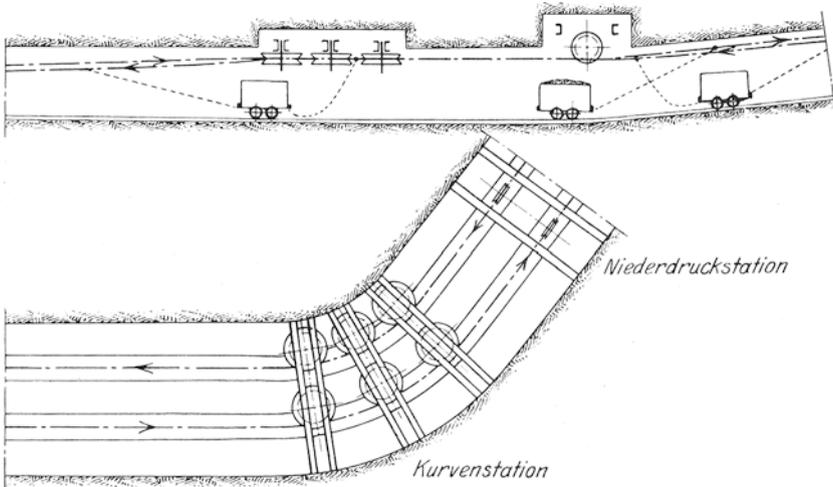


Abb. 300 u. 301. Kurven- und Niederdruckstation für Oberseil mit Keilschloß.

stellbare Verlagerung zur Vermeidung von Seildrall. Bei geringer Ablenkung vereinigt man die Kurvenscheibe mit einer Beidruckrolle zur Sicherheit gegen das Herabfallen des Seiles (Abb. 302).

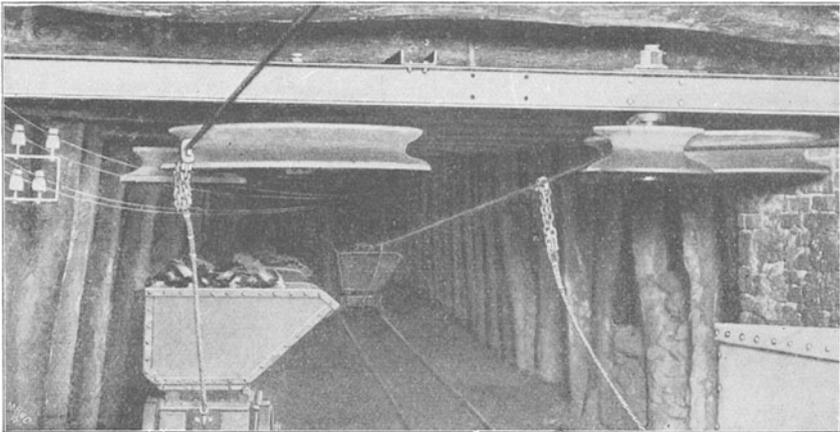


Abb. 302. Kurvstation mit vorgelagerter Beidruckrolle (Heckel).

Die Kurvenrolle nach Abb. 303 u. 304 hat sich bei Oberseil mit Kettchen als Mitnehmer eingeführt. Es ist nur eine geringe Ablenkung

zulässig, da sich sonst das Mitnehmerkettchen in der Lücke zwischen Seil und Rollenrand festklemmt, wodurch ein Festhalten der Rolle und unter Umständen auch ein Herabfallen des Seiles eintreten kann.

Bei Unterseilförderung mit geeigneten Mitnehmern werden die Kurven mit einem System von Rollen kleinen Durchmessers versehen.

Die Kurvendurchführung bei Oberkettenförderungen, wobei die Kette durch eine Scheibe großen Durchmessers abgelenkt und durch vorgelagerte Rollen getragen wird, geschieht dadurch, daß sich der Wagen vor Beginn der Kurve von der Kette löst, die Kurvenstrecke im Gefälle durchläuft und sich hinter der Kurve wieder mit der Kette kuppelt (Abb. 305).

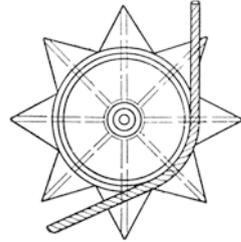
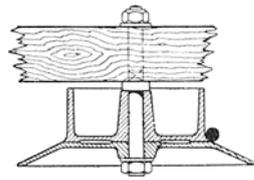


Abb. 303 u. 304. Sternrolle, Bauart Dinnendahl.

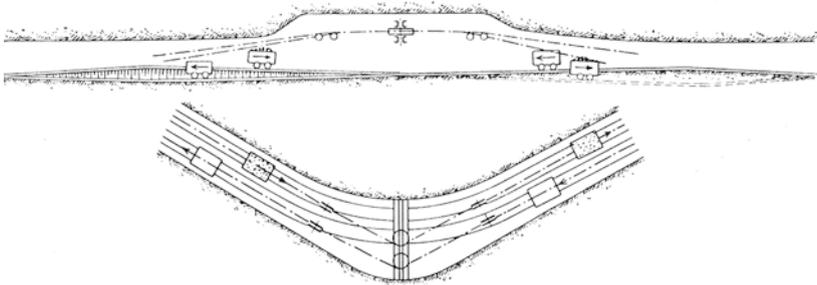


Abb. 305. Kurvenstation einer Oberkettenförderung unter Tage.

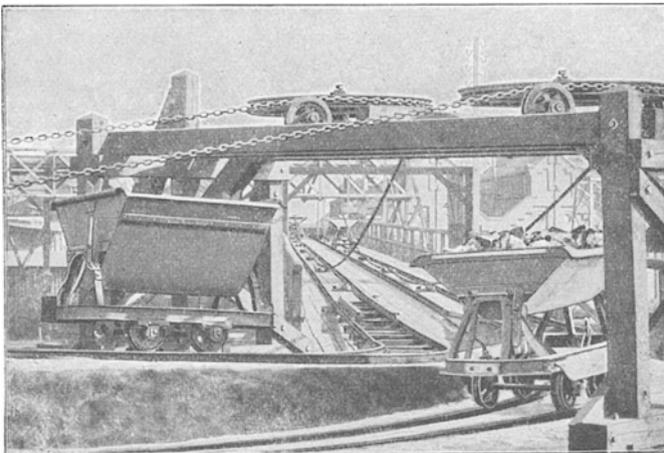


Abb. 306. Kurvenstation über Tage (Bleichert).

Eine Ausführung zeigt Abb. 306. Im allgemeinen arbeitet diese Art der Kurvendurchfahrt selbsttätig, es empfiehlt sich jedoch, der

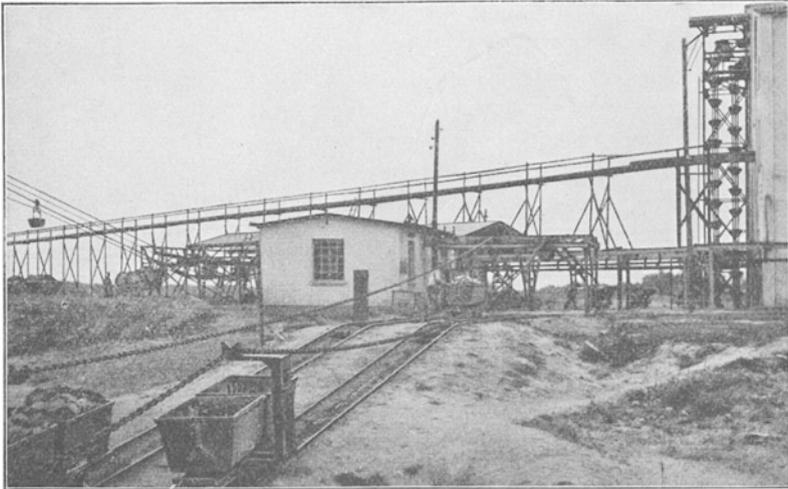


Abb. 307. Oberkettenförderung zum Transport von Seilbahnkisten (Bleichert).

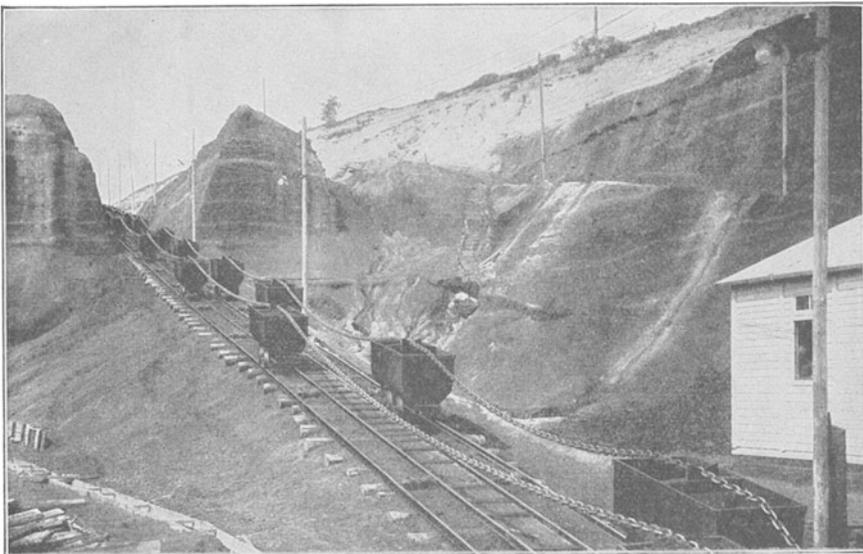


Abb. 308. Oberkettenförderung in einem Braunkohlen-Tagebau (Bleichert).

Sicherheit wegen, einen Mann zur Überwachung an die Kurve zu stellen. Beispiele ausgeführter Oberkettenförderungen zeigen die Abb. 307 u. 308.

Die Kurven bei Unterkettenförderungen mit Gliederkette und Mitnehmern werden ähnlich wie bei Unterseil als Mehrrollenkurven ausgeführt, wie es Abb. 208 zeigt. Erfolgt die Mitnahme durch eine Unterkette mittels an dem Wagen befindlicher Anschlagvorrichtungen (Abb. 256 u. 257), so sind etwa vorhandene Kurven in derselben Weise zu nehmen, wie bei den Oberkettenförderungen.

Bei Bruchpunkten der Strecke besteht die Gefahr, daß das Zugorgan sich von dem Wagen abhebt. Um dem vorzubeugen, muß darauf

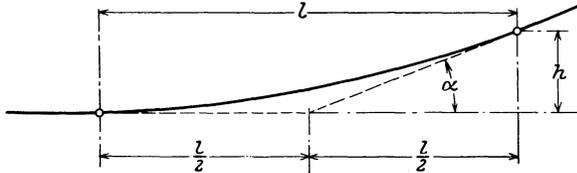


Abb. 309. Bestimmung der Parabel für den Übergang von der wagerechten in die ansteigende Strecke.

geachtet werden, daß die Senkung des Wagens gegenüber der Verbindungslinie zweier benachbarter Wagen kleiner ist, als der natürliche Durchhang des Zugorganes zwischen diesen Wagen betragen würde.

Bezeichnet  $q_s$  das Gewicht des Zugorganes in kg/m,  $a$  den Wagenabstand und  $S$  die Seil- bzw. Kettenspannung an der betreffenden Stelle, so ist der natürliche Durchhang auf der wagerechten Strecke

$$f = \frac{1}{8} \cdot \frac{q_s \cdot a^2}{S}.$$

Bei einem Übergang von der wagerechten in eine ansteigende Strecke mit dem Neigungswinkel  $\alpha$  muß das Geleise entsprechend einer Parabel verlegt werden. Mit den oben angeführten Bezeichnungen wird

$$l = \frac{S \cdot \operatorname{tg} \alpha}{q_s},$$

$$h = \frac{l}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{S \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha}{2 \cdot q_s}.$$

Bei Annahme von  $S$  ist auf die Anfahrwiderstände, auf ungleichmäßigen Wagenabstand und auf Erhöhung der Spannung durch Zufälligkeiten Rücksicht zu nehmen. Mulden in der Strecke müssen mit einem Radius

von  $R \geq \frac{S}{q_s}$  ausgerundet werden. Auch hier empfiehlt es sich, bei der Annahme von  $S$  aus den vorher genannten Gründen vorsichtig vorzugehen.

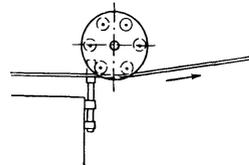


Abb. 310. Druckrolle für Bruchpunkte.

Falls die örtlichen Verhältnisse die Herrichtung allmählicher Übergänge bei Einsenkungen oder Bruchpunkten nicht zulassen, müssen

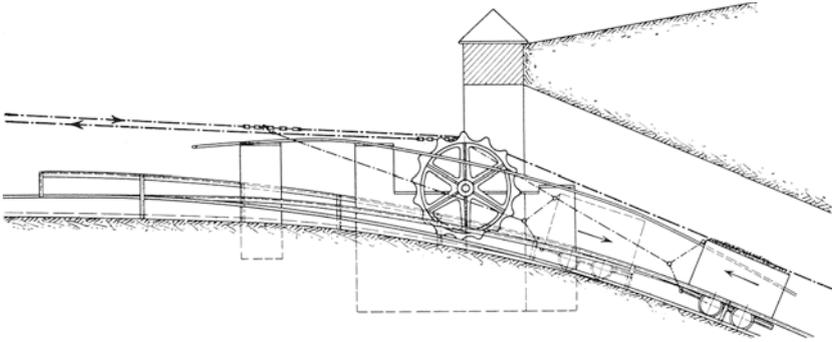


Abb. 311. Streckenkrümmung mit über Rolle geführtem Zugseil.

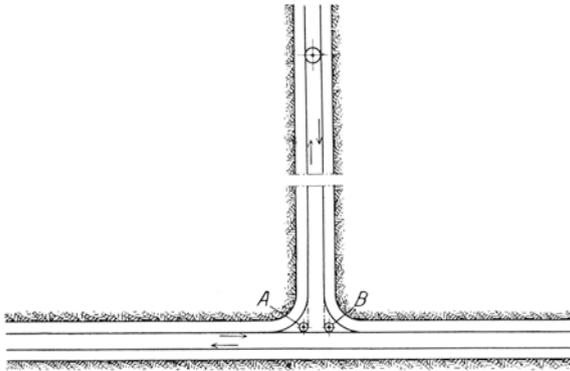


Abb. 312. Strecke mit Abzweigung (Grubenbetrieb):

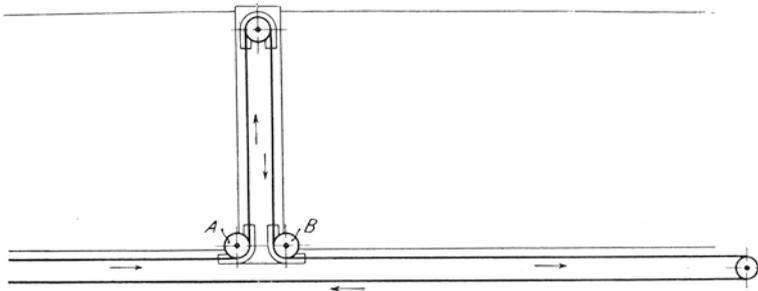


Abb. 313. Strecke mit Abzweigung (Lagerplatzbeschüttung).

Druckrollen angewendet werden. Bei Oberseil mit Gabelmitnehmer hat sich die Ausführung mit sechs zwischen zwei Seitenschildern ge-

lagerten Leitrollchen gut bewährt (Abb. 310). Stößt die Gabel gegen eins der Röllchen an, so nimmt sie das ganze System mit, wobei das Seil noch in der Gabel festgedrückt wird. Für Oberseil und Keilseil-schloßmitnehmer genügt eine senkrechte Rolle mit breitem Profil (Abb. 300 u. 301).

Bei Oberkettenförderungen liegen die Verhältnisse nicht so einfach. Man hilft sich in gegebenen Fällen durch eine pendelnd aufgehängte schwere Druckrolle, oder man gestaltet die Kettenführung so, daß die Wagen auf kurzer Strecke kettenfrei laufen und vor der Steigung wieder gefaßt werden. Diese Hilfsmittel sind aber bei wei-

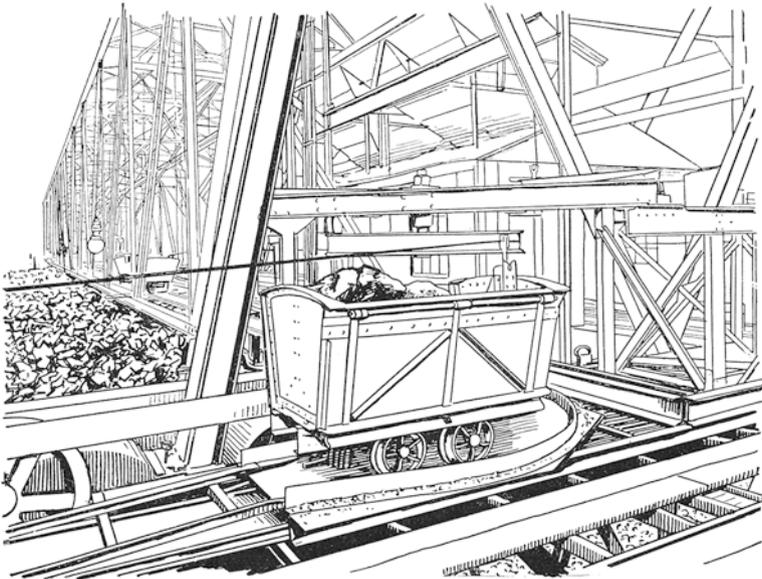


Abb. 314. Abzweigstelle einer fahrbaren Brücke mit Schleppschienen (Heckel).

tem nicht so vollkommen, wie die für Seil angeführten, so daß ihre Umgehung nach Möglichkeit angestrebt werden soll. Unterliegende Kette mit Mitnehmern wird an Bruchpunkten durch eine Druckschiene in der richtigen Höhenlage gehalten.

Damit bei konvexen Gleiskrümmungen infolge der Ablenkungen des Zugorganes keine zu hohe Belastung des Wagens eintritt, ist die Strecke stark auszurunden. Wenn dies nicht möglich ist, muß der Seil- oder Kettendruck durch Rollen aufgenommen werden (Abb. 311), wobei sich nicht immer die Verbindung zwischen Zugorgan und Wagen aufrechterhalten läßt.

Kommen Abzweigungen vor, so kann das Hauptseil durch die Nebenstrecke hindurchgeführt werden. In Gruben werden in diesem

Fälle die ankommenden leeren Wagen vor der Rolle *A* abgeschlagen und nur ein Teil nach Bedarf der Nebenstrecke zugeführt, während die übrigen hinter der Rolle *B* wieder angeschlagen werden und in der

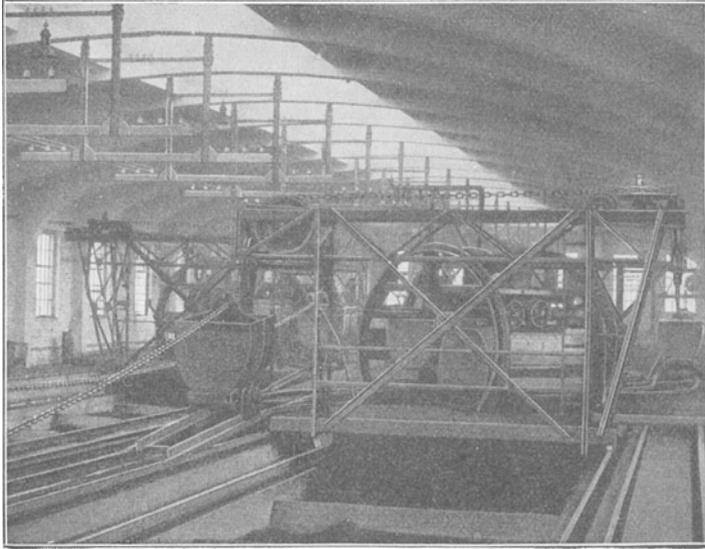


Abb. 315. Fahrbare Wipperbrücke zur Bunkerbeschickung (Heckel).

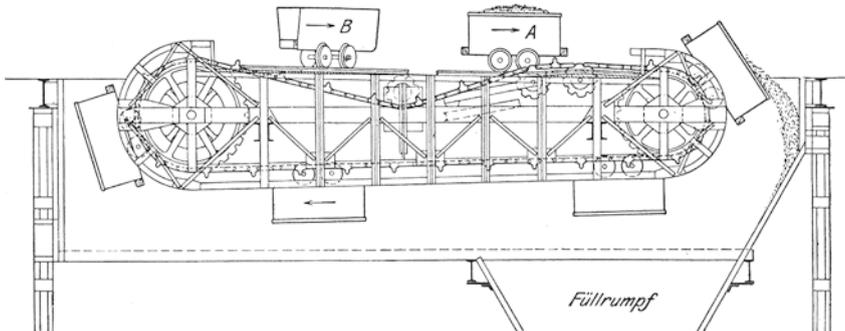


Abb. 316. Sturzkipper von Hasenclever.

Hauptstrecke weitergehen (Abb. 312). Bei Beschüttung von Lagerplätzen oder Speichern, an denen die Hauptstrecke seitlich entlang geführt wird, bleiben dagegen alle bei *A* ankommenden vollen Wagen am Seil und werden an irgendeinem Punkte der Abzweigung selbsttätig entleert. Für einen langgestreckten Platz sind entweder eine Anzahl Abzweigungen

herzustellen, oder das Nebengleis ist, wie in Abb. 313 angenommen, auf eine fahrbare Brücke zu setzen, die den ganzen Lagerplatz bestreicht. An den Auf- und Ablaufstellen werden im letzteren Falle schräge Leitbleche bzw. Schlepptschienen angebracht, die das Längsgleis überdecken (Abb. 314).

Die große Anpassungsfähigkeit der Fördereinrichtungen mit Pendel und Ringbetrieb hat zu ganz eigenartigen Kombinationen geführt. Die Beschickung von Bunkern mittlerer und größerer Länge löste Heckel mittels fahrbarer Wipperbrücke, die mit Auf- und Ablauf-

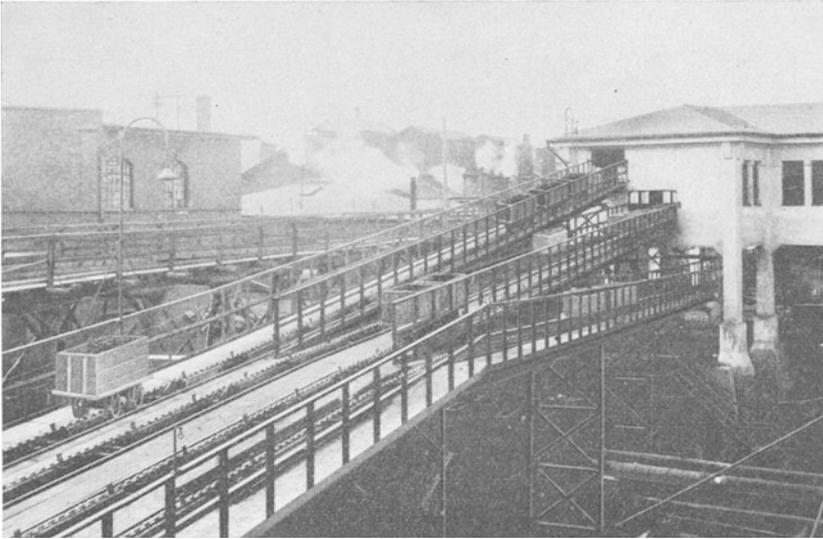


Abb. 317. Förderung über mehrere Stockwerke (Heckel).

zungen zwecks Verbindung der Förderbahn mit der Wipperplattform versehen sind (Abb. 315). Das Heranholen der beladenen Wagen geschieht durch endlose Oberkette, die in dem Aufbau der Wipperbrücke so geführt ist, daß die Wagen über die Auflaufzunge nach der Wipperplattform gelangen, nach Entleerung durch dieselbe Kette aufgenommen werden und über die Ablaufzunge die Förderbahn wieder erreichen. Das Verfahren der Wipperbrücke kann sowohl bei stillstehender als auch bei sich bewegender Kette erfolgen. Hasenclever verwendet für seinen patentierten Sturzkipper (Abb. 316) eine unterliegende Kette; gegebenenfalls wird der Kipper fahrbar ausgeführt.

Die nicht selten vorkommende Forderung, daß das Kreuzen von Wagen, die in verschiedenen Richtungen laufen, in der Ebene vermieden

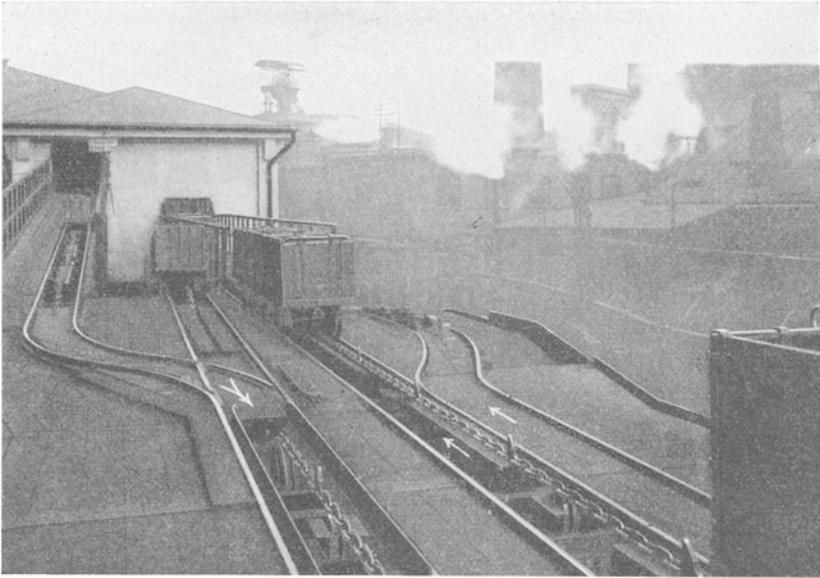


Abb. 318. Dreischienige Förderbahn (Heckel).

werden soll, zwingt zur Förderung in zwei oder mehreren Stockwerken mit Seil oder Kette als Zugorgan (Abb. 317). Auf der dreischienigen Förderbahn (Abb. 318 rechts) nehmen die von einer Kette fortbewegten Wagen die um Schienenspur zu ihnen versetzt laufenden Wagen mit.

### F. Sicherheitsvorrichtungen.

Unfälle können vor allem dadurch entstehen, daß sich ein Wagen auf einer Steigung bzw. im Gefälle vom Seil oder von der Kette löst.

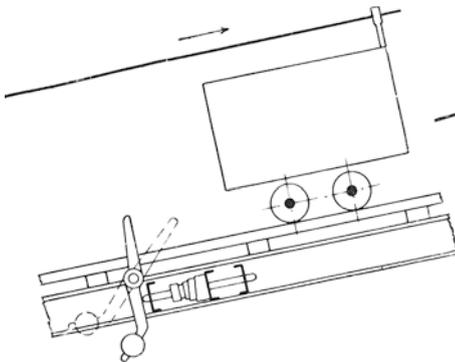


Abb. 319. Fangvorrichtung für aufwärtsgehende Wagen (Heckel).

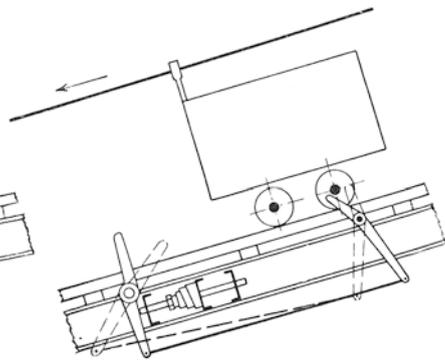


Abb. 320. Fangvorrichtung für abwärtsgehende Wagen (Heckel).

Durch Fangvorrichtungen läßt sich diese Gefahr beseitigen. Abb. 319 zeigt eine Fangvorrichtung für aufwärtsgehende Wagen. Der Fanghebel wird beim Aufgang niedergedrückt, hält aber den zurücklaufenden Wagen auf, wobei eine Feder den Stoß mildert. Die Fangvorrichtung für abwärtsgehende Wagen (Abb. 320) besteht aus einem durch Zugstange verbundenen Hebelpaar. Die normale Stellung ist punktiert gezeichnet. Wenn der Wagen langsam über die Stelle hinweggeht, so stößt er zunächst gegen den oberen Hebel und bringt die Vorrichtung in die mit vollen Linien angegebene Fangstellung. Bevor er aber auf den unteren Hebel trifft, hat dieser Zeit gehabt, in die nor-

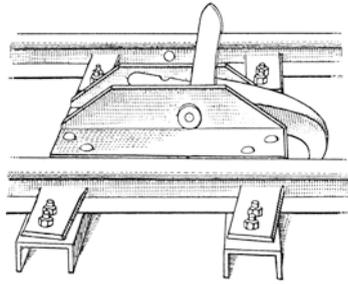


Abb. 321. Fangklaue „Stasch“.

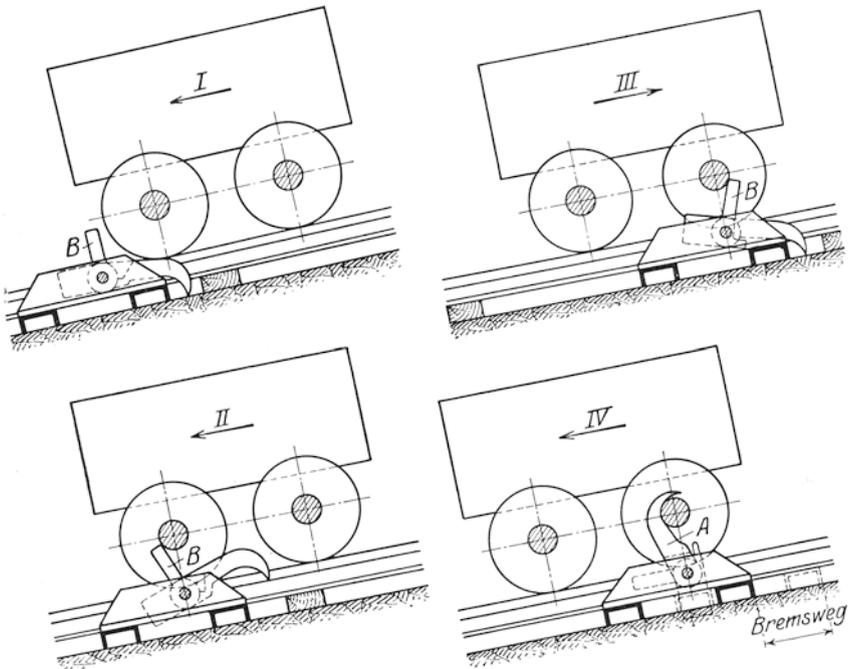


Abb. 322 bis 325. Wirkungsweise der Fangklaue „Stasch“.

male Stellung zurückzugehen. Läuft der Wagen indessen schneller als gewöhnlich, so findet der Fanghebel nicht die Zeit, sich anders einzustellen, und der Wagen wird festgehalten.

Die Fangklaue Stasch (Abb. 321 bis 325), eine sehr einfache Sicherheitsvorrichtung, gestattet bei normalem Betrieb sowohl den aufwärts, wie den abwärts laufenden Wagen ungehindert die Durchfahrt, da sich der Hebel *B* nach beiden Richtungen so viel neigt, daß die Achsen der Wagen darüber gleiten können. Bei erhöhter Geschwindigkeit des abwärts rollenden, führerlos gewordenen Wagens erhält der Hebel *B* durch die vordere Achse einen Schwung, der die volle Aufrichtung der

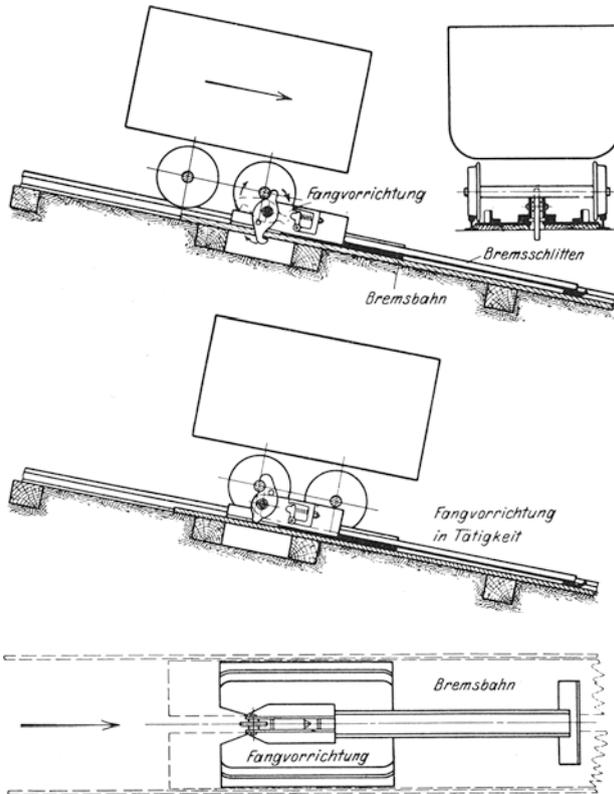


Abb. 326 bis 329. Fangvorrichtung „Proksa“.

Fangklaue *A* bewirkt, so daß sie die hintere Achse umfaßt und so den Wagen zum Stehen bringt. Die Verlagerungseisen der Klaue können an den Schienenfüßen gleiten, so daß das Auffangen des Wagens ohne großen Stoß erfolgt. Auf ähnlichem Prinzip beruht die Fangvorrichtung System Proksa Abb. 326 bis 329. Die Fangklaue ist hier auf einem zwischen den Schienen angeordneten starken Blech verlagert, das mit einigen Nägeln auf einer Gleitbahn aus Holz befestigt wird. Der führerlos gewordene Wagen legt auch hier mit seiner vorderen Achse die

Fangklaue um, wodurch die hintere Achse gehalten wird. Da der Wagen hierbei mit den Spurkränzen auf dem Verlagerungsblech der Fangvorrichtung steht, wird das Eigengewicht des Wagens ausgenutzt, um die demselben innewohnende Energie durch eine größere Bremsreibungskraft zu vernichten. Der Bremsweg ist in seiner Länge nicht beschränkt, und es findet daher eine ganz allmähliche Abbremsung des Wagens statt. Eine grundsätzlich ähnliche Fangvorrichtung führt auch Hasenclever aus.

Sicherheitsvorrichtungen, die beim Bruch eines Seiles Beschädigungen der Förderbahn und des rollenden Materials verhüten, sind nur selten ausgeführt worden, da bei regelmäßiger Überwachung des Seiles etwa vorhandene Drahtbrüche festgestellt und Auswechslungen beschädigter Seilstücke oder Ablegen des Seiles veranlaßt werden können. Für Ketten verwendet man zuweilen sog. Kettenfänger. Nach Abb. 330 wird das Kettentrum, das infolge eingetretenen Bruches nach

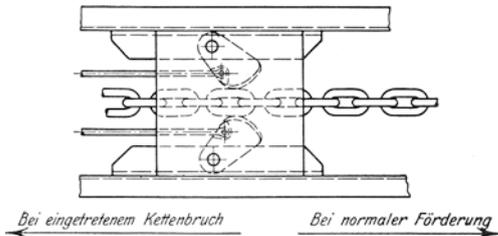


Abb. 330. Kettenfänger.

unten abzugehen versucht, durch zwei Klemmbacken festgehalten, die dem Durchgang der Kette bei normalem Betrieb in entgegengesetzter Richtung kein Hindernis bereiten.

Im allgemeinen ist, wie unter D. dargelegt, gleichmäßiger Wagenabstand Bedingung für sicheren Betrieb. Daher ist es ratsam, durch Anbringung brennender Lampen in der richtigen Entfernung vom Anschlagpunkt oder durch Glockensignale dem Anschläger die Einhaltung der Wagenentfernung zu erleichtern.

## G. Förderleistung und Kraftverbrauch.

Die Anzahl der in einer Stunde zu fördernden Wagen ist mit den am Schluß gegebenen Bezeichnungen:

$$n = \frac{Q \cdot 1000}{g}$$

und der Zeitabstand der Wagenfolge

$$t = \frac{3600}{n} = \frac{3,6 \cdot g}{Q}.$$

Mithin ergibt sich ein Wagenabstand von

$$a = v \cdot t = \frac{3,6 \cdot g \cdot v}{Q}.$$

Die Anzahl der in jedem Strang befindlichen Wagen ist

$$z = \frac{L}{a} = \frac{L \cdot Q}{3,6 \cdot g \cdot v}.$$

Die Gesamtbelastung der beiden Stränge ist demnach

$$G = \frac{L \cdot Q}{3,6 \cdot g \cdot v} (2 \cdot g_0 + g) + 2 L q_s,$$

$$G = L \cdot \left[ \frac{Q}{3,6 \cdot v} \left( 1 + \frac{2 \cdot g_0}{g} \right) + 2 \cdot q_s \right]$$

und die zur Fortbewegung dieser Last auf der wagerechten geraden Strecke erforderliche Leistung

$$N_1 = \frac{w_1 \cdot G \cdot v}{75} = \frac{w_1 \cdot Q \cdot L}{270} \left( 1 + \frac{2 \cdot g_0}{g} + \frac{7,2 \cdot q_s \cdot v}{Q} \right).$$

Besteht zwischen den beiden Endpunkten ein Höhenunterschied  $H$ , so ist die der Hebung bzw. Senkung der Nutzlast  $Q$  entsprechende Arbeitsleistung

$$N_2 = \frac{Q \cdot H \cdot 1000}{3600 \cdot 75} = \frac{Q \cdot H}{270}.$$

Die erforderliche Antriebsleistung in PS wäre demnach allgemein

$$N = \frac{w_1 \cdot Q \cdot L}{270} \left[ 1 + \frac{2 \cdot g_0}{g} + \frac{7,2 \cdot q_s \cdot v}{Q} \right] \pm \frac{Q \cdot H}{270},$$

worin das  $-$ -Zeichen für Talförderung gilt.

Wird  $N$  negativ, so muß die überschüssige Kraft abgebremst werden (Bremsberganlage).

Für die Ermittlung der Größe des Antriebmotors ist der Wert von  $N$  infolge der in dem Antrieb auftretenden Reibungsverluste durch einen Wirkungsgrad  $\eta$  zu dividieren, wobei  $\eta = 0,65$  bis  $0,8$  angenommen werden kann. Bei Bremsbergen ist die abzubremsende Leistung  $N_b = \eta N$ . Zuweilen wird, besonders bei größeren Bremsbergen, die überschüssige Kraft zum Antrieb einer Dynamomaschine oder einer Kompressorenanlage verwendet oder durch einen Ventilator vernichtet.

Befinden sich in der Förderbahn Ablenkungen in der wagerechten oder senkrechten Ebene, so bedarf die von der Belastung der Scheiben und Rollen durch die Spannung des Zugmittels hervorgerufene Reibungsarbeit besondere Berücksichtigung.

Ist die Förderstrecke nicht mit einer genügend großen Anzahl Förderwagen besetzt, so daß infolge zu großen Wagenabstandes das Zugorgan von den Streckenrollen getragen werden muß, so

ist dies bei der Bestimmung der Antriebsleistung ebenfalls zu berücksichtigen.

Bei Berechnung der Antriebsleistung von Unterkettenförderungen muß darauf geachtet werden, daß infolge Gleitens der Kette in der Kettenführung je nach den Verhältnissen ein gewisser Kraftaufwand erforderlich wird.

Die Ermittlung der größten Spannung im Zugorgan erfolgt am zweckmäßigsten an Hand eines genauen Längenprofils der Förderstrecke, indem man für jeden einzelnen der auf die Strecke gleichmäßig verteilt angenommenen Wagen den Fahrwiderstand ermittelt. Der Fahrwiderstand eines Wagens setzt sich aus der Reibung und der zur Fahrbahn parallelen Seitenkraft des Gewichtes zusammen. Bezeichnet  $G_v = g_0 + g + a \cdot q_s$  das Gewicht eines beladenen und  $G_l = g_0 + a \cdot q_s$  das Gewicht eines leeren Wagens einschließlich des auf dem Wagen lastenden Gewichtes des Zugmittels, so ist der Fahrwiderstand eines Wagens auf der Vollseite  $F_v = G_v(w_1 \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha)$  und auf der Leerseite  $F_l = G_l(w_1 \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha)$ , wobei das  $-$ -Zeichen für die Bewegung des Wagens in der Talrichtung gilt. Zur Vereinfachung der Berechnung kann bis zu rd.  $6^\circ$  Neigung  $\cos \alpha = 1$  und  $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha$  gesetzt werden.

Ausgehend von der Spannung  $t_a$  des von der Spannvorrichtung ablaufenden Trums sind alsdann die für die einzelnen Wagenstellungen ermittelten Fahrwiderstände der Reihe nach algebraisch zu addieren, wodurch sich die größte Spannung leicht feststellen läßt. Bei der Addition der einzelnen Fahrwiderstände können gleichzeitig die Reibungswiderstände der Tragrollen, Kurven- und Ablenkscheiben berücksichtigt und schließlich auch die örtlichen Beanspruchungen des Zugmittels an Zwischenstationen als Grundlage zu deren Berechnung ermittelt werden.

Bei wagerechter Förderung sind die Fahrwiderstände der Wagen auf der Vollseite und diejenigen auf der Leerseite unter sich gleich groß. Ist hier, wie meist üblich, die Spannvorrichtung hinter dem Antrieb angeordnet, so wird:

$$\text{oder mit: } \begin{aligned} Z_{\max} &= t_a + \sum (G_v + G_l) \cdot w_1 + R_s \\ \sum (G_v + G_l) &= G, \quad Z_{\max} = t_a + G \cdot w_1 + R_s, \end{aligned}$$

wobei mit  $R_s$  die durch die Bewegung der Tragrollen, Kurven- und Ablenkscheiben zu überwindenden Reibungswiderstände bezeichnet werden.

Bei Förderung auf schiefer Ebene mit stetigem Streckenverlauf, d. h. bei gleichbleibender Neigung, und obenliegender Spannvorrichtung wird dann sinngemäß

$$Z_{\max} = t_a + G \cdot w_1 \cdot \cos \alpha + z \cdot g \cdot \sin \alpha + R_s.$$

Hier ist gleichmäßige Besetzung der Voll- und Leerseite vorausgesetzt; eine unregelmäßige Besetzung kann wohl vorkommen, muß sich aber in engen Grenzen halten.

Bei Bremsbergförderung mit untenliegender Spannvorrichtung wird

$$Z_{\max} = t_a + \sum G_v (\sin \alpha - w_1 \cdot \cos \alpha).$$

Die Berechnung der Anlagen mit Pendelbetrieb läßt sich nach Vorstehendem und unter sinngemäßer Anwendung der angeführten Beziehungen ohne weiteres durchführen.

Die Bestimmung der Größe des Spannunggewichtes wird von den jeweiligen Betriebsverhältnissen beeinflusst. Für Antriebe und Bremsstationen mit Reibungsscheiben und für die Fälle, die an anderer Stelle als Beispiele für die Ermittlung der größten Spannung im Zugorgan behandelt worden sind, gelten nachstehende Beziehungen, wenn  $P$  die Umfangskraft an der Antriebs- oder Bremscheibe  $= \frac{75 N}{v}$  und  $e^{\mu \alpha}$  den Treibfaktor (vgl. die Tafel auf Seite 145) bezeichnet:

1. Wagerechte Strecke mit Spannunggewicht nahe dem Antrieb im auslaufenden Trum:

$$t_a \geq \frac{P}{e^{\mu \alpha} - 1}.$$

2. Lastenförderung auf schiefer Ebene, Antrieb mit Spannvorrichtung oben:

$$t_a \geq \frac{P}{e^{\mu \alpha} - 1};$$

damit aber das Seil an der Umlenkscheibe am unteren Ende der Bahn nicht schlapp wird, muß auch sein:

$$t_a > \sum G_l (\sin \alpha - w_1 \cdot \cos \alpha).$$

3. Bremsbergförderung mit Bremsstation oben und Spannvorrichtung unten:

$$t_a \geq \frac{P}{e^{\mu \alpha} - 1} - \sum G_l (w_1 \cdot \cos \alpha + \sin \alpha).$$

Wird hierbei  $t_a$  negativ, so zeigt dies, daß ein kleinerer umspannter Bogen  $\alpha$ , als angenommen, genügt; auf das, wenn auch kleine Spannunggewicht wird man aber nicht verzichten, als Ausgleich für etwa in der Leerstrecke fehlende Wagen, schließlich auch wegen des damit verbundenen Vorteiles beim Anfahren der Bahn und der selbsttätigen Ausgleichung der Längung des Zugorganes.

Allgemein mag der Grundsatz gelten, daß das Spannunggewicht immer da angeordnet werden soll, wo das Zugorgan die geringste Spannung aufweist. Dementsprechend die Annahmen in den Fällen 1 und 3; nur

bei Fall 2 ist eine Ausnahme gemacht, weil das Spanngewicht aus örtlichen Gründen nicht immer am unteren Ende der Bahn vorgesehen werden kann, z. B. wegen häufigeren Verlegens des Endpunktes der Bahn.

Bei Bestimmung der Lage und Größe des Spanngewichtes für eine Kettenförderung mit Greiferscheibe ist darauf zu achten, daß sich der Ablauf der Kette von der Greiferscheibe sicher vollzieht. In der Regel genügt eine Ablaufspannung von etwa 300 bis 500 kg. Man kommt also mit verhältnismäßig kleinen Spanngewichten aus, für deren allgemeine Anordnung die für Reibungsantriebe genannten Gesichtspunkte sinngemäß Anwendung finden können. Auf Maßnahmen gegen etwaiges Schlappwerden der Kette (vgl. Fall 2) sei nochmals hingewiesen.

Bei Pendelbetrieb kommen Fahrgeschwindigkeiten bis zu 4 m/s und darüber vor. Bei Ringbetrieb dagegen wird für Oberkette  $v = 0,75$  bis 1,75, für Unterkette 0,25 bis 0,75 je nach Art der Mitnehmer, für Oberseil 0,5 bis 1,0 und für Unterseil je nach Art der Mitnehmer 0,25 bis 0,5 m/s gewählt. Im allgemeinen wird man mit der Geschwindigkeit nur dann bis zur äußersten Grenze gehen, wenn die Leistung dies erfordert. Je niedriger die Geschwindigkeit, um so größer wird die Betriebsicherheit. Dem Umstand, daß der Wagenpark sich hierbei vergrößert, steht bei der am meisten vorkommenden Förderung mit hochliegendem Zugmittel der Vorteil gegenüber, daß bei kleinem Wagenabstand meist das Zugmittel von den Wagen getragen wird, also mit der Streckensohle nicht in Berührung kommt.

Der Wagenabstand ist naturgemäß ganz verschieden, da er von der Leistung und Fahrgeschwindigkeit abhängig ist. Ein Mindestwagenabstand muß vorhanden sein, wenn Oberkette ohne Mitnehmer verwendet wird und die Kette auf dem Fördergut ruht. Der Widerstand, den die Kette dem Gleiten entgegensetzt, muß dann größer sein, als der Wagenwiderstand beim Anfahren. Ist dieser bekannt, so kann aus der Gleichung

$$W = a \cdot q_s \cdot \mu ,$$

worin  $\mu = 0,5$  gesetzt werden darf, der geringste zulässige Wagenabstand  $a$  bei angenommenem Kettengewicht  $q_s$  berechnet werden. Die Rechnung ist zu überprüfen, sobald die Stärke der Kette und damit ihr genaues Gewicht ermittelt ist. Man wird auf diese Weise sicher rechnen, da die Widerstände, welche die Kettenglieder an den Wagenstirnwänden finden, nicht berücksichtigt sind. Bei Oberseil mit Gabelmitnehmer liegt die untere Grenze für den Wagenabstand bei etwa 12 bis 15 m.

Bei guter Ausführung des Wagens ist gewöhnlich  $w_1 \cong 0,015$  zu setzen. Während der Einlaufzeit und unter sonst ungünstigen Um-

ständen kann jedoch  $w_1$  auf 0,02 und darüber steigen, weshalb für die Berechnung des Antriebes mindestens dieser Wert zugrunde gelegt werden sollte. Rollenlager ziehen den Widerstandskoeffizienten herab, nach den Versuchen von Schulte<sup>1)</sup> auf 0,007 bis 0,013, hierbei ebenfalls gute Ausführung und Unterhaltung der Radsätze vorausgesetzt.

## H. Wirtschaftlichkeit und Anwendbarkeit.

Außer den Anlagekosten und den Ausgaben für Kraftverbrauch und Bedienung spielt eine Hauptrolle der Verschleiß des Zugmittels. Leider sind die vorliegenden Erfahrungen unter so verschiedenen Bedingungen gesammelt worden, daß ihre wissenschaftliche Auswertung eine kaum lösbare Aufgabe darstellt. Die besonderen Verhältnisse der Strecke, die Konstruktion der Einzelheiten, die Stärke und die mehr oder minder gute Schmierung des Zugmittels beeinflussen seine Lebensdauer in jedem einzelnen Falle in sehr mannigfacher Weise.

Zweischienige Bahnen mit Zugmittel werden sowohl in Grubenbetrieben unter und über Tage als auch in Steinbrüchen, auf Fabrikhöfen usw. angewendet.

Infolge ihres stetigen Betriebes haben die Seil- und Kettenförderungen den Vorteil des gleichmäßigen Arbeitsverbrauches. Die Fahrgeschwindigkeiten sind gering, so daß das rollende Material mehr geschont wird als z. B. bei Lokomotivförderungen.

Die Leistungsfähigkeit schwankt innerhalb weiter Grenzen. Es sind Anlagen ausgeführt worden mit mehr als 300 t Stundenleistung, aber auch Anlagen mit geringer Leistung bis herab zu 20 t/st arbeiten noch durchaus wirtschaftlich.

Die Länge der Förderstrecke bewegt sich in sehr weiten Grenzen. Neben kurzen Unterkettenförderungen von einigen Metern Länge findet man Anlagen mit überliegendem Seil und Kette von einigen Kilometern Länge.

Kurvenumfahrungen sind selbst unter den schwierigsten Verhältnissen in technisch einwandfreier Weise durchführbar.

Zugunsten der Seil- oder Kettenförderung spricht auch in vielen Fällen deren Fähigkeit, vorhandene große Steigungen anstandslos zu überwinden.

Der Forderung eines weitestgehend selbsttätigen Förderbetriebes kann vielfach entsprochen werden durch Wahl eines geeigneten Zugorganes und Mitnehmers. Die Wahl wird naturgemäß beeinflußt durch die Rücksichtnahme auf die Betriebsverhältnisse und auf das vorhandene Wagenmaterial.

---

<sup>1)</sup> Vgl. Schulte, Grubenbahnen.

Infolge der mannigfaltigen Möglichkeiten der Gestaltung können sowohl die Fördereinrichtungen mit Pendel- als auch die mit Ringbetrieb den verschiedensten Betriebsverhältnissen und Örtlichkeiten angepaßt werden.

Die Frage, welche Förderart in den einzelnen Fällen die gegebene ist, hängt von verschiedenen Einflüssen ab, so daß sie nur nach Kenntnis der Örtlichkeit und der Betriebsbedingungen entschieden werden kann. Gewisse Anhaltspunkte mögen die folgenden, für die verschiedenen Förderarten aufgestellten Richtlinien geben.

### 1. Förderung mit Pendelbetrieb.

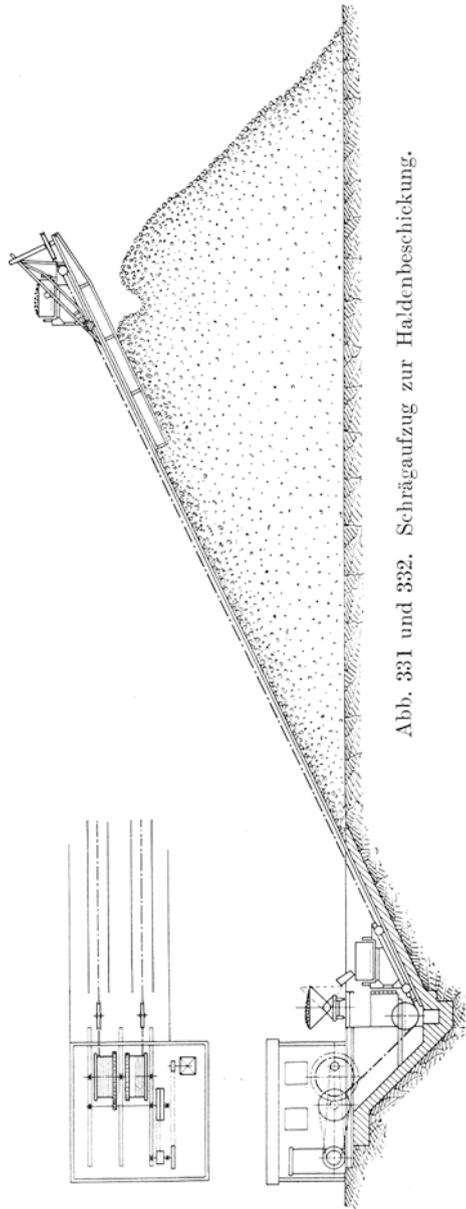
#### a) Mit Vorder- und Hinterseil.

Das Anwendungsgebiet dieser Förderart ist verhältnismäßig klein. Sie kommt hauptsächlich dort in Frage, wo es sich um weniger große Leistungen und um Förderung in Zügen handelt oder wo die örtlichen Verhältnisse die Verlegung nur eines Gleises gestatten.

#### b) Mit offenem Seil (Schrägaufzüge und Bremsberge).

Diese Förderart bei ein- oder zweigleisiger Strecke findet dort Anwendung, wo große Steigungen den Betrieb mit stetiger Förderung nicht gestatten und wo es sich gleichfalls um nicht zu große Leistungen handelt, ferner da, wo größere Einzelasten berg- oder talwärts zu fördern sind.

Ein wichtiges Anwendungsgebiet für Fördereinrichtungen mit Pendelbetrieb sind die Haldenbeschickungen. Nach Abb. 331 und 332 werden die Wagen durch eine Winde mit Doppeltrommel auf- und abwärts gefahren. Durch periodische Ver-



schiebung der auf der Böschung festgemachten Seil-Endumführung mit fortschreitendem Wachsen der Halde kann das Haldengelände weitestgehend ausgenutzt werden.

## **2. Seilförderungen für stetigen Betrieb.**

### **a) Seilschloßförderungen mit Oberseil.**

Das Anwendungsgebiet der Seilschloßförderungen ist sehr groß. Sie eignen sich sowohl für große und kleine Leistungen als auch für lange und kurze, gerade und wagerechte Strecken, für Strecken mit Kurven, Steigungen und Gefälle, letztere, soweit die Klemmkraft des einzelnen Mitnehmers ausreicht. Sie kommen ferner in Frage, wenn in Zügen gefördert werden soll und an vorhandenen Wagen keine Änderungen oder Ergänzungen vorgenommen werden können.

### **b) Seilgabelförderungen mit Oberseil.**

Diese Förderart findet hauptsächlich innerhalb von Fabrikanlagen und im Zusammenhange mit Verlade-, Entlade- und Stapelanlagen Verwendung. Sie eignet sich auch für Grubenbetriebe, sofern die Kosten für das Anbringen der Gabelösen an den Wagenstirnwänden in Kauf genommen werden können; ferner überall da, wo die Verhältnisse ein selbsttätiges Ab- oder auch Anschlagen erheischen. Das Befahren von Kurven, Steigungen und Gefällen, letztere bis etwa 10 vH bei mittleren Wagengewichten, ist ohne Bedenken möglich.

### **c) Knoten- und Kettenseilförderungen**

werden für schiefe Ebenen gewählt, wenn mit Pendelbetrieb die Leistung nicht zu erreichen und wenn ferner der Zug am Mitnehmer so groß ist, daß ein glattes Seil mit Seilschlössern oder Gabeln als Mitnehmern keinen sicheren Betrieb mehr gewährleistet.

### **d) Seilförderungen mit Unterseil**

kommen für Fabrikanlagen usw. in Frage, wo ein Verkehr über die Gleise noch möglich sein soll. Kleinere Steigungen, Gefälle und Kurven bilden bei entsprechender Ausbildung der Mitnehmer für eine Unterseilförderung kein Hindernis.

## **3. Kettenförderungen für stetigen Betrieb.**

### **a) Mit Oberkette.**

Das Anwendungsgebiet der Oberkettenförderungen ist, wie das der Seilschloßförderungen, sehr groß. Sie finden sowohl bei wagerechten Strecken, als auch bei Steigungen bis zu 35 bis 40 vH Verwendung und eignen sich hauptsächlich für die Bewältigung großer Leistungen, da

das An- und Abschlagen sich selbsttätig vollzieht und daher mit großer Geschwindigkeit gefahren werden kann. Die Mitnahme ist selbst bei schweren Wagen, wenn diese mit Mitnehmern versehen sind, eine durchaus sichere. Auch für Strecken mit Kurven können Oberkettenförderungen vorgesehen werden, wenn die Kurven nicht zu dicht aufeinanderfolgen. Das Eigengewicht der Kette gewährt den Vorteil, daß Einsenkungen im allgemeinen ohne besondere Hilfsmittel durchfahren werden können. In Grubenbetrieben ist diese Förderart sehr verbreitet.

#### b) Oberkette mit Stößel

ist dann zweckmäßig, wenn die an sich nicht lange Förderbahn eine größere Anzahl kurz hintereinanderliegender Anschlagpunkte besitzt, das An- und Abschlagen der Wagen selbsttätig erfolgen soll und die Wagen einen Angriff der Mitnehmer zwischen den Rädern nicht gestatten. Ferner immer da, wo das Zugorgan und die sich drehenden Teile schädlichen Einflüssen, wie der Einwirkung von Laugen usw., ausgesetzt sind.

#### c) Unterkette mit Mitnehmern.

Diese Förderart ist besonders geeignet für kürzere wagerechte oder schräge Strecken, auch mit Kurven, in Schachthallen, Wipperböden usw. Sie gestattet ein selbsttätiges An- und Abschlagen der Wagen und erfordert keine Änderungen oder Ergänzungen der Wagen für die Mitnahme.

#### d) Unterkette ohne Mitnehmer

wird für längere Strecken angewendet, wenn die Bauart der Wagen oder die örtlichen Verhältnisse die Verwendung eines hochliegenden Zugmittels nicht zulassen. Die Förderart bedingt aber die Anbringung einer Mitnehmervorrichtung an jedem Wagen.

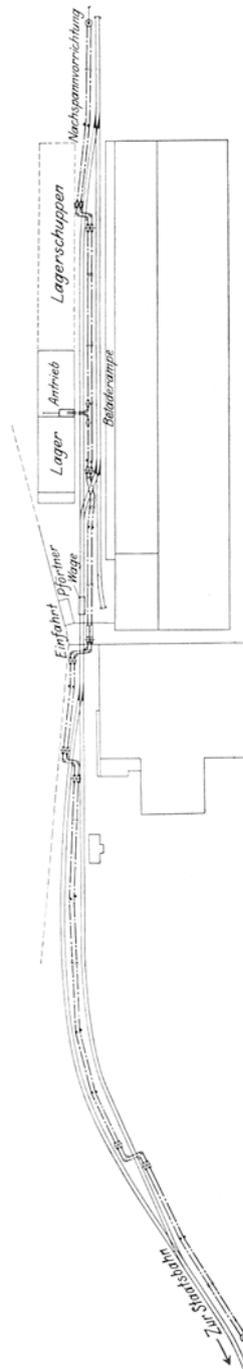


Abb. 333. Schema einer Rangieranlage mit endlosem Seil.

### J. Seilrangieranlagen.

Eine Sonderaufgabe, das Rangieren von Eisenbahnwagen durch Seilzug, sei an dieser Stelle mit behandelt, weil die konstruktiven Grundlagen ähnlicher Art sind wie bei Seilförderungen.

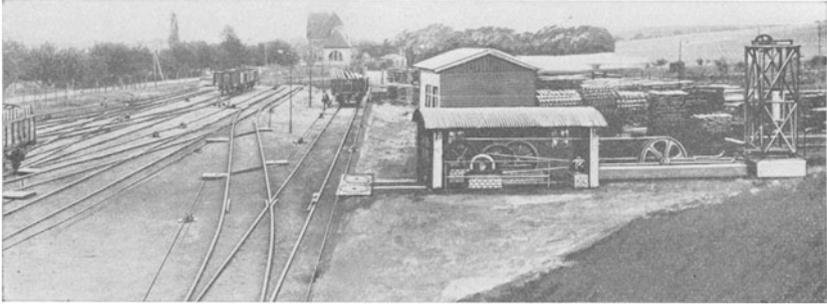


Abb. 334. Blick auf eine Seilrangieranlage.

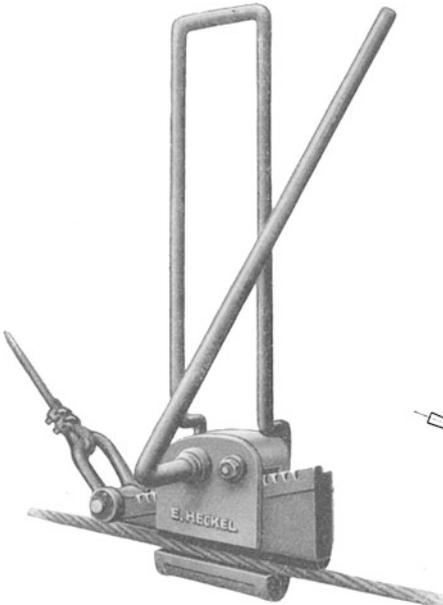


Abb. 335. Seilgreifer Heckel.

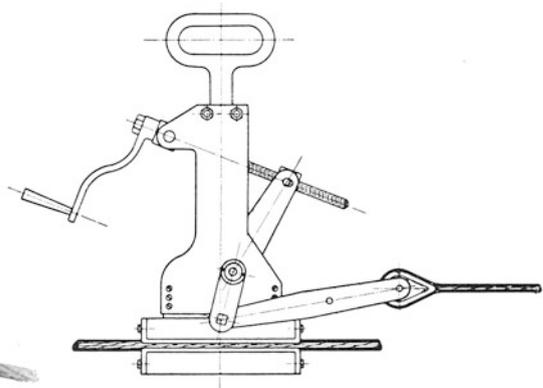


Abb. 336. Seilgreifer Hasenclever.

Bei Verschiebeanlagen für Anschlußgleise, die je nach den örtlichen Verhältnissen und den an sie gestellten Anforderungen verschiedenartige Gestaltung erfahren, hat sich das Seil als Zugmittel gut bewährt.

### 1. Rangieranlagen mit endlosem Seil.

Rangieranlagen mit endlosem Seil lösen für umfangreiche Rangierbahnhöfe mit regem Wagenverkehr die Aufgabe in der vollkommensten Weise (Abb. 333 u. 334), weil sie das Verschieben von Wagen an jeder

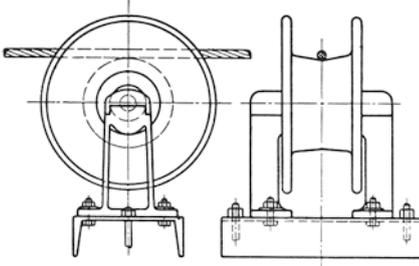


Abb. 337 u. 338. Seiltragrolle mit Ringschmierlager.

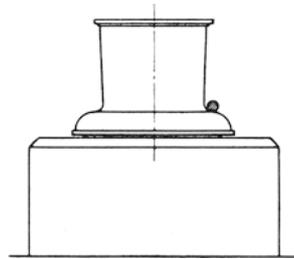


Abb. 339. Kurvenrolle.

beliebigen Stelle ermöglichen, ohne daß besondere Vorrichtungen getroffen werden müssen.

Ihre Konstruktion wurde im Laufe der Jahre derart vervollkommenet, daß die schwierigsten Bedingungen erfüllt werden können, die sich z. B.

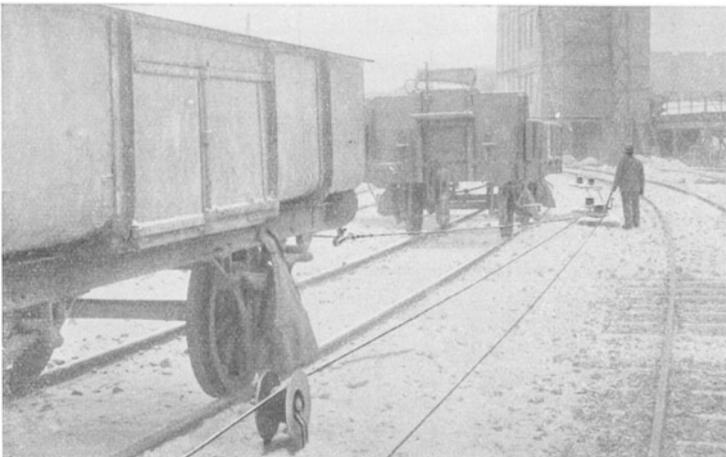


Abb. 340. Streckenbild einer Rangieranlage mit Kurvendurchführung. Im Vordergrunde Tragrolle. Seilhöhe etwa 300 mm.

ergeben, wenn auf Kurven, Weichen, Kreuzungen, Wegeübergänge, Schiebebühnen und Drehscheiben Rücksicht genommen werden muß.

Das Seil wird in der Regel in etwa 300 bis 400 mm Höhe über dem Erdboden den Gleisen entlang geführt und durch einen Antrieb während

der Rangierzeit mit einer Geschwindigkeit von 0,5 bis 0,7 m/s fortbewegt. Bei Rangieranlagen mit Seilsteuerapparat *Varenkamp* läuft das Rangierseil bei Leerlauf mit geringerer Geschwindigkeit und wird selbsttätig auf die normale Fördergeschwindigkeit geschaltet, sobald ein oder mehrere Wagen an das Seil angeschlagen werden.

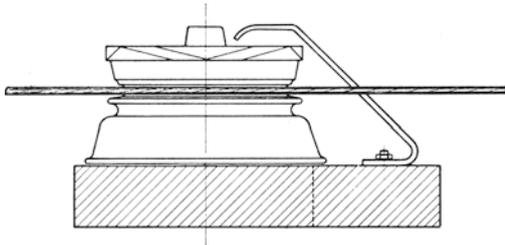


Abb. 341. Kurvenrolle für außenliegendes Seil mit Führungsbügel für das Kuppelseil (Hasenclever).

Als Anschlagvorrichtung dient ein Seilgreifer, an dessen Klemmkraft große Ansprüche gestellt werden, da meistens mehrere Wagen gleichzeitig fortzubewegen sind. Heckel bildet die obere keilförmige Backe als Zahnstange aus, die durch Handhebel und Ritzel betätigt wird, und läßt an ihr das Kuppelseil angreifen, dessen Zug die Klemmwirkung wesentlich vergrößert (Abb. 335). Bei dem Seilgreifer von Hasenclever wird die obere Klemmbacke mittels Spindel angedrückt und durch das Kuppelseil ebenfalls die Klemmkraft gesteigert (Abb. 336).

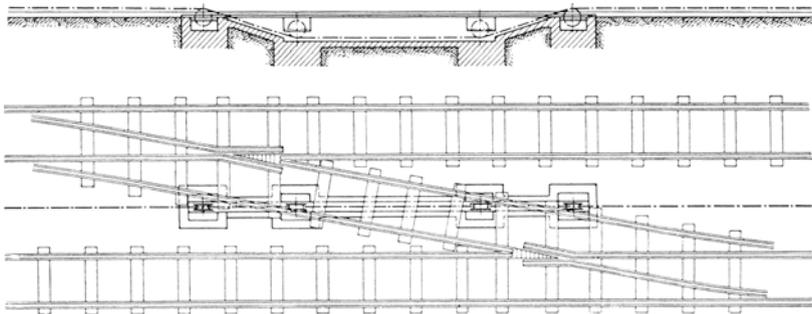


Abb. 342 u. 343. Seilunterführung bei einer Weiche.

Das Seil wird auf freier Strecke durch Tragrollen unterstützt (Abb. 337 und 338), deren  $\sqsubset$ -förmige Kränze die Befahrung mit dem Seilgreifer ermöglichen. Das Durchfahren von Kurven macht keine Schwierigkeiten, da an solchen Stellen das Seil, durch Kurvenrollen (Abb. 339 und 340) geführt, dem Gleise folgen kann. Ein Lösen der Seilverbindung ist auch hier nicht erforderlich. Hasenclever verwendet für außenliegendes Seil Kurvenrollen, deren oberer Rand mit Einschnitten versehen ist, die das Kuppelseil über die Kurvenrollen hinwegführen (Abb. 341).

Bei Weichen, Gleiskreuzungen und solchen Stellen, wo das Seil einen Richtungswechsel erfahren muß, wird dieses meist unterführt (Abb. 342 und 343), wobei der Seilgreifer vor der Unterführung ab- und hinter

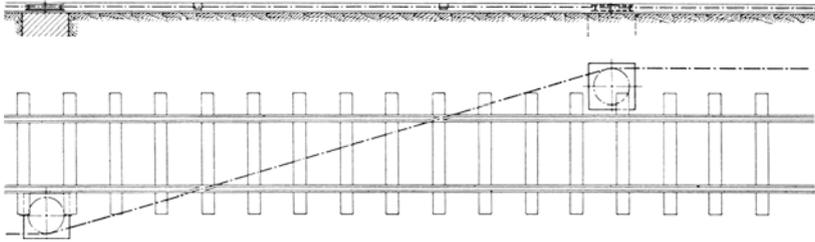


Abb. 344. Seilführung durch geschlitzte oder durchbohrte Schienen.

der Unterführung wieder angeschlagen werden muß. Einfacher ist die Führung durch die Schienen hindurch (Abb. 344), wobei letztere mit Schlitz versehen oder durchbohrt werden, was aber behördlicherseits nicht immer zugelassen wird. In ähnlicher Weise wird das Seil an den Endpunkten der Seilanlage umgeleitet (Abb. 345). Bei größeren Seillängen empfiehlt es sich, eine Endscheibe verstellbar zu machen, damit öfteres Kürzen des Seiles vermieden wird. Das Nachspannen der

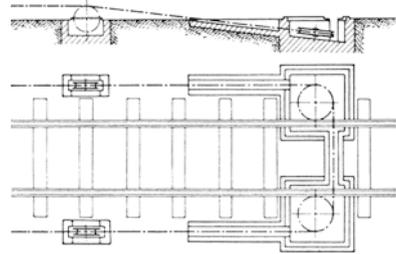


Abb. 345. Seil-Endunterführung.

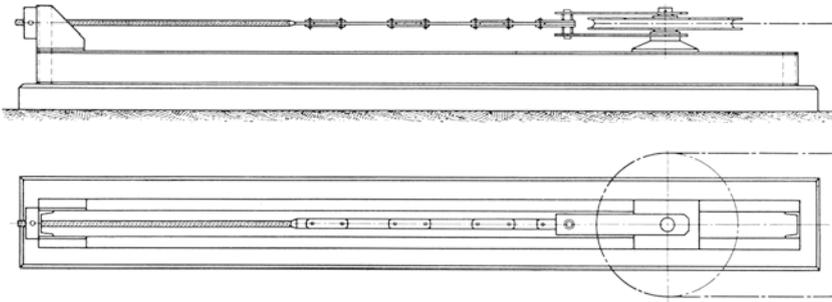


Abb. 346 u. 347. Nachspannen einer Endscheibe mittels Spindel.

Endscheibe kann entweder mittels Spindel (Abb. 346 und 347) erfolgen, oder durch eine kleine Trommelwinde, wie dies aus Abb. 348 und 349 ersichtlich ist. An den Gleis-Endpunkten gestaltet sich die Seilumführung, wie Abb. 350 und 351 zeigt.

Das Kreuzen stark befahrener öffentlicher Wege geschieht in der Weise, daß das Seil in eine Bettung eingelassen und durch Schienen beiderseits vor Beschädigung durch Fahrzeuge geschützt wird (Abb. 352

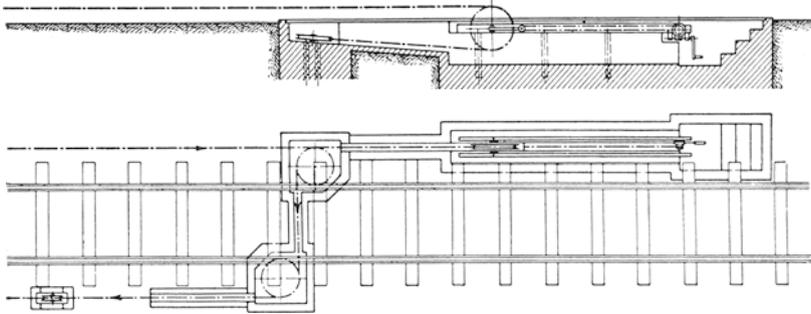


Abb. 348 u. 349. Nachspannen einer Endscheibe mittels Trommelwinde.

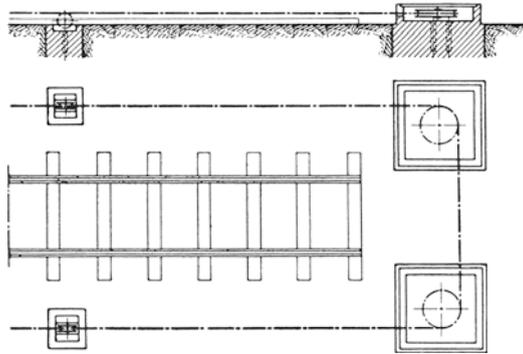


Abb. 350 u. 351. Seilführung am Gleis-Endpunkte.

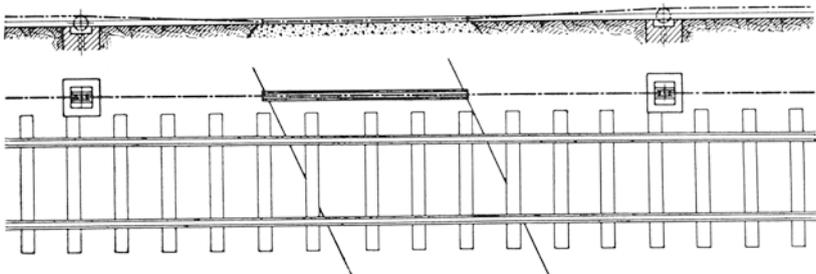


Abb. 352 u. 353. Kreuzung eines Weges durch das Rangierseil.

u. 353). Während des Rangierens über den Weg wird das Seil herausgehoben. Bei weniger befahrenen Wegen wird die normale Seilhöhe beibehalten und das Seil nur in Bedarfsfällen durch eine besondere Vorrichtung in die gewünschte Lage niedergedrückt.

Zu beachten ist, daß alle Scheiben und Rollen unter Wahrung des jeweils in Frage kommenden Wagen- und gegebenenfalls auch des Lokomotivprofils anzuordnen sind.

Die Antriebe mit einer oder zwei hintereinandergelagerten Treibscheiben sind denen für Seilförderungen nachgebildet. Die Regel bilden solche für eine Leistung von 10 bis 15 PS, womit bei nicht zu kurven-

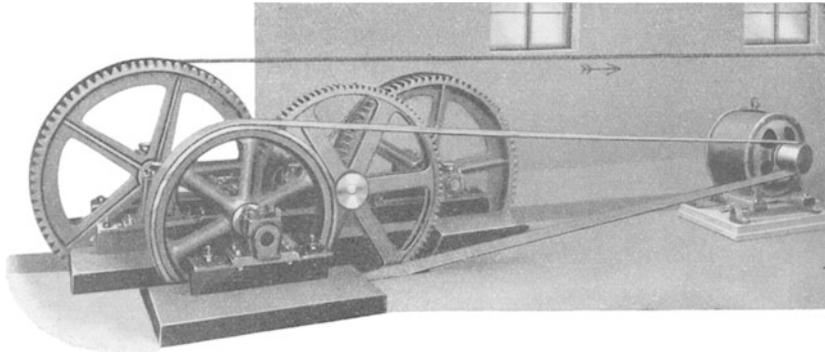


Abb. 354. Rangierseilantrieb mit als Schwungrad ausgebildeter Riemenscheibe.

reicher Strecke bis zu 6 beladene 15 t-Wagen auf wagerechter Strecke gleichzeitig verschoben werden können. Stärkere Antriebe sind seltener, da z. B. bei umfangreichen Gleisanlagen meist zur Unterteilung des Seillaufes geschritten wird, damit der Wirkungsgrad der Anlage in normalen Grenzen bleibt. In solchen Fällen werden zwei oder mehr Antriebseinheiten verwendet, oder die Treibscheiben werden mit mehreren Rillen versehen.

Die Elastizität des Seiles begünstigt ein allmähliches Anfahren der mehr oder minder großen Einzellasten; dies macht sich u. a. bemerkbar bei richtiger gegenseitiger Stellung der eine Gruppe bildenden Wagen, insofern als sie nacheinander in Gang kommen. Trotzdem hat sich die Ausbildung der Antriebsriemenscheibe als Schwungrad sehr nützlich erwiesen (Abb. 354). Daneben wendet Hasenclever noch eine Sicherheits-Rutschkupplung an.

Das vom Antrieb ablaufende Seil wird mittels Gewicht gespannt, das in einem Turm oder in einer Grube geführt ist.

Das Seil, das meist 15 bis 18 mm Durchmesser hat, muß der Eigenart seiner Führung wegen leicht biegsam sein. Schmieren ist zu emp-

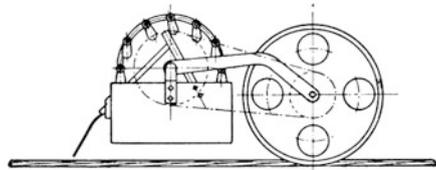


Abb. 355. Schmierapparat Hasenclever.

fehlen; hierzu benutzt Hasenlever den selbsttätigen Schmierapparat nach Abb. 355 mit von einer Seilrolle angetriebenem Schöpfrade.

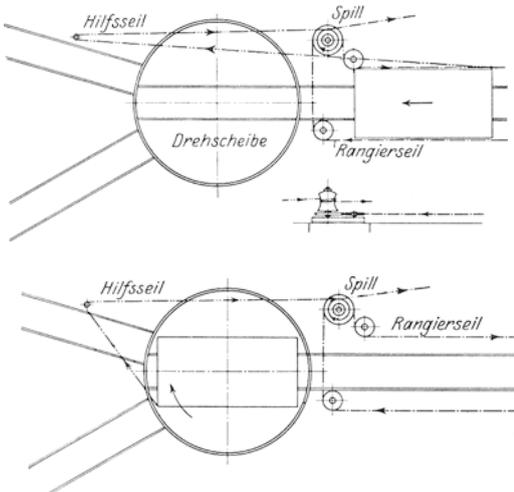


Abb. 356 u. 357. Rangiervorgang mittels Hilfsseil bei einer Drehscheibe.

Etwa vorhandene weniger befahrene Stumpfgleise werden mit offenem Hilfsseil bedient, das von einer Spilltrommel bewegt wird. Auf der Achse der Trommel sitzt eine Treibscheibe, um welche das Rangierseil geschlungen wird, so daß es die Trommel antreibt (Abb. 356 und 357). Das Hilfsseil kann auch für die Bedienung einer Drehscheibe dienen, ebenso das Rangierseil selbst, wenn man den Seilgreifer mit langem Kuppelseil versieht

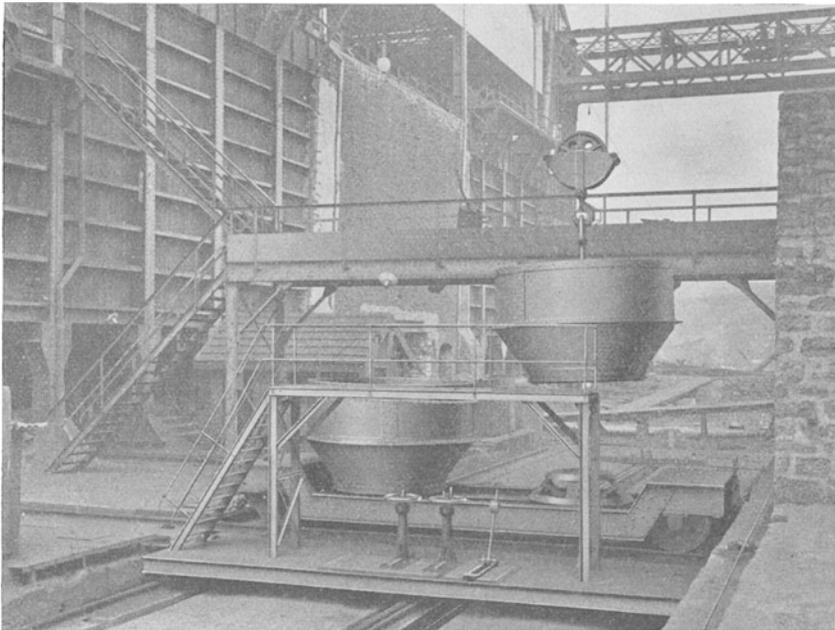


Abb. 358. Rangieren einer Schiebebühne mit endlosem Seil.

und je nach Bedarf Führungsrollen für letzteres einbaut. Auch Schiebebühnen lassen sich durch das endlose Seil bewegen (Abb. 358 und 359). Das mit geringer Geschwindigkeit (meist 0,2 bis 0,25 m/s) umlaufende Seil wird je nach der gewünschten Fahrtrichtung mit dem vor- oder rückwärts laufenden Trum durch Drehen eines auf der Bühnenplattform in passender Höhe angeordneten Handhebels oder Rades gekuppelt.

### 2. Rangierwinden.

Für mittlere Rangierwege und für Anschlußgleise mit zahlreichen Weichen, Kreuzungen usw. eignen sich Rangierwinden, die meist elektrisch angetrieben werden (Abb. 360 bis 362). Diese werden nach der Art

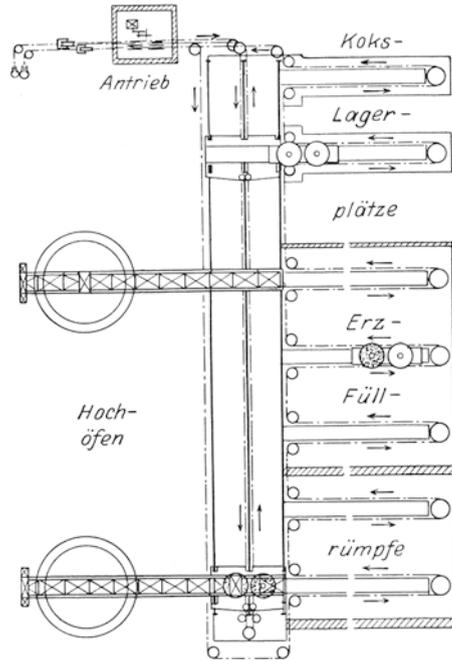


Abb. 359. Rangieren einer Schiebebühne mit endlosem Seil.

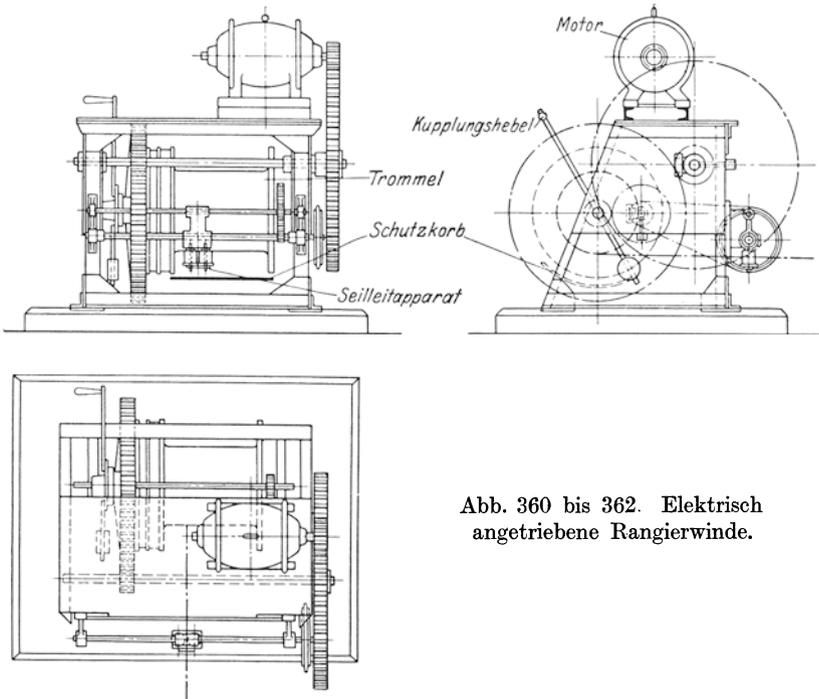


Abb. 360 bis 362. Elektrisch angetriebene Rangierwinde.

eintrümiger Haspel ausgeführt, sie besitzen jedoch, der Eigenart ihres Verwendungszweckes entsprechend, verschiedene Sondereinrichtungen. Das Einrücken der Seiltrommel erfolgt durch eine Reibungskupplung, so daß sich die beim Anfahren auftretenden Stöße nicht auf die Getriebe und den Antriebsmotor übertragen können. Vorteilhaft ist auch hierbei eine derartige Einstellung etwa zu verschiebender Wagengruppen, daß sich die Wagen nacheinander in Bewegung setzen können. Um die Konstruktion der Winde möglichst gedrängt zu halten, wird das Seil in

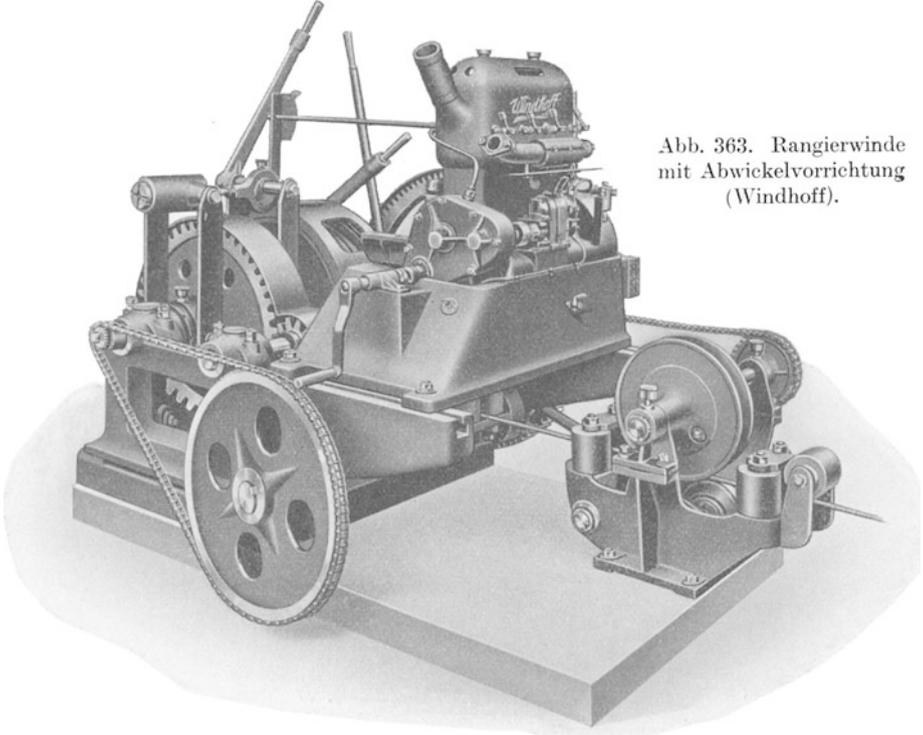


Abb. 363. Rangierwinde mit Abwickelvorrichtung (Windhoff).

mehreren Lagen auf die Trommel gewickelt, mit Hilfe eines von der Trommel angetriebenen Aufwickelapparates. Vor dem Rangieren wird das Seil, nachdem die Trommel abgeschaltet ist, von dieser so weit abgezogen, bis der — meist federnde — Zughaken an dem zu verholenden Wagen oder der Wagengruppe befestigt werden kann. Das Vor-eilen der Trommel verhindert eine auf diese einwirkende Bremse, das Abspringen des Seiles ein Schutzkorb. Um das Abziehen des Seiles zu erleichtern, versieht Windhoff - Rheine die Rangierwinden noch mit einer Abwickelvorrichtung (Abb. 363). Damit die Arbeit des Seilaustragens nicht zu schwer wird, empfiehlt es sich, nach Möglichkeit mit

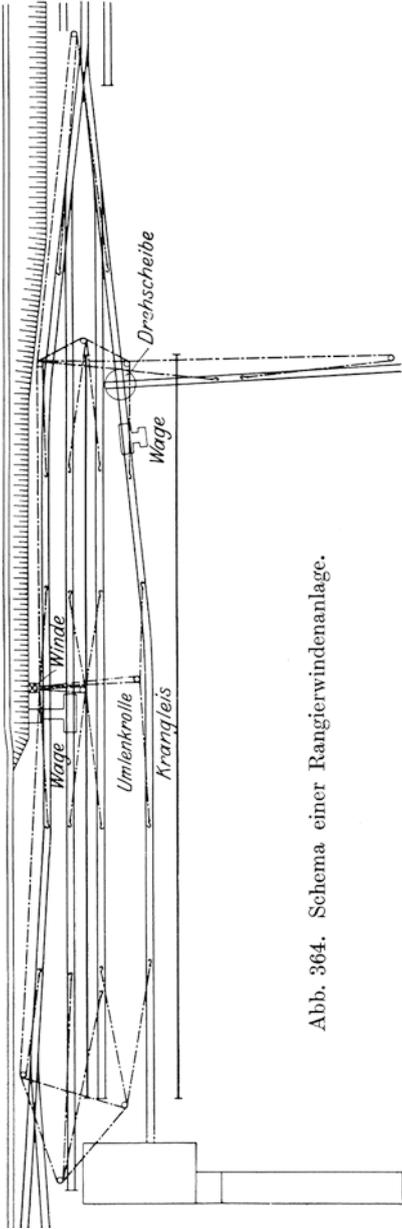


Abb. 364. Schema einer Rangierwindenanlage.



Abb. 365. Blick auf eine Rangierwindenanlage mit vorgelagerter Doppel-Umlenkrolle (Hecke).

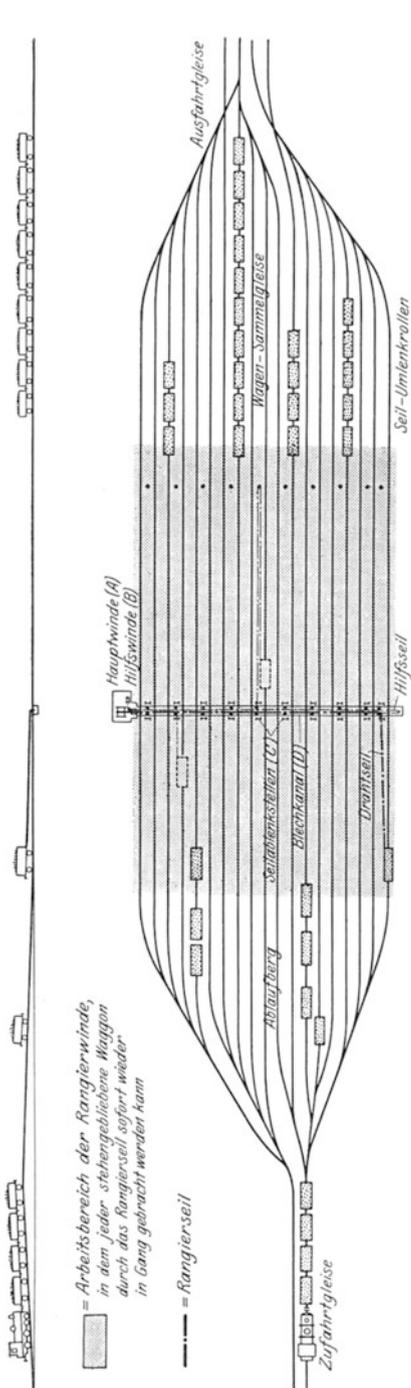


Abb. 366 u. 367. Längsprofil und Gleisplan einer 19-gleisigen Richtungsharfe mit gleisfreier Rangierwindenanlage „Patent Bäseler“.

der Seillänge nicht über etwa 200 m hinauszugehen und lieber die Aufstellung von zwei oder mehr Rangierwinden ins Auge zu fassen.

Die Zugkraft der Rangierwinden ist verschieden; durchschnittlich beträgt sie 1000 bis 1500 kg. In Sonderfällen, wenn z. B. Wagen über ansteigende Strecken zu ziehen sind, ist man jedoch auf schwerere Typen angewiesen. Die Seilgeschwindigkeit schwankt zwischen 0,7 und 1 m/s und der Durchmesser der Seile zwischen 10 und 16 mm. Geringer Seildurchmesser ist vorteilhaft für Trommelabmessungen und Seilaustragen; er ist durch Verwendung von Draht bester Qualität anzustreben.

Das Rangieren der Wagen in jeder beliebigen Richtung wird erreicht durch Aufstellen von Umlenkrollen an geeigneten Stellen (Abb. 364). Eine Doppelumlenkrolle vor der Rangierwinde ermöglicht, dem Seil jede gewünschte Richtung zu geben (Abb. 365).

Die Umlenkrollen erhalten in der Regel Kugellagerung; bei ihrer Anordnung ist ebenfalls auf das Wagenprofil Rücksicht zu nehmen.

Ein besonderes Anwendungsgebiet findet die Rangierwinde im Eisenbahnwesen für die Fortbewegung der in den Richtungsharfen stehengebliebenen Wagen. Nach System Dr. Bäseler wird das Rangierseil unterirdisch mittels einer Hilfswinde bis zu dem Gleis geführt, auf dem eine Wagenbewegung stattfinden soll. An dieser Stelle wird das Seilende mit dem Kuppelhaken um eine Umlenkrolle gelegt und von Hand bis zu den zu verschiebenden Eisenbahnwagen herangebracht.

Dann wird mittels Fernsteuerung die Winde von dem Rangierarbeiter eingeschaltet, Abb. 366 und 367.

### 3. Rangierspill.

Für kurze Rangierwege findet das Rangierspill Verwendung. Der Antrieb mit dem Motor befindet sich unterirdisch in einem Gehäuse, sichtbar ist daher nur der Spillkopf für eine oder zwei Geschwindigkeiten (Abb. 368 und 369). Sobald das Seil (meist Hanfseil) an den Wagen befestigt ist, wird es ein- bis zweimal um den Spillkopf geschlungen und das freie Seilende mit geringer Spannung von Hand von dem Spillkopf abgezogen. Wird ein Drahtseil verwendet, so empfiehlt es sich, zum Abziehen eine von Hand oder mechanisch betriebene Speichertrommel vorzuschalten, auf der das Seil während der Betriebspausen verbleibt, wodurch es vor Beschädigungen geschützt wird (Abb. 370).

Eine eigenartige, sehr einfache und wenig Raum beanspruchende Spillausführung zeigt Abb. 371. Hierbei ist der

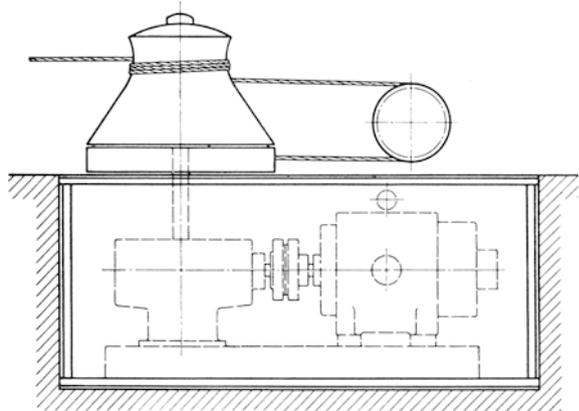
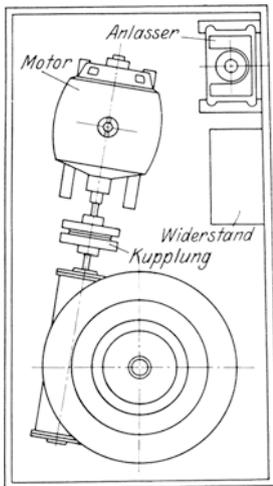
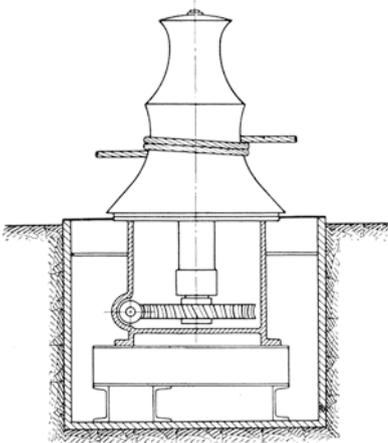


Abb. 368 u. 369. Rangierspill für zwei Geschwindigkeiten.

Abb. 370. Rangierspill mit Speichertrommel.

Antriebmotor am freien Ende des Spillkopfes und konaxial zu diesem fliegend auf dem den Spillkopf durchdringenden, ortsfesten Lagerstuhl angeordnet und mit den an dem anderen Ende des Spillkopfes befind-

lichen Vorgelegen durch eine innerhalb des Lagerstuhles verlaufende Antriebswelle gekuppelt. Durch den Lagerstuhl werden auch die Kraftzuleitungen zum Motor geführt. Ein derartiges Spill kann sowohl auf einem Fundamentklotz als auch auf den Schwellen befestigt werden.

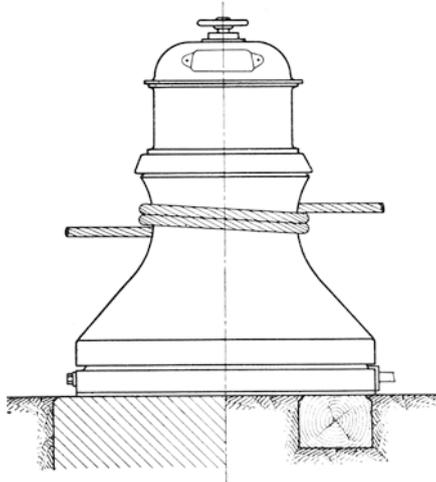


Abb. 371. Rangierspill mit aufgesetztem Motor.

Die Möglichkeit zum Rangieren der Wagen in beliebiger Richtung wird auch bei der Spillanlage durch Anordnung der im Abschnitt Rangierwinden bereits erwähnten Umlenkrollen erreicht.

Die Zugkraft der Rangierspills beträgt meist 600 bis 1000 kg, selten mehr.

Bezüglich der Berechnung der Fahrwiderstände von Eisenbahnwagen kann auf den Abschnitt „Eisenbahnwagen“ der „Hütte“ verwiesen werden.

# Hängebahnen.

Bearbeitet von

Dr.-Ing. **L. Stelling**, Leipzig (Handhängebahnen, Drahtseilbahnen)  
und Dipl.-Ing. **R. Stelling**, Dresden (Elektrohängebahnen).

Bei den Hängebahnen liegt der Schwerpunkt des Wagens unterhalb der Laufbahn, die aus einer Schiene, in Sonderfällen aus zwei nebeneinander angeordneten Schienen besteht.

Hängebahnen ohne Zugmittel sind zu trennen in:

Handhängebahnen, deren Wagen von Menschenkraft, in seltenen Fällen auch wohl von Tierkraft bewegt werden, und

Elektrohängebahnen, deren Wagen einzeln durch Elektromotoren angetrieben werden.

Bei Hängebahnen mit Zugmittel dient meistens ein Drahtseil zum Fortbewegen der Wagen, seltener eine Kette. Die mittels Drahtseil betriebenen Hängebahnen — Drahtseilbahnen oder Seil-schwebbahnen genannt — gliedern sich in:

Zweiseilbahnen, die ein ruhendes Seil als Laufbahn und ein umlaufendes Seil als Zugmittel besitzen, und in

Einseilbahnen, bei denen ein einziges Seil gleichzeitig zum Tragen und Fortbewegen der Wagen dient.

Eine Abart der Zweiseilbahnen sind die Schienenhängebahnen mit Zugseilbetrieb, deren Laufbahn aus Schienen besteht, während ein Seil als Zugmittel dient.

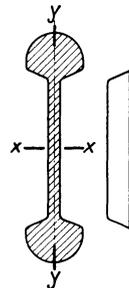


Abb. 372.  
Querschnitt  
einer Doppel-  
kopfschiene  
mit dazuge-  
hörigem La-  
scheneisen.

## A. Handhängebahnen.

### 1. Einschienige Laufbahn.

Die Laufbahn besteht im allgemeinen aus Doppelkopfschienen mit abgerundetem Kopf (Abb. 372). Eine Normung dieser Hängebahnschienen fehlt noch; gebräuchliche Abmessungen sind in Zahlentafel 4 (S. 210) zusammengestellt. Zur Verbindung der einzelnen, 4 bis 6 bis 8 m langen Schienenstücke dienen lange, der Schienenform angepaßte Lascheneisen. Die Schienenstöße werden nahe den Unterstützungspunkten angeordnet.

Die Hängebahnschienen müssen einseitig aufgehängt werden, damit die andere Schienenseite für das Wagengehänge frei bleibt. Ihre freitragende Länge ist verhältnismäßig gering. Um nicht zu dichte

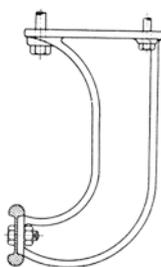


Abb. 373.  
Gußeiserner  
Hängeschuh.

Binderentfernung der eisernen oder hölzernen Tragkonstruktion zu erhalten, nimmt man die Aufhängung der Hängebahnschienen meist in der Weise vor, daß man oberhalb der Schienen einen durchlaufenden eisernen oder hölzernen Träger verlegt. An diesem werden die Schienen mittels sog. Hängeschuhe in den erforderlichen Abständen aufgehängt. Die Bauart besitzt noch den Vorteil, daß die Aufhängung in den Kurven und Weichen sich einfach gestaltet.

Die Hängeschuhe wurden früher allgemein aus Gußeisen angefertigt (Abb. 373); heute wird das bruch-  
sichere Schmiedeeisen vorgezogen (Abb. 374). Nach Möglichkeit ist anzustreben, daß die Schienen senkrecht unter den Schienenträgern hängen, damit letztere nicht auf Verdrehung beansprucht werden (Abb. 374).

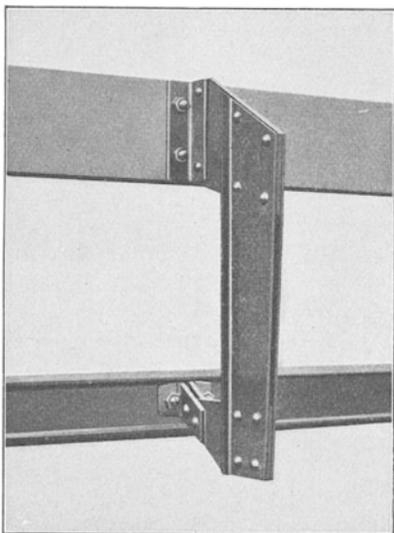


Abb. 374. Hängeschuh aus Schmiedeeisen (Bleichert).

Für die Berechnung des Schuhabstandes ist die Biegungsbeanspruchung der Schiene und die Möglichkeit des seitlichen Ausknickens maßgebend. Die Schiene wird als freiaufhängender Träger betrachtet. Ist Gewähr dafür gegeben, daß jeweils nur ein Wagen vom Gewicht  $P$  innerhalb der Schuhentfernung  $l$  steht, so gilt die Formel

$$\frac{P \cdot l}{4} = W_x \cdot k_b \quad (1)$$

Nimmt man  $k_b = 800 \text{ kg/cm}^2$  an, so ist genügend Sicherheit gegeben, daß keine unzulässig hohe Beanspruchung auftritt durch wagerechte Kräfte, die bei den seitlichen Pendelbewegungen des Wagens entstehen.

An Hand des errechneten Wertes ist dann zu untersuchen, ob keine Gefahr des seitlichen Ausknickens vorhanden ist. In der Formel

$$\varphi = \frac{21\,500\,000}{P \cdot l^2} \sqrt{I_y \cdot I_d^1} \quad (2)$$

<sup>1)</sup> Prandt: Kipperscheinungen, Nürnberg 1899, bzw. Lorenz: Technische Elastizitätslehre. München: Oldenbourg. Die dort hergeleitete Gleichung für

muß  $\mathfrak{S}$ , die Sicherheit gegen Knickung, gleich oder größer als 3 sein.  $I_y$ , das äquatoriale Trägheitsmoment der  $y$ -Achse, und  $I_a$ , das polare Trägheitsmoment, sind in Zahlentafel 4 (S. 210) angegeben.

Beispiel: Schienenprofil 120/30,  $P = 350$  kg.

$$\text{Gl. (1): } l = \frac{4 \cdot W_x \cdot k_b}{P} = \frac{4 \cdot 46,3 \cdot 800}{350} = 423 \text{ cm.}$$

$$\text{Gl. (2): } \mathfrak{S} = \frac{21\,500\,000}{350 \cdot 423^2} \sqrt{6,5 \cdot 10,6} = 2,85.$$

Die Sicherheit gegen Ausknicken ist zu gering. Die größte zulässige Länge für  $\mathfrak{S} = 3$  ist

$$l = 423 \sqrt{\frac{2,85}{3}} = 413 \text{ cm.}$$

Gewählt  $l = 4$  m.

Freie Längen über 4 m werden selten verwandt. Müssen die Unterstützungspunkte weiter auseinandergelegt werden, als die Gefahr des Ausknickens zuläßt, so werden entweder Verstärkungsseisen an die Schiene genietet oder Horizontalverbände angebracht.

Bei Handhängebahnen, auf denen mehrere Wagen verkehren, ist zum mindesten zu untersuchen, wie hoch die Beanspruchung wird, falls gelegentlich zwei oder mehr Wagen hintereinander stehen. Für Aufstellgleise usw. ist für die Ermittlung der Biegungsbeanspruchung die Stellung der Wagen in dichter Reihenfolge maßgebend. Eine Nachprüfung auf Knicksicherheit erübrigt sich hier meistens wegen der sich ergebenden kurzen Schuhentfernung.

Die Schienen müssen so hoch verlegt werden, daß sie den Durchgangsverkehr von Personen nicht hindern. Unterkante Schiene soll möglichst 2 m über Fußboden liegen. Die Schienenlage muß wagerecht sein; geringfügige Neigungen von 0,5 bis 1 vH sind ausnahmsweise gestattet. Läßt es sich bei Förderung nach nur einer Richtung ermöglichen, daß der beladene Wagen abwärts, der rückkehrende leere Wagen aufwärts fährt, dann wählt man die Neigung mit Vorteil so, daß die für das Schieben aufzuwendende Kraft in beiden Richtungen etwa gleich wird.

Eine einfache Vorrichtung zur Überwindung von Höhenunterschieden auf kurze Entfernung zeigt Abb. 375. Das Heben des schrägen Schienenstückes in die gestrichelte Lage geschieht mittels Hand- oder elektrischer Winde. Bei größeren Höhenunterschieden werden Aufzüge bzw. Bremsfahrstühle verwandt. Für Förderung abwärts genügt oft eine Niederlaßvorrichtung. Diese besteht aus einem kurzen Schienen-

den rechteckigen Querschnitt wurde umgeformt unter Berücksichtigung des Schienenquerschnittes und des Lastangriffes an der Oberkante.

stück, das an einem Seil hängt; das Seil ist über eine Rolle geführt und am anderen Ende mit einem Gegengewicht verbunden. Fährt der beladene Wagen auf das Schienenstück, so senkt sich dieses nach Lösen der Verriegelung. Unten wird der Wagen geleert bzw. durch einen leeren Wagen ersetzt. Das Gegengewicht zieht nun den leeren Wagen herauf.

Kurven in wagerechter Richtung können beliebig gelegt werden, jedoch ist der Krümmungshalbmesser möglichst nicht unter 1,5 m, besser 2 bis 3 m zu wählen wegen des stark erhöhten Fahrwiderstandes, der bei zu kleinem Halbmesser bis zum Festklemmen und Entgleisen des Wagens führt.

Bei allen Schienenabzweigungen sowie überhaupt bei der Anordnung des ganzen Schienenplanes ist zu beachten, daß eine und dieselbe

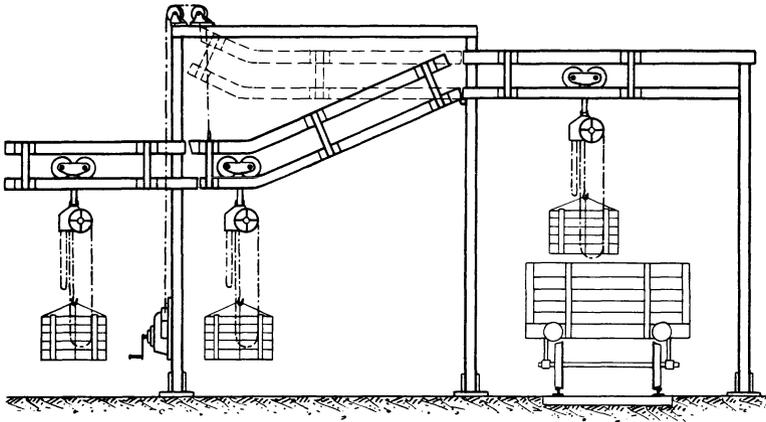


Abb. 375. Überwindung von Höhenunterschieden mittels Schrägstrecke und Windwerk (Kaiser).

Seite der Schiene stets freibleiben muß für das daran entlangfahrende Gehänge. Infolgedessen sind z. B. Spitzbögen nicht möglich.

Als Weichen finden meistens die sog. Zungenweichen Verwendung (Abb. 376). Die in einem Scharnier  $s$  um die senkrechte Achse sich drehende Zunge  $z$  erhält an ihrem vorderen Ende einen Wulst  $w$ , der so ausgehobelt ist, daß er sich auf die Oberkante des durchgehenden Schienenstranges  $a$  legt und diesen teilweise übergreift. Der Wulst ist vorn zugespitzt. Die größte Höhe des Wulstes muß so sein, daß der dem Gehänge entgegengesetzte Radkranz über den durchgehenden Schienenstrang frei herüberlaufen kann.

Eine vervollkommnete Form sind die Drehweichen mit Zugvorrichtung (Abb. 377). Die bei  $2$  drehbar gelagerte Zunge  $1$  erhält als Verlängerung nach rückwärts einen sog. Weichenschwanz  $5$ , der geführt wird und somit die Zungenbewegung zwangsläufig regelt. Es

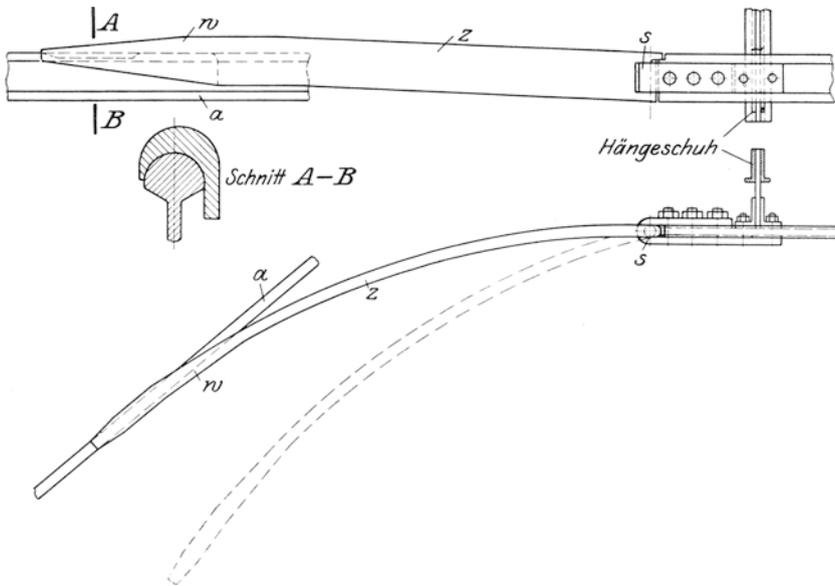


Abb. 376. Zungenweiche.

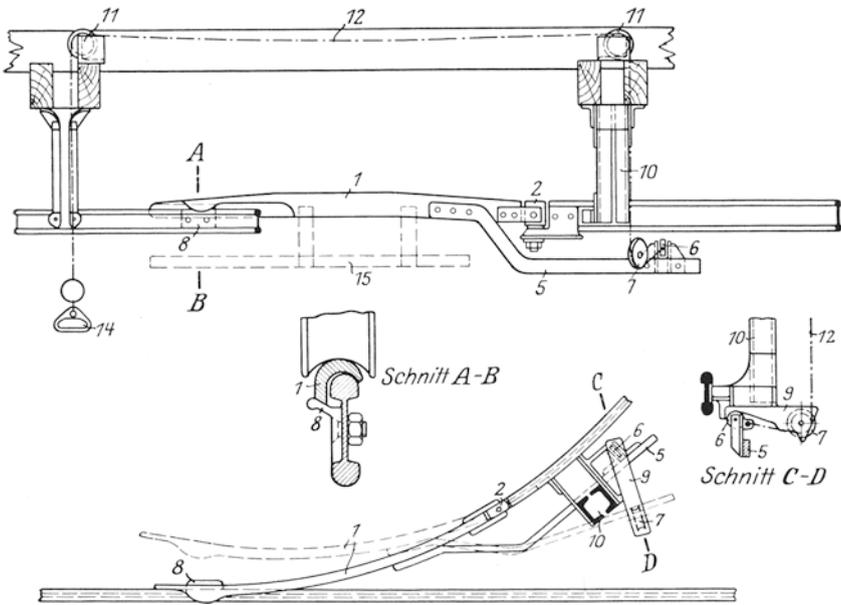


Abb. 377. Drehweiche mit Zugvorrichtung (Pohlig).

geschieht dies durch die Rolle 6, die auf der am Hängeschuh 10 befestigten Rollbahn 9 (Schnitt *C—D*) läuft (in der oberen Seitenansicht ist 9 nicht eingezeichnet). Bei 6 greift das Seil 12 der Zugvorrichtung an, das über die Rollen 7 und 11 so geleitet wird, daß die Weiche vom gewünschten Standort aus mittels des Handgriffs 14 zu bedienen ist. Der Aufsitzsockel 8 bezweckt sicheren Weichenschluß. Diese Weichen können durch Anbringung eines Flacheisens 15 so eingerichtet werden, daß der auf dem Hauptstrang von rückwärts kommende Wagen die Weiche aufschneidet, die sich nach Durchfahrt des Wagens unter Wirkung eines Gegengewichtes von selbst wieder schließt. Um zu verhüten, daß der vom Abzweigstrang kommende Wagen auf die fälschlich geöffnete Zunge fährt und abstürzt, werden Sicherungen angebracht, die den Abzweigstrang so lange verriegeln, bis die Weichenzunge sich richtig auf den Hauptstrang gelegt hat.

Zungenweichen sind stets so zu legen, daß der Hauptverkehr nicht über die Zunge geht, damit das Anheben des Wagens bei Fahrt über den Zungenwulst vermieden und außerdem die empfindliche Zungenspitze geschont wird. Geht der Hauptverkehr über den Abzweigstrang, so zieht man vor, ein herausnehmbares Schienenstück einzuschalten. Bei sehr großen Lasten führt man die Zunge mit wagerechter Laufbahn aus und biegt den durchgehenden Schienenstrang dort, wo sich die Zungenspitze auflegt, nach unten ab. Dadurch vermeidet man das Anheben des schweren Wagens durch den Zungenwulst.

Doppelzungenweichen (z. B. nach Abb. 513) werden meist zu teuer. Eine einfache und gut arbeitende Ausführung beschreibt DRP. 363 171.

Klappweichen, deren Zunge sich um eine wagerechte Achse dreht, sind ähnlich wie die Drehweichen gebaut. Außer bei Abzweigungen werden sie gern bei Kreuzungen verwandt, wo jeder Schienenstrang durch eine Klappzunge unterbrochen ist und jeweils eine Zunge von dem durchfahrenden Wagen niedergelegt wird. Abb. 378 zeigt eine

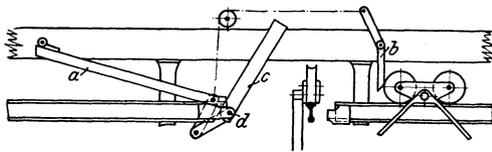


Abb. 378. Klappweiche für Kreuzungen  
(Bleichert).

Einrichtung, die das selbsttätige Niederlegen der Zunge auch dann ermöglicht, wenn der Wagen gegen die Zungenspitze fährt. Die Zunge *c* schwingt um den Zapfen *d*. Der einlaufende Wagen stößt von links kommend unter die Stange *a*, von rechts kommend gegen den Hebel *b* und legt in beiden Fällen zwangsläufig die Zunge *c* nieder. Der kreuzende Strang ist mit derselben Vorrichtung versehen.

Ohne bewegliche Zunge arbeitet die Kremplersche Weiche (Abb. 379). Die Räder des Wagens laufen in der Weiche auf den Spur-

kränzen. Soll der Wagen, der spitz auf die Weiche zufährt, in den Abzweigungsbogen fahren, so genügt ein seitlicher Druck am Gehänge. Diese Weiche eignet sich wegen des auskragenden Gußstückes nur für kleine Lasten. Der obere Teil des Wagengehänges muß flach ausgebildet sein, damit er durch die Schlitze hindurchgeht, etwa nach Abb. 386.



Abb. 379. Kremplersche Weiche.

Ist bei Abzweigungen für die Kurvenführung nicht genügend Platz vorhanden, so wendet man Drehglocken an (Abb. 380), die ferner bei Kreuzungen viel gebraucht werden. Ein kurzes

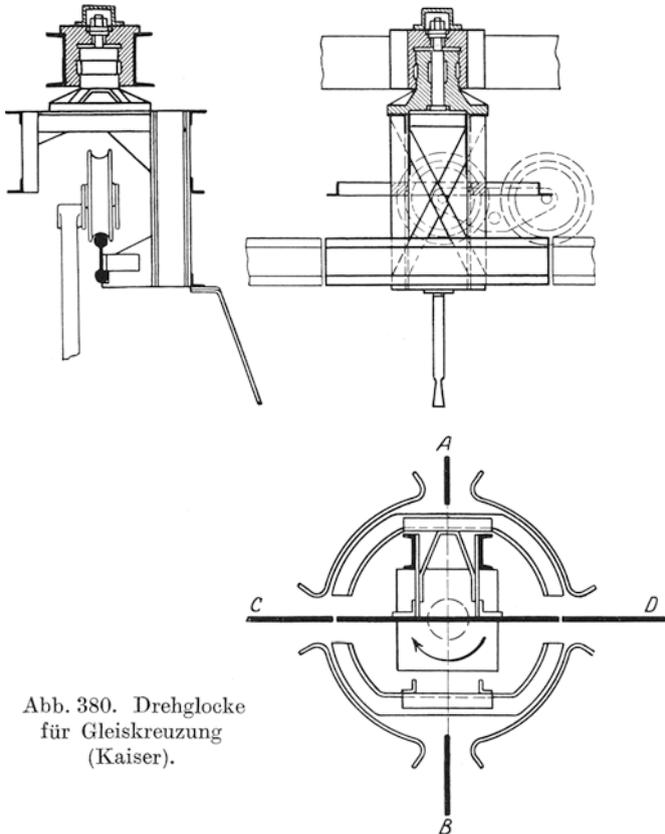


Abb. 380. Drehglocke für Gleiskreuzung (Kaiser).

Schienenstück ist mittels Hängeschuh an einer Glocke aufgehängt, die um ihre senkrechte Achse drehbar ist und meist in Kugellagern läuft. Während der Drehung in die neue Fahrtrichtung ist der Wagen durch eine Sicherheitsvorrichtung gegen Absturz gesichert.

Überschreitet die Hängebahn Straßen, Wege od. dgl., so werden ausschwenkbare, schrankenartig aufklappbare oder hochziehbare Schienenstücke eingelegt (Abb. 381).

Statt Hängebahnschienen werden auch rundköpfige oder gewöhnliche Laufschiene verwandt, die auf eisernen oder hölzernen Längs-



Abb. 381. Ausschwenkbares Schienenstück (Kaiser).

trägern vernietet oder verschraubt werden (Abb. 384). Die Ausführung ist, da ohne Hängeschuhe, bei größerer Unterstützungsentfernung oft

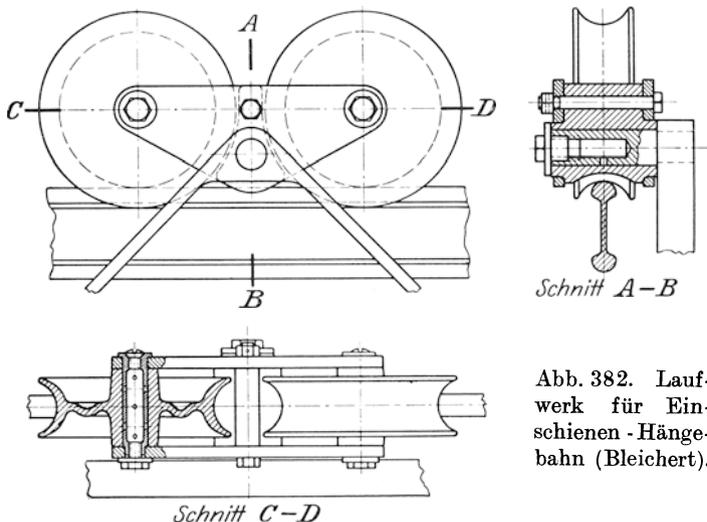


Abb. 382. Laufwerk für Einschienen-Hängebahn (Bleichert).

billiger, hat aber den Nachteil, daß die seitliche Pendelung der Wagen durch den breiten und hohen Träger unter der Schiene behindert ist. Kommen bei dieser Laufbahn Weichen in Frage, so werden entweder Hängebahnschienenstränge eingeschaltet und die oben beschriebenen

Weichen verwandt, oder es werden Schiebeweichen eingebaut (s. Abschnitt: Elektrohängebahnen). Drehglocken lassen sich ohne Schwierigkeit verwerten.

Die Hängebahnwagen bestehen aus dem Laufwerk, dem Gehänge und dem Lastbehälter. Das Laufwerk (Abb. 382) besitzt zwei hintereinander in einem starren Rahmen angeordnete Laufräder aus Stahlguß mit Spurkränzen beiderseits und einer hohlkehlenartigen Lauffläche. Durchmesser der Laufflächen 200 bis 300 mm, Radbreite 70 bis 110 mm. Je breiter das Rad, um so leichter die Kurvenfahrt. Die Schmierung muß selbsttätig sein. Die beiderseitig gelagerten Laufzapfen bestehen entweder aus Phosphorbronze oder aus Stahl. Im ersteren Falle läuft das Rad unmittelbar auf dem zur Aufnahme des Schmierfettes ausgehöhlten Zapfen, (Abb. 382, Schnitt *C—D*), im zweiten Falle erhält die mit Bronze ausgebuchte Radnabe einen Hohlraum für das Fett (Abb. 383). Bei großen Lasten werden Kugel- und Rollenlager verwendet, die gegen Staub abdichten sind. Zur Sicherung gegen Entgleisen bringt man zuweilen Bügel am Laufwerkkörper an, die die Schiene von unten umfassen (Abb. 387), oder man versieht das Laufwerk mit zwei Röllchen, die nach Abb. 389 am unteren Schienenkopf laufen.

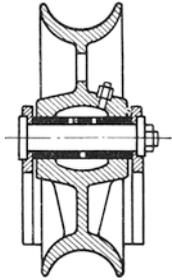


Abb. 383. Lauf-  
rad mit Stahl-  
bolzen.

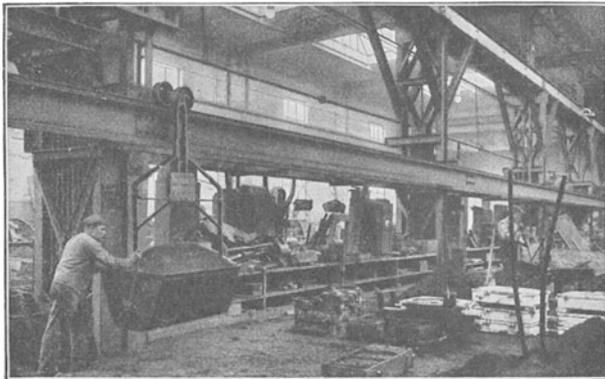


Abb. 384. Sandförderung in einer Gießerei (Bleichert).

Das Gehänge ist fest oder pendelnd am Laufwerkskörper aufgehängt. Es muß kräftig ausgeführt werden, da wegen der exzentrischen Aufhängung zu den Zug- und Biegebeanspruchungen noch Drehungsbeanspruchung in dem oberen Teil des Gehängeschenkels hinzukommt. Als Fördergefäß für Schüttgüter wird meist ein um die Längsachse kippbarer Wagenkasten aus Stahlblech verwandt (Abb. 384 und 385).

Stückgüter usw. werden auf Plattformen befördert, die fest oder kippbar am Gehänge befestigt sind, Abb. 386. Einige weitere Wagentypen zeigen die Abb. 387 bis 390.

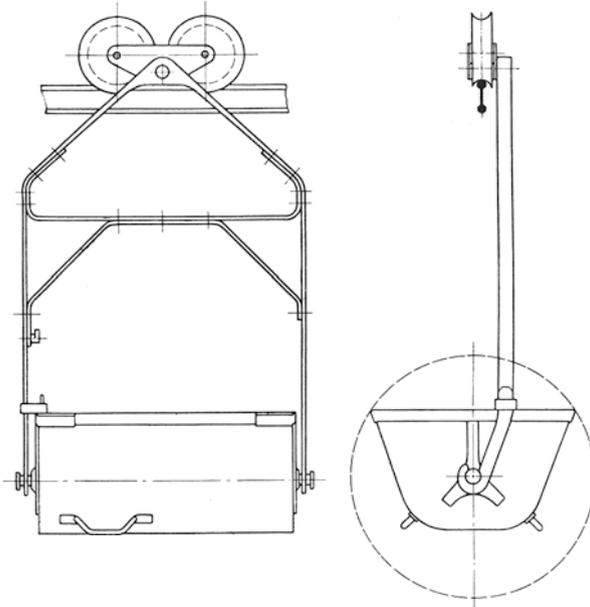


Abb. 385. Wagen mit kippbarem Kasten.

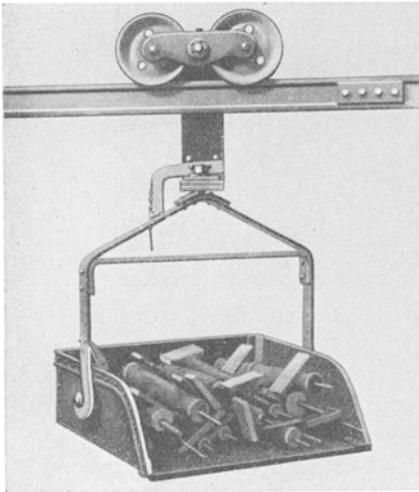


Abb. 386. Wagen mit kippbarer Plattform. (Pohlig)

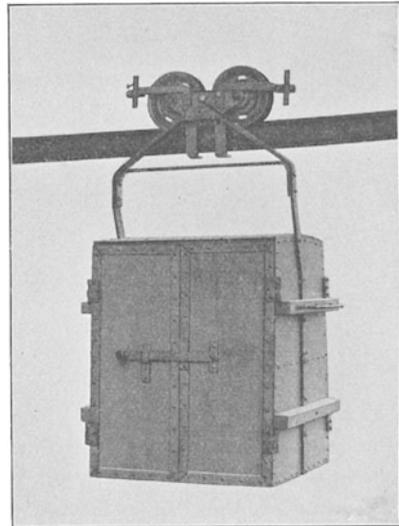


Abb. 387. Kastenwagen mit Seitentüren (Bleichert).

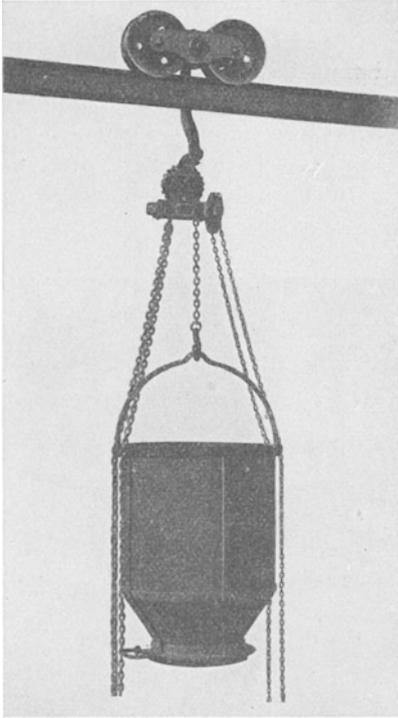


Abb. 388. Wagen mit Flaschenzug (Pohlig).

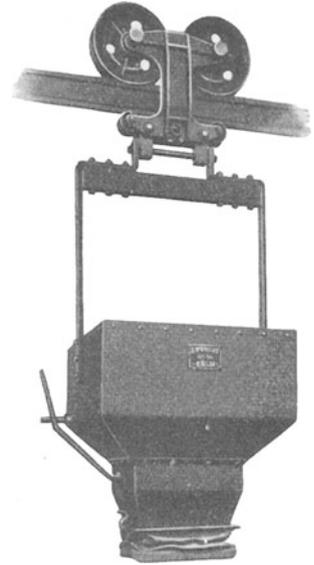


Abb. 389. Wagen für Bodenentleerung (Pohlig).

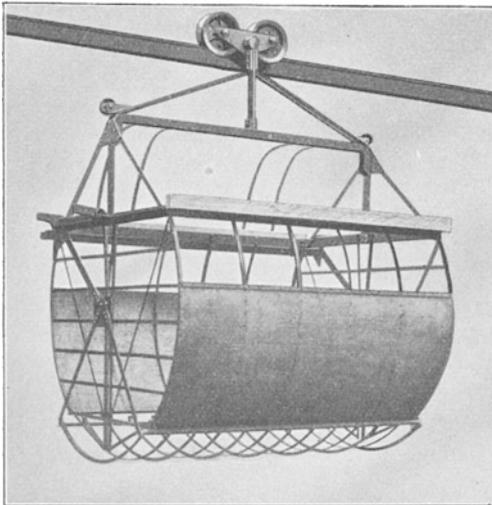


Abb. 390. Wagen mit Strohgreifer (Kaiser).

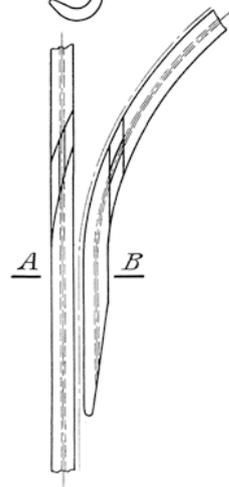
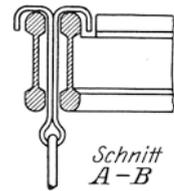


Abb. 391. Weiche für Hakengehänge (Kaiser).

Die Nutzlast wird, falls nicht bestimmte Einheiten, z. B. mit Rücksicht auf bequeme Kontrolle, befördert werden sollen, so bemessen, daß einerseits die Kraft der Bedienungsleute ausgenutzt, andererseits die Tragkonstruktion nicht zu schwer wird. Gebräuchliche Nutzlasten sind 200 bis 600 kg. Bei Lasten über 700 kg werden möglichst Wälzlager im Laufwerk verwandt.

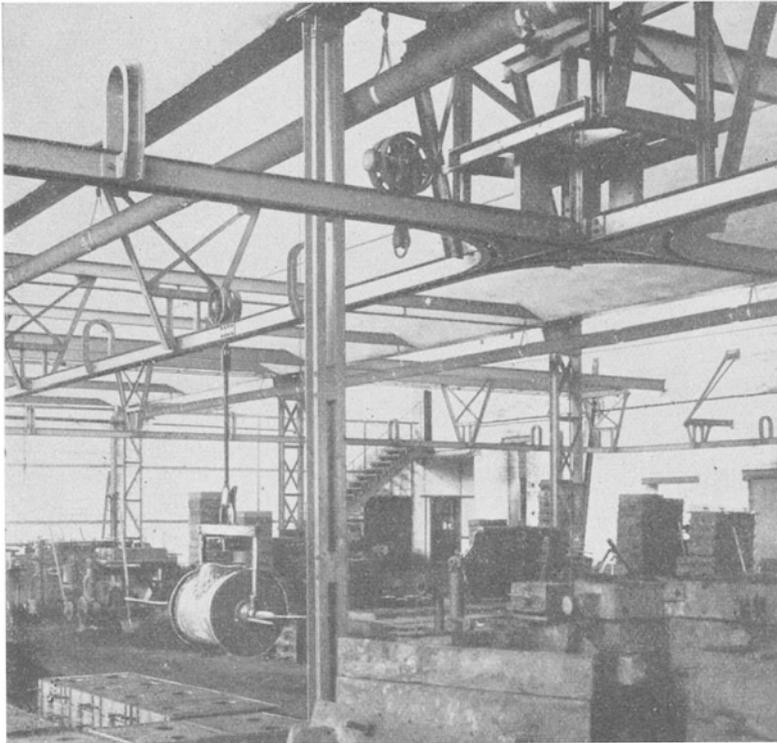


Abb. 392. Zweischienenhängebahn in einer Gießerei, Wagen mit Gußtrommel (Kaiser).

Sind viele kleine Lasten zu fördern, so würde die Anschaffung der großen Anzahl von Laufwerken zu teuer werden. Es genügen in diesen Fällen vielfach Haken, die auf den Schienen gleiten. Die Haken werden doppelseitig ausgeführt, damit sie durch einfachen Druck der Hand in die nach Abb. 391 ausgebildeten Abzweigungen gelenkt werden können. Bahnen dieser Art finden vor allem in Schlachthäusern Verwendung.

## 2. Zweischienige Laufbahn.

Die Laufbahn besteht aus zwei nebeneinander liegenden Hängebahnschienen, I-Eisen oder U-Eisen. Die Wagen, deren Gehänge zwischen den beiden Laufbahnen herabhängt, rollen auf den Oberflanschen, bei U- und I-Eisen auch wohl auf den Unterflanschen. Die Aufhängung an der Tragkonstruktion erfolgt durch außen angreifende Hängeschuhpaare. Bei der Berechnung der Laufbahn muß berücksichtigt werden, daß beim seitlichen Pendeln eines der beiden Gleise die ganze Last zu tragen hat. Um größere Stützweiten möglich zu machen, werden deshalb zwischen zwei Aufhängepunkten Versteifungsbügel angebracht (Abb. 392 links oben).

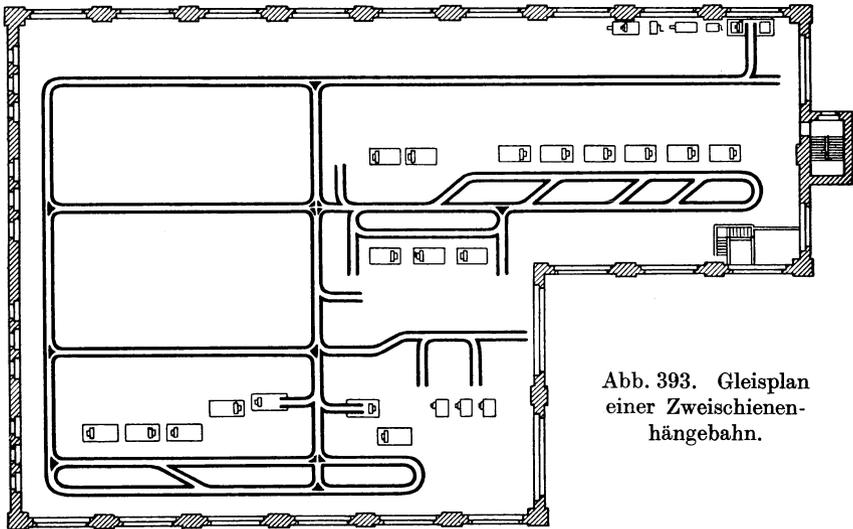


Abb. 393. Gleisplan einer Zweischiennhängebahn.

Die Anlagekosten sind infolge der teureren Laufbahn höher als bei den einschiennigen Bahnen. Der Vorteil ist der, daß jede Absturzmöglichkeit ausgeschlossen ist — daher sehr geeignet für Gießereien zur Beförderung des flüssigen Eisens — und daß der Schienenplan viel freier entworfen werden kann, weil Kurven mit sehr kleinem Krümmungshalbmesser durchfahren und Kreuzungen und Abzweigungen in beliebiger Mannigfaltigkeit angeordnet werden können (vgl. Abb. 393). Die Weichen brauchen nicht gestellt zu werden; ein leichter Druck des Bedienungsmannes genügt, um den Wagen in die Abzweigung hineinzuführen. Abb. 394 zeigt eine Kreuzung, bei der außerdem von jedem Strang Gleisbögen in die beiden rechtwinklig dazu verlaufenden Stränge führen.

Das Laufwerk des Wagens erhält zwei ballige Räder aus Hartguß, die lose auf einer gemeinsamen Achse nebeneinander laufen (Abb. 395), und zwar meistens in Wälzlagern. Soll ein Pendeln in Fahrt-

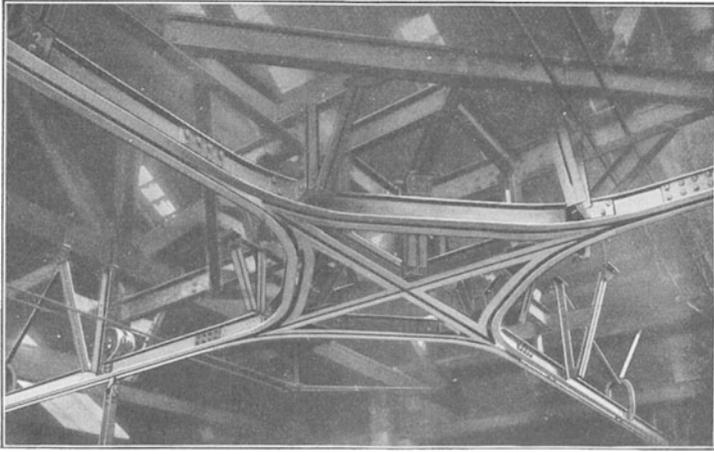


Abb. 394. Achtweichenkreuzung (Kaiser).

richtung verhindert werden, das häufig das sog. Springen der Laufwerke beim Anfahren hervorruft, so versetzt Kaiser die eine Radachse parallel vor die andere. Vierrädrige Laufwerke mit zwei hintereinander

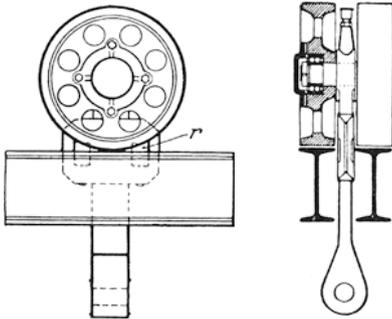


Abb. 395. Zweischiene - Laufwerk mit zwei Laufrädern.

angeordneten Rollenpaaren (Abb. 396) kommen für größere Lasten in Betracht oder dann, wenn der Stoß bei der Fahrt über die Abzweig- bzw. Kreuzungsstellen gemildert werden soll, z. B. um das Spritzen bei Förderung von flüssigem Eisen zu vermeiden.

Der zwischen den Schienen liegende Laufwerksteil erhält in Höhe der oberen Flanschen zwei um die senkrechte Achse drehbare, hintereinander liegende Röllchen ( $r$  in Abb. 395), die dem Wagen die Führung geben.

Der Führungsteil selbst ist zwischen den Schienen vorn und hinten zugespitzt, um leichtes Einfahren in die Abzweigstelle zu erreichen. Unterhalb der Laufbahn ist das Gehänge eingehängt und zwar meist so, daß eine Pendelung quer zur Fahrtrichtung möglich ist.

Eine Sonderausführung ist die Bauart Tourtellier nach Abb. 397. Die Laufbahn besteht aus gekröpften Stahlblechstücken  $a$  von je 2 m

Länge, die durch Hängeklammern *b* und *c* aus Blech an dem Unterflansch eines I-Eisens befestigt werden. Für größere Lasten werden zwei oder mehr Rollenpaare an einem Laufwerk vereinigt. Abb. 398 zeigt einen Wagen mit vier Rollenpaaren für zusammen 1000 kg Tragkraft.

Zu den zweisehienigen Hängebahnen sind auch diejenigen zu rechnen, bei denen die Wagen auf den Unterflanschen eines I-Trägers laufen. Sie werden vorwiegend für geringe Lasten verwendet wegen der ungünstigen Form der Weichen, die nach Abb. 399 aus einem Gußstück mit freitragartigen Zungen bestehen. Außer diesen Bogenabzweigungen können Kreuzungen und Drehglocken beliebig angeordnet werden. Die Aufhängung der Laufbahn erfolgt am Oberflansch. Die Laufwerke sind zwei- oder vierrädrig (Abb. 400 u. 401).

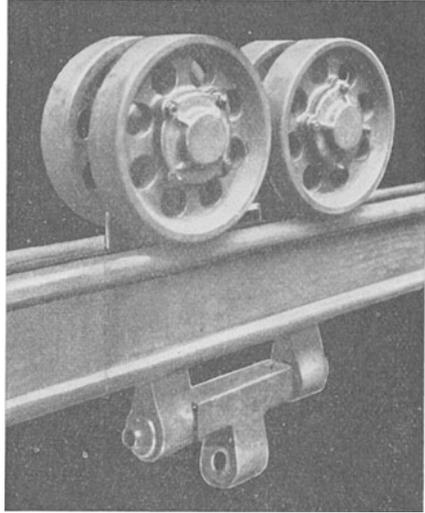


Abb. 396. Zweisehienen-Laufwerk mit vier Laufrädern (Kaiser).

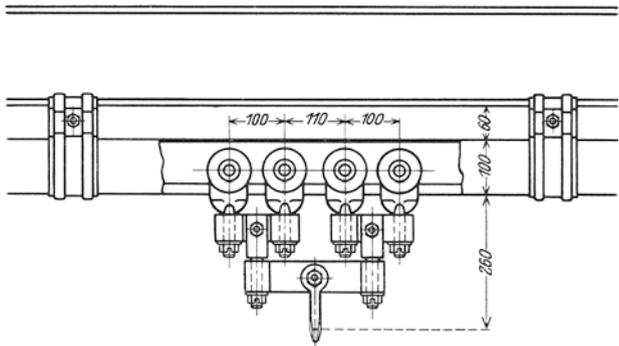
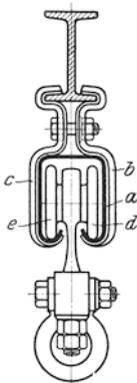


Abb. 397 u. 398. Handhängebahn Bauart Tourtellier.

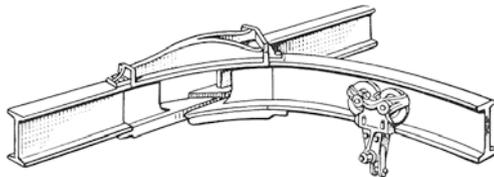


Abb. 399. Einfache Abzweigung für Unterflanschlaufbahn.

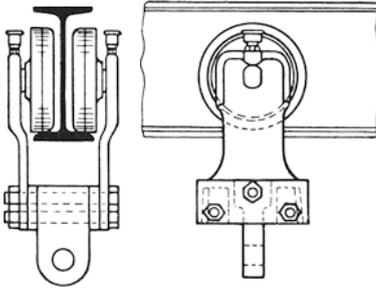


Abb. 400. Unterflanschlaufwerk mit zwei Laufrädern (Kaiser).

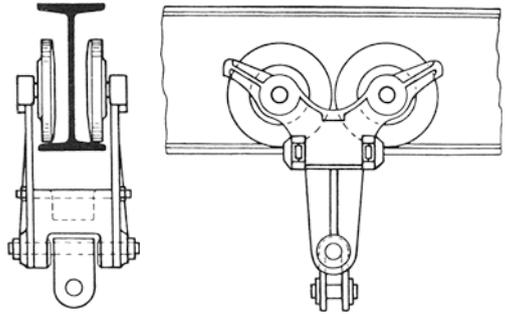


Abb. 401. Unterflanschlaufwerk mit vier Laufrädern (Kaiser).

Zahlentafel 4. Doppelkopfschienen.

Höhe/Kopfbreite mm	Stegstärke mm	Metergewicht ohne Laschen kg/m	Widerstands- moment $W_x$ cm <sup>3</sup>	Trägheitsmoment	
				$I_y$ cm <sup>4</sup>	$I_a$ cm <sup>4</sup>
100/25	4	7,9	26,4	3,1	4,8
100/25	6	8,9	30	4,4	5,0
120/30	6	12,2	46,3	6,5	10,6
130/30	6	14	58	8,7	14,2
160/40	6	20	107	20,0	31,7
200/40	7	23	125	20,6	33,3
200/50	7	29	193	43,0	65,4

## B. Zweiseilbahnen.

### 1. Allgemeines.

Bei den Zweiseilbahnen dient auf der Strecke ein ruhendes „Tragseil“ als Laufbahn für die Hängebahnwagen. Diese sind an ein „Zugseil“ geklemmt, von dem sie in Bewegung gesetzt werden. In den Stationen laufen die Wagen auf Hängebahnschienen.

Die allgemeine Anordnung einer Zweiseilbahn ist die folgende (Abb. 402): Zwei parallel nebeneinander angeordnete Tragseile, die in Abständen auf Unterstützungen gelagert sind, verbinden die beiden Endstationen. Unterhalb oder oberhalb der Tragseile läuft das endlose Zugseil in ununterbrochener Bewegung. In den Stationen verbinden Hängebahnschienen die beiden Tragseile miteinander, so daß die Wagen im Kreislauf verkehren können. Die Hängebahnwagen werden in der einen Endstation beladen und von Hand nach der Kuppelstelle am Stationsauslauf in gleichmäßigen Abständen geschoben; dort klemmen sie sich selbsttätig an das Zugseil, das sie aus der Station herauszieht. Hierbei gehen die Wagen von den Schienen auf das eine Tragseil, das

Vollseil, über und werden nun vom Zugseil über die Strecke gezogen. Bei Ankunft in der entgegengesetzten Station laufen sie wieder vom Zugseil auf die Schiene über und lösen sich in der Kuppelstelle selbst-

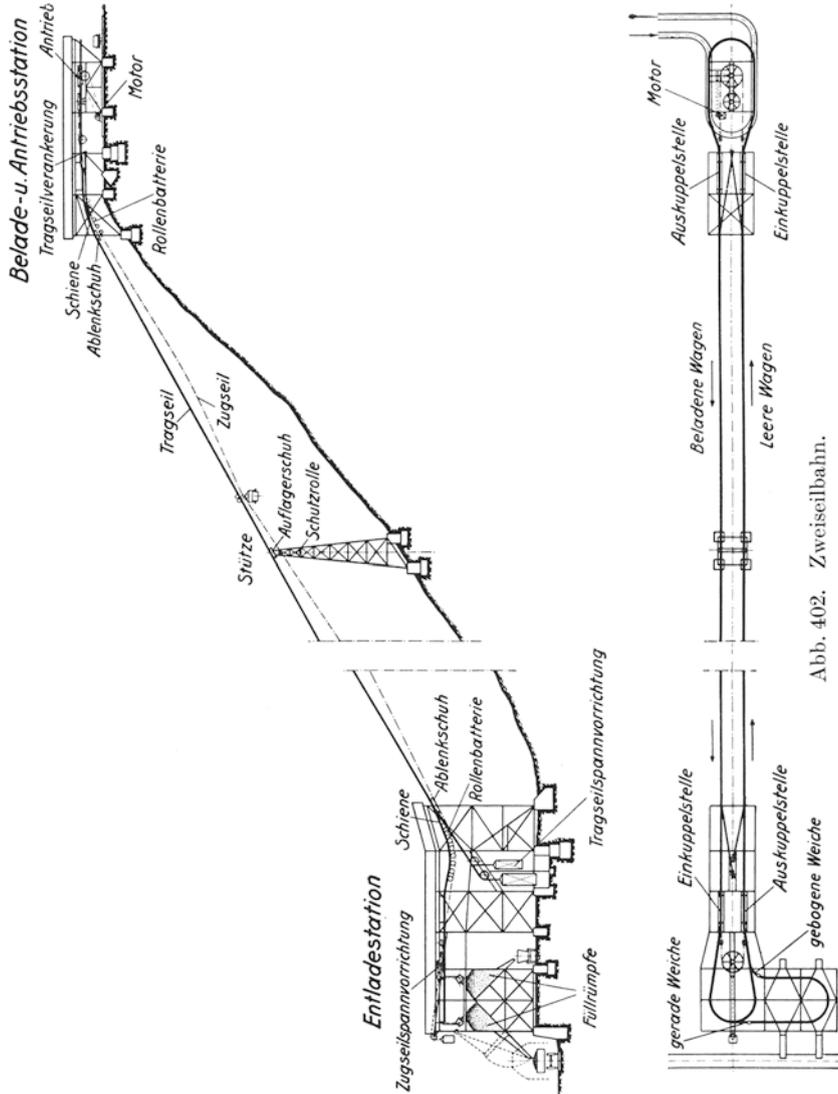


Abb. 402. Zweiseilbahn.

tätig vom Zugseil. Der Bedienungsmann nimmt die Wagen in Empfang, schiebt sie nach der Entladestelle und, nachdem sie entleert sind, weiter nach dem Stationsauslauf. Nun erfolgt die Rückfahrt auf dem

anderen Trageil, dem Leerseil, in derselben Weise wie die Herfahrt. Über Bahnen mit selbsttätiger Entladung vgl. S. 267.

Die Förderleistung der Zweiseilbahnen pflegt zwischen 10 und 100 t/st zu liegen. Ohne Schwierigkeit können jedoch größere Förderungen von 200 bis 250 t/st bewältigt werden. Bei noch höheren Leistungen bis 500 t/st werden Doppelbahnen angewendet (Abb. 423). Auch bei kleineren Leistungen als 10 t/st können Zweiseilbahnen wirtschaftlich sein, zumal für Holzförderung; meistens wird jedoch bei so geringer Leistung eine Pendelseilbahn (vgl. S. 273) oder eine Einseilbahn (vgl. S. 282) wirtschaftlicher werden.

Die Länge, über die sich eine Seilbahn in ununterbrochenem Betriebe durchführen läßt, hängt von Leistung und Gelände ab. Entscheidend ist, ob das Zugseil und damit die übrigen Teile der Bahn nicht zu schwer werden. Es sind Bahnen von 10 km Länge, sogar bis 17 km mit nur einer Zugseillänge gebaut worden. Durch Aneinanderreihen mehrerer Zugseillängen und Überlauf der Wagen in den Zwischenstationen können beliebige Bahnlängen erreicht werden.

Die einfachste Linienführung der Drahtseilbahn mit einer einzigen Zugseillänge ist durch die gerade Verbindungslinie der Endstationen gegeben. Ist aus irgendeinem Grunde die gerade Linie nicht durchführbar, so werden Winkelstationen eingelegt. Die Wagen durchfahren diese entweder selbsttätig, ohne sich vom Zugseil zu lösen, oder sie kuppeln sich vom Zugseil los und werden durch Bedienungsleute auf die andere Strecke übergeschoben.

Die größten zulässigen Bahnneigungen sind von der Klemmwirkung des Kuppelapparates abhängig. Die heutigen Apparate lassen ohne weiteres Neigungswinkel von 40 bis 45° zu.

Bei der Festlegung der Hauptabmessungen einer Drahtseilbahn geht man von der stündlichen Förderleistung  $Q$  in t/st aus. Wenn  $u$  die stündlich zu fahrende Wagenanzahl und  $g$  in kg die Nutzlast in jedem Wagen ist, so gilt

$$Q = \frac{u \cdot g}{1000}. \quad (3)$$

Die stündliche Fahrtenzahl  $u$  ist für den Betrieb in den Stationen entscheidend. Sie ist so zu wählen, daß man mit einer Mindestzahl von Bedienungsleuten auskommt. Man rechnet für mittlere Leistungen  $u = 60$  bis 120, geht jedoch bei großen Leistungen bis auf 200 und 250 Fahrten.

Bei der Wahl von  $g$  muß berücksichtigt werden, daß geringes  $g$  wohl leichtere Trageile ergibt, daß aber dafür mehr tote Last über die Bahn zu fahren ist, weil das Verhältnis der Nutzlast zum Leergewicht des Wagens bei kleinem  $g$  ungünstiger wird. Der Mehrpreis

der vielen wegen der kleinen Einzellasten erforderlichen Wagen hebt den Vorteil der leichteren, also billigeren Tragseile oft auf.

Es ist zum großen Teil Gefühlssache des erfahrenen Praktikers,  $u$  und  $g$  so aufeinander abzustimmen, daß das wirtschaftlich und betrieblich Günstigste getroffen wird.  $g$  schwankt im allgemeinen je nach Leistung zwischen 200 und 1200 kg, in Sonderfällen kommen 1500 bis 2000 kg für einen Wagen vor. Bei Lasten, die an zwei Laufwerken befestigt werden können, z. B. Baumstämmen, ist man bis zu 4 t gegangen (Abb. 448). In manchen Fällen ist  $g$  und damit auch  $u$  gegeben, z. B. bei Grubenwagen- oder Stammholzförderung.

Der Zeitraum  $t$ , in dem die Wagen aufeinanderfolgen, ist

$$t = \frac{3600}{u} \text{ Sekunden,} \quad (4)$$

der Abstand zwischen den einzelnen Wagen in m

$$a = t \cdot v. \quad (5)$$

$v$  in m/s ist die Zugseilgeschwindigkeit. Je größer  $v$ , desto weniger Wagen sind für die Streckenbesetzung erforderlich. Bei Bahnen ohne selbsttätige Kurvenfahrt wird  $v = 2,25$  bis  $2,75$  m/s gewählt. Kurven mit großen Halbmessern, also mit Kurvenrollen (vgl. Abschnitt 8a), bedingen geringe Geschwindigkeitsermäßigung ( $v \leq 2,25$  m/s). Dagegen muß bei Fahrt um Umführungsscheiben (Abb. 472) je nach Größe des Scheibendurchmessers und des Umlenk winkels die Geschwindigkeit auf 0,75 bis 1,50, höchstens 1,75 m/s verringert werden, da sonst bei der Fahrt um die Scheiben die Wagen infolge der Fliehkräfte zu stark auspendeln.

Die zur Besetzung einer Bahnseite notwendige Wagenanzahl  $z$  wird, wenn  $L$  in m die Bahnlänge bedeutet,

$$z = \frac{L}{a}. \quad (6)$$

Die für die Streckenbesetzung erforderliche Wagenanzahl ist  $2z$ . Die Wagen, die außerdem für den Betrieb in den Stationen notwendig sind, müssen geschätzt werden auf Grund der Zeiten, die zum Beladen und Entladen und zum Durchfahren der Stationen benötigt werden. Man kann dabei annehmen, daß der Arbeiter den Wagen durchschnittlich mit einer Geschwindigkeit von 0,5 m/s schiebt.

## 2. Die Tragseile<sup>1)</sup>.

Als Tragseile werden entweder Spiralseile (Abb. 403) oder vollverschlossene Seile (Abb. 404) verwandt. Vereinzelt kommen auch halbverschlossene Seile vor (Abb. 405).

<sup>1)</sup> Vgl. Zahlentafel 5 und 6, S. 286, 287.

Die Spiralseile bestehen aus zwei, drei oder vier Lagen Runddrähten, die um einen Kerndraht gewunden sind. Die gebräuchlichsten Abmessungen sind in Zahlentafel 5, S. 286, zusammengestellt. Spiralseile sind verhältnismäßig billig und können mit hohen Bruchfestigkeiten angefertigt werden; heute nimmt man fast ausnahmslos  $145 \text{ kg/mm}^2$ . Sie finden vor allem bei kleinen und mittleren Leistungen Verwendung.

Vollverschlossene Seile (Zahlentafel 6, S. 287) haben eine Decklage aus Formdrähten. Der Kern besteht entweder nur aus Runddrähten

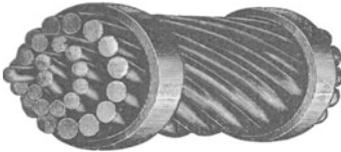


Abb. 403. Tragseil in Spiralmachart.



Abb. 404. Tragseil in vollverschlossener Machart mit Trapezdrähten.



Abb. 405. Tragseil in halbverschlossener Machart.

oder aus einer Lage von Trapezdrähten, die um die inneren Runddrähte gelegt ist. Die vollverschlossenen Seile haben den Vorteil, daß ihre Oberfläche eben ist und daß ein etwa gebrochener Deckdraht nicht aus dem Gefüge treten kann. Da Formdrähte nicht in der

hohen Bruchfestigkeit der Runddrähte angefertigt werden können, werden verschlossene Seile nur in Bruchfestigkeiten von  $90$  bis  $100 \text{ kg/mm}^2$  und von  $120 \text{ kg/mm}^2$  hergestellt<sup>1)</sup>. Sie sind für Daueranlagen stets am Platze, soweit nicht ihr hoher Preis die Wirtschaftlichkeit der Anlage gefährdet. Bei großen Leistungen kommen sie allein in Frage. Infolge ihrer geringeren Bruchfestigkeit hängen sie bei gleicher Sicherheit wesentlich mehr durch als Spiralseile, was insbesondere bei großen Spannweiten zu beachten ist.

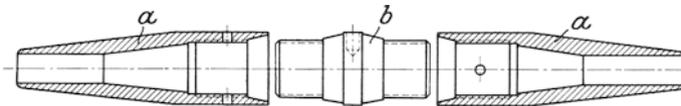


Abb. 406. Tragseilkupplung (Bleichert).

Die Tragseile werden in handelsüblichen Längen von  $100$  bis  $500 \text{ m}$  je nach Drahtdurchmesser hergestellt. Zur Verbindung der einzelnen Stücke dienen sog. Kupplungen oder Seilverbinder (Abb. 406). Über

<sup>1)</sup> Neuerdings ist es gelungen, vollverschlossene Seile mit höheren Bruchfestigkeiten herzustellen.

die beiden Seilenden werden Hülsen *a* mit konischer Innenfläche geschoben und die Drahtenden in dem Konus büschelartig aufgebogen. Die Zwischenräume werden entweder mit Metall vergossen oder es werden zwischen die einzelnen Drahtlagen ringförmige Keile und zwischen die einzelnen Drähte einer Lage Füllkeile getrieben (Abb. 407). Die beiden Hülsen werden dann durch ein Mittelstück *b* mit Rechts- und Linksgewinde verschraubt und gesichert.

Die Tragseile werden in der einen Endstation verankert, in der entgegengesetzten gespannt. Die Spannung erfolgt in der Weise, daß an das Tragseil, nachdem es am ersten Stationsbinder nach der Bahnachse zu abgelenkt ist (Abb. 402, Entladestation), ein biegsames Seil oder Kettenstück befestigt wird. An letzterem Stück, das über eine große Rolle geleitet wird, hängt das Spannungsgewicht. Dieses gibt dem Seil die unveränderliche Grundspannung. Der Hub des Spannungsgewichtes richtet sich

nach den Längenänderungen infolge Temperaturschwankungen und nach dem Unterschied des Durchhanges bei besetzter und unbesetzter Strecke. Infolge der Reibung der Tragseile in den Auflagerschuh der Stützen kann die Tragseilspannvorrichtung nur für eine bestimmte

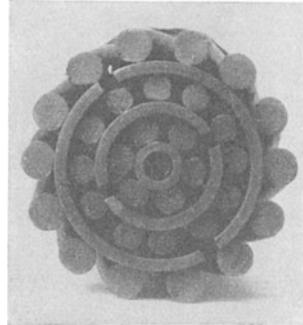


Abb. 407. Tragseil mit eingetriebenen Ringkeilen, aber noch ohne Füllkeile (Bleichert).

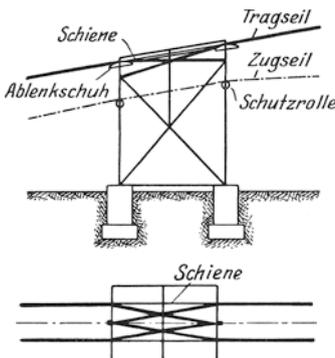


Abb. 408. Doppelte Streckenverankerung.

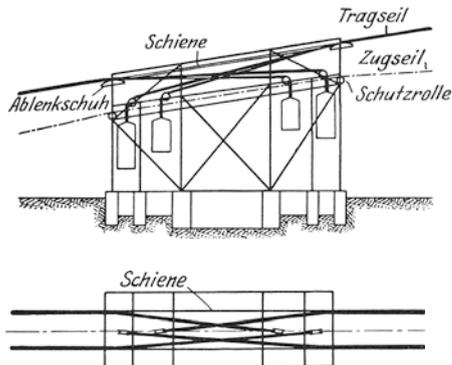


Abb. 409. Doppelte Streckenspannvorrichtung.

Streckenlänge genügend durchziehen; deshalb werden längere Bahnen in mehrere Spannstrrecken zerlegt. Die Spannung bzw. Verankerung der Seile auf der Strecke geschieht dann in Streckenspannvorrichtungen. Die Seilbahnwagen durchfahren diese Stationen selbsttätig auf Hänge-

bahnschienen. Der gleichseitigen Bauweise wegen werden diese Streckenbauten möglichst als doppelte Verankerungsstationen (Abb. 408) oder als doppelte Spannstationen eingerichtet (Abb. 409 und 410).

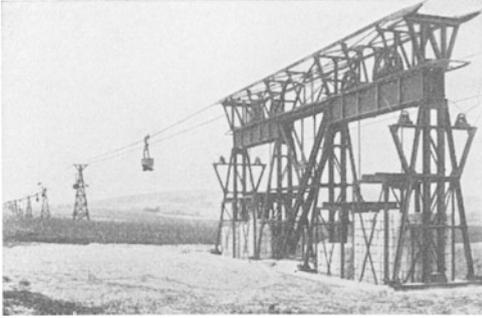


Abb. 410. Doppelte Streckenspannstation (Heckel).

Die Länge einer Spann­strecke erfordert genaue Untersuchung und richtet sich nach Leistung, Seilart und Gelände­verhältnissen. Einen ganz rohen Über­schlag über die voraussicht­lich sich ergebende Spann­streckenlänge verschafft die Formel

$$L_s = 0,2 \cdot \sqrt{a}, \quad (7)$$

worin  $a$  den Wagenabstand in Metern und  $L_s$  die Länge

einer Spann­strecke in Kilometern bedeutet.

In manchen Fällen ist es an­gänglich, auf eine feste Verankerung zu verzichten und die Trag­seile einer Spann­strecke an beiden Enden mit Spann­gewichten zu versehen. Die zulässige Spann­streckenlänge wird dadurch erheblich ver­größert. Bei kurzen Bahnen genügt es unter Umständen, die Seile durch Federn statt durch Gewichte zu spannen.

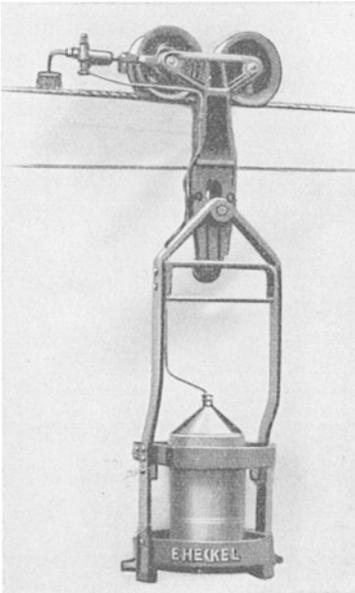


Abb. 411. Trag­seil­schmier­wagen (Heckel).

Die Trag­seile müssen von Zeit zu Zeit mit einer dünn­flüssigen Sch­mie­re geschmiert werden, die leicht in das Innere des Seiles dringt und es so vor Rost schützt. Die Sch­mie­re wird von einem über die Strecke fahrenden Sch­mier­wagen (Abb. 411) verteilt, dessen Öl­pumpe ihren An­trieb vom Laufrad aus erhält. Bei einfachen Anlagen genügt es, wenn an einem der Seil­bahn­wagen ein Tropf­sch­mier­gefäß mit Laufrad an­ge­hängt wird.

Die genaue rechnerische Ermittlung der Spannungen im Seil und in den einzelnen Drähten ist sehr schwierig und praktisch nur von untergeordneter Bedeutung. Bereits das unbelastete Seil weist Zug- und Biegungs-

beanspruchungen auf, denen wohl theoretisch<sup>1)</sup>, aber noch ganz unzureichend durch Versuche nachgegangen ist. Zu berechnen und mit einander in Einklang zu bringen wären sodann einmal die Zug- und Biegungsspannungen, die sich in den einzelnen Drähten durch die vom Spannunggewicht erzeugten Längskräfte ergeben, zweitens die Biegungsspannungen, die durch die Querkräfte an den Unterstützungsstellen und unter der rollenden Last entstehen, drittens die Flächenpressungen, die durch die gleichen Querkräfte hervorgerufen werden. Die Liegedauer des Seiles hängt nicht nur von der Ermüdung des Drahtmaterials infolge der von den Querkräften erzeugten zusätzlichen Biegungsbeanspruchungen und Flächenpressungen ab, die sich in bestimmten Zeiträumen wiederholen; sondern es kommt hinzu die Reibung im Innern und an den Unterstützungsstellen, ferner, wie aus Teilversuchen von Bleichert hervorgeht, z. B. bei Spiralseilen die dauernde schlagartige Wirkung der Laufräder auf die Deckdrähte und die damit verbundene Änderung des Gefügezustandes. Bei vollverschlossenen Seilen, wo infolge der glatten Oberfläche dieses Hämmern nicht eintritt, liegt bei falscher Tragseilwahl die Gefahr des Auswalzens der Deckschicht und damit einer Lösung von Deck- und Kernlage vor. Klärung über alle diese Fragen kann nicht durch theoretische Überlegungen, sondern nur durch planmäßige Reihenversuche, möglichst mit Innehaltung der wirklich auftretenden Verhältnisse, gebracht werden. Solche Versuche und deren praktische Auswertung fehlen noch. Der Grund liegt wohl darin, daß die Versuche sehr kostspielig werden und daß sie die in der Praxis zu machenden Erfahrungen doch nie ersetzen würden. Trotzdem wäre es eine dankbare Aufgabe für Industrie und Forschungsinstitute, dies Gebiet gemeinsam zu bearbeiten, nicht nur zur Bestimmung der Seildurchmesser und Berechnung der Seilspannungen, sondern auch zur Festlegung der Machart, Drahtstärke, Schlaglänge, zulässigen Abbiegung usw.

Die Tragseilbestimmung wird von den seilbahnbauenden Firmen mehr oder weniger empirisch vorgenommen nach den Erfahrungen, die in langen Jahren gemacht sind. Die theoretische Auswertung und Verallgemeinerung dieser Erfahrungen geschieht dann in der Weise, daß das den jeweiligen Bedingungen entsprechende günstigste Verhältnis von Quer- und Längskräften festgelegt wird. Von den Querkräften ist der Raddruck meist gegeben, ebenso teilweise die Auflagerkräfte, die aber durch richtige Ausbildung der Auflager sowie des ganzen Längsprofils möglichst so einzurichten sind, daß sie bezüglich der Trag-

---

<sup>1)</sup> Benoit: Die Drahtseilfrage. Karlsruhe: Friedrich Gutsch 1915. — Isaachsen: Die Beanspruchung von Drahtseilen. Z. d. V. d. I. 1907, Nr. 17. — Findeis: Rechnerische Grundlagen des Baues von Drahtseilbahnen. Leipzig: Franz Deuticke 1923.

seilauswahl mit dem Raddruck in Einklang stehen. Als Maß für die Längskräfte dient das Verhältnis  $\mathfrak{S}$  der rechnerischen Bruchfestigkeit zu den ermittelten äußeren Längskräften. Unter rechnerischer Bruchfestigkeit versteht man die Summe der Einzelbruchlasten der im Seil versponnenen Drähte. Als äußere Längskraft wird gewöhnlich nur der Spannungszug, die Reibung in den Auflagerschuhen und derjenige Eigengewichtsanteil betrachtet, der durch die Höhenlage des untersuchten Punktes gegenüber dem Spannungsgewicht bestimmt ist ( $= q \cdot h$ ).  $\mathfrak{S}$  wird irreführend als Sicherheit bezeichnet und schwankt zwischen 3 und 5.

Eine für Vorberechnungen vielfach übliche, neuerdings wieder von Findeis<sup>1)</sup> untersuchte Formel ist

$$d = \gamma \sqrt{g_0 + g + \sum e}. \quad (8)$$

Hierbei bedeutet

$d$  den Tragseildurchmesser in mm,

$\sum e$  die durch das Zugseil hervorgerufenen Auflasten, bestehend aus dem von jedem Wagen zu tragenden Zugseilgewichtsanteil und den senkrecht zur Laufbahn wirkenden Zugseilkräften (Abb. 455, 457, 458),

$\gamma$  eine Zahl, die abhängig ist von der Leistung, der Seilart und der Laufradanzahl.  $\gamma$  schwankt zwischen 0,95 und 1,35.

Gleichung (8) gibt für Voruntersuchungen brauchbare Ergebnisse, wenn man beachtet, daß unter sonst gleichen Umständen die Werte für  $d$  bei geringen Lasten zu niedrig, bei großen Lasten zu hoch ausfallen. Die Größe des Spannungsgewichts ermittelt man vorläufig unter der Annahme von  $\mathfrak{S} = 4,0$  bis  $4,5$ .

Zur Beurteilung der durch den Raddruck hervorgerufenen zusätzlichen Bieungsbeanspruchungen hat Isaachsen<sup>1)</sup> die Formel entwickelt

$$\sigma_b = P \cdot \sqrt{\frac{E}{F \cdot S}}. \quad (9)$$

Hierin bezeichnet  $P$  den Raddruck eines Rades,

$F$  den tragenden Seilquerschnitt,

$S$  die Seilspannung,

$E$  das Elastizitätsmaß.

### 3. Das Zugseil<sup>2)</sup>.

Die Zugseile sind fast ausnahmslos Rundlitzenseile mit 6 Litzen im Längsschlag mit Hanfseele (Abb. 412). Die Drahtstärke schwankt zwischen 1 und 2 mm; Zugseile, die viel um Ablenkscheiben und Rollen geführt werden, erhalten die dünneren Drahtdurchmesser. Als Stahlsorte wird stets die Förderseilqualität verwandt in Bruchfestigkeiten

<sup>1)</sup> Vgl. Fußnote auf S. 217.    <sup>2)</sup> Vgl. Zahlentafel 7, S. 287.

von etwa 120, 150, 160 und 180 kg/mm<sup>2</sup>. Die höheren dieser Bruchfestigkeiten, die naturgemäß harte Seile ergeben, sollen nur bei langen Bahnen gewählt werden, wo das Seil in großen Zeitabständen um die Endseilscheiben läuft. Die einzelnen Zugseilstücke, je nach Seildurchmesser in Längen von 800 bis 2500 m hergestellt, werden durch Zusammenspleißen zu einem endlosen Seile verbunden. Die notwendige Seillänge für eine Spleiße beträgt 600 bis 800 d. Über Schmierung der Zugseile vgl. S. 142.

Zahlentafel 7, S. 287, gibt die meistverwendeten Zugseile an. Zur Errechnung der theoretischen Bruchfestigkeit ist  $F$ , die Summe der Querschnitte der einzelnen Drähte, aufgenommen, die mit der spezifischen Bruchfestigkeit zu multiplizieren ist.

Das bei der Tragseilbestimmung Gesagte gilt in großen Zügen auch für das Zugseil. Man hilft sich hier, indem man die äußeren Längskräfte möglichst genau bestimmt und je nach Verhältnissen  $\mathfrak{S}$  gleich 6 bis 8 bis 10 wählt. Rechnet man die Biegungsbeanspruchung nach Gleichung (14) hinzu, so soll  $\mathfrak{S}_b$  mindestens 3,5 sein. Die größten Kräfte treten im allgemeinen in den Endstationen auf; liegen jedoch Teile der Strecke höher als die obere Endstation, so ist eine besondere Untersuchung für diese Punkte erforderlich.

Eine genaue Bestimmung der auf das Zugseil wirkenden Längskräfte ist erst möglich, wenn der Trage seildurchmesser und die genaue Seilführung des Längsprofiles bekannt sind. Da aber der Trage seildurchmesser wiederum vom Zugseildurchmesser abhängig ist, muß zunächst eine allgemeine Vorberechnung des Zugseiles unter gefühlsmäßigen Annahmen durchgeführt werden. Die einzelnen Kräfte, die getrennt nach Voll- und Leerseite — gegebenenfalls in Teilstrecken zerlegt — untersucht werden müssen, sind:

a) Die Kräfte, die erforderlich sind, um einerseits die vollen Wagen zu heben bzw. zu senken, andererseits die leeren Wagen wieder zurückzuführen. Selbst bei vollkommen gleichmäßiger Geländeneigung fahren die Wagen infolge des Durchhanges der Trage seile dauernd in wechselnden Neigungswinkeln. In Wirklichkeit sind die durch jeden Wagen entstehenden Einzelkräfte noch erheblich mehr verschieden, weil sich die Trage seillinie nach dem Gelände richtet. Bei Bahnen mit den üblichen Wagenlasten und Wagenabständen genügt jedoch für die Voruntersuchung die Annahme, daß die Laufbahn eine gerade Verbindungslinie der beiden Endpunkte der untersuchten Strecke ist. Es wird dann

$$P_1 = \pm z \cdot (g_0 + g) \cdot \sin \alpha. \quad (10)$$

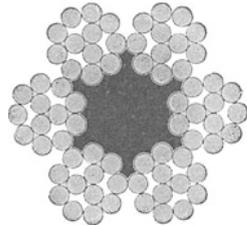


Abb. 412. Querschnitt eines Zugseiles mit 6 Litzen zu je 12 Drähten (Felten u. Guilleaume).

$\alpha$  bedeutet den Steigungswinkel der Laufbahn. Für die Leerseite wird  $g = 0$ . Kommt Rückförderung in Frage, so müssen für  $g$  und  $z$  die entsprechenden Werte eingesetzt werden. Bei Bahnen mit großen Wagenabständen und bei Pendelbahnen ist bereits für die Voruntersuchung die ungünstigste Wagenstellung unter vorläufiger Annahme des Trageisdurchmessers und der Trageilllinienführung zu berücksichtigen.

b) Der Fahrwiderstand der Wagen ist unter den gleichen Annahmen wie bei a):

$$P_2 = w \cdot z \cdot (g_0 + g) \cos \alpha. \quad (11)$$

Für die Leerseite gilt das unter a) Gesagte.

$w$ , die Zahl des gesamten Fahrwiderstandes, ist bei eingelaufener Bahn etwa 0,01 für Bolzenlagerung der Laufräder, 0,003 bis 0,006 für Wälzlager. Anfänglich sind größere Kräfte zu überwinden, man rechnet dann meist mit den doppelten Zahlen. Die Rechnung muß für beide Fälle durchgeführt werden, da zunächst ungewiß ist, wann die größten Seilkräfte auftreten. Ungünstige Verhältnisse, z. B. bei Rauhreif, Schnee usw., müssen besonders berücksichtigt werden.

c) Die Zugseilreibung. Man versteht hierunter den durch das Zugseilgewicht ( $L_0 \cdot q_s$ ) und die Zugseilreaktionen ( $e$  in Abb. 455, 457, 458) vergrößerten Rollwiderstand sowohl der Wagen, die das Zugseil tragen, als auch der Streckenrollen.

$$P_3 = w \cdot (L_0 \cdot q_s \pm e). \quad (12)$$

+  $e$  kommt vor allem bei Überschreitung von Bergkuppen in Frage, —  $e$  häufig auf der mittleren Strecke zwischen zwei Stützen.

d) Die Reibungskraft  $P_4$ , die infolge der Reibung der vom Zugseil in Bewegung gesetzten Seilscheiben und Seilrollen entsteht. Eine genaue Erfassung dieser Kräfte ist sehr schwierig. Man begnügt sich damit, die für jede Rolle erforderliche Kraft an Hand der Zugseilspannungen und Zugseilgewichte zu schätzen.

e) Die Kräfte  $P_5$ , die durch das Zugseilspanngewicht dem Seile mitgeteilt werden. Auf jeden Zugseilstrang wird bei ruhendem Seil die Hälfte des Spanngewichtes übertragen abzüglich der Reibung der Teile vom Spanngewicht bis zur Spannseilscheibe. Die Größe des Zugseilspanngewichtes muß so bemessen sein, daß auch bei ungünstigster Wagenstellung erstens an der Antriebseilscheibe das gewünschte Spannungsverhältnis zwischen auflaufendem und ablaufendem Seile herrscht, zweitens der Zugseildurchhang in allen Spannweiten innerhalb der erforderlichen Grenzen bleibt, schließlich ein sicheres Durchziehen gewährleistet ist und nicht etwa der Spannschlitten gelegentlich durch zu große Zugseilspannungen gegen seine Hubbegrenzung gezogen wird.

f) Die Spannung, die an der höher gelegenen Stelle der Teilstrecke infolge des Eigengewichtsanteiles des Zugseiles entsteht:

$$P_6 = q_s \cdot h, \quad (13)$$

wenn  $h$  den Höhenunterschied der Endpunkte der untersuchten Seilstrecke bedeutet.

g) Die Biegungsbeanspruchung beim Lauf des Seiles über die Scheiben. Nach Reuleaux ist für den einzelnen Draht

$$\sigma_b = \frac{\delta}{D} E, \quad (14)$$

wobei  $\delta$  den Drahtdurchmesser,

$D$  den Scheibendurchmesser,

$E$  das Elastizitätsmaß bezeichnet.

h) Die Beschleunigungs- und Verzögerungskräfte, die beim Ingangsetzen und Stilllegen der Bahn dem Zugseil mitgeteilt werden. Da diese Kräfte nur vorübergehend auftreten und das Ingangsetzen allmählich, ähnlich wie bei einem lose gekuppelten Güterzuge, erfolgt, können diese Kräfte bei der Vorberechnung vernachlässigt werden, falls es sich nicht um schwere Einzellasten oder um große abzubremsende Kräfte handelt.

#### 4. Das Längsprofil.

Nur in wenigen Fällen ist die Seilbahnlinie von vornherein unverrückbar gegeben; fast immer werden seilbahntechnische Gesichtspunkte

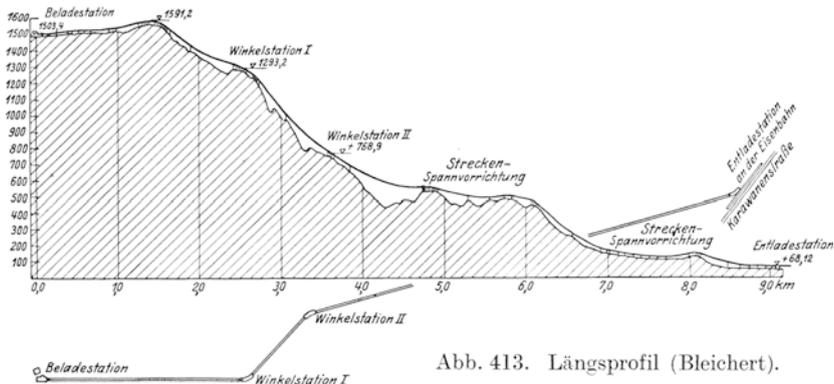


Abb. 413. Längsprofil (Bleichert).

die Linienführung beeinflussen. Oft genügt eine Verlegung oder Schwenkung von wenigen Metern, um ein wesentlich günstigeres Längsprofil zu erhalten. Abb. 413 zeigt eine Anlage, bei der in sehr schwierigem Gelände durch richtige Anordnung zweier Winkelstationen ein gutes, obgleich immer noch kühnes Längsprofil gefunden wurde. Die gewissen-

hafte Durcharbeitung des Längsprofils ist eine der schwierigsten Aufgaben des Seilbahnbaues. Zu untersuchen ist das Verhalten der Seile bei leerer und besetzter Strecke sowie die sämtlichen dabei auftretenden Kräfte (vgl. Abb. 414 und 468).

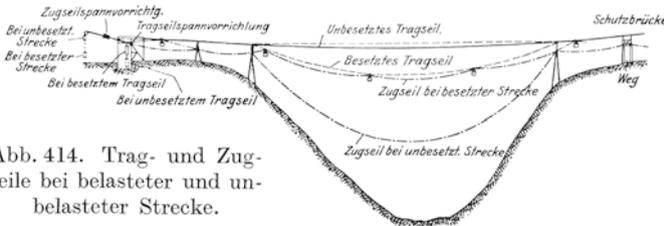


Abb. 414. Trag- und Zugseile bei belasteter und unbelasteter Strecke.

Die Seile hängen nach dem Gesetz der Kettenlinie durch, wenn man von den geringfügigen Abweichungen an den Unterstützungen infolge der durch die Seilsteifigkeit bedingten Gegenkurven absieht. Die im Seilbahnbau vorkommenden Kettenlinien haben meist sehr große Parameter, denn die Längsspannungen sind im Verhältnis zum Eigengewicht sehr hoch. Bei großem Parameter kann aber die Kettenlinie durch die Parabel ersetzt werden, die erheblich einfacher zu berechnen und zu konstruieren ist. Der Seilbahnbau rechnet deshalb fast durchweg mit der Parabel; der Fehler ist praktisch ohne Belang. Nur

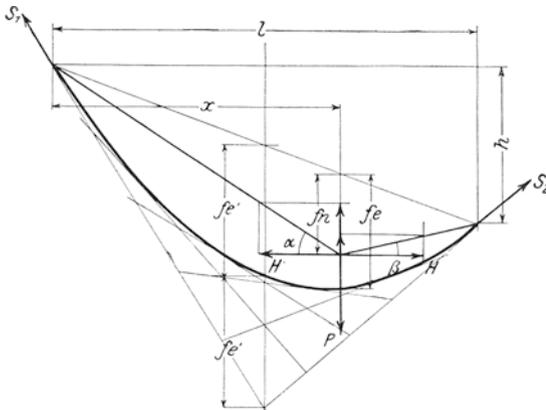


Abb. 415. Seillinie (Parabel).

bei stark durchhängendem Zugseil, wo der Parameter klein ist, wird die Berechnung nach der Kettenlinie notwendig.

Für die Parabel ist der Durchhang an beliebiger Stelle (Abb. 415):

$$f_e = \frac{q \cdot x(l - x)}{2H}. \quad (15)$$

Der größte Durchhang in der Mitte ist

$$f'_e = \frac{q \cdot l^2}{8H}. \quad (16)$$

Hierbei bezeichnet  $q$  das Gewicht des Seiles in kg/m,  $H$  die Horizontalkraft, die sich aus den auf das Seil einwirkenden äußeren Längskräften ergibt<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Näheres über  $H$  s. Findeis: Rechnerische Grundlagen des Baues von Drahtseilbahnen. Leipzig: Franz Deuticke 1923.

Diese unbelastete Durchhangskurve wird konstruiert, indem man (Abb. 415) von dem Schnittpunkt der senkrechten Mittellinie mit den Verbindungsgraden der beiden Stützpunkte die Strecke  $2 \cdot f'_e$  auf der Mittellinie nach unten aufträgt. Der Endpunkt wird mit den Stützpunkten verbunden, die Verbindungslinien werden gleichmäßig unterteilt. Die nach Abb. 415 gezogenen Verbindungslinien der einander entsprechenden Teilpunkte sind Tangenten zur Durchhangsparabel.

Die unbelastete Durchhangskurve des Tragseiles ist maßgebend für die Ausgestaltung des Längsprofils; die Seilaufleger der Stützen müssen mindestens in Höhe dieser Kurve liegen. Meistens legt man sie höher, um genügend Sicherheit gegen Abheben des Seiles aus den Auflagerschuh zu haben. In großen Spannweiten dient die Kurve zur Untersuchung des Zugseildurchhanges bei geleerter Strecke.

Für das Tragseil muß hier die belastete Durchhangskurve ermittelt werden, d. i. die Verbindungslinie der größten Durchhänge bei Fahrt der Lasten über das Seil. Hierzu ist zunächst die Kurve zu bestimmen, die ein Wagen vom Gewicht  $W$  beschreibt, wenn er über das gewichtslos gedachte Seil fährt, unter Berücksichtigung der Zugseilauflast  $e$  und der übrigen in der gleichen Spannweite fahrenden Wagen. Ein einzelner Wagen, der durch die Spannweite fährt, beschreibt die Bahn einer Parabel mit dem größten Durchhang in der Mitte:

$$f'_v = \frac{(W \pm e) l}{4H}, \quad (17)$$

wobei allerdings entgegen der Wirklichkeit angenommen wird, daß  $e$  unveränderlich ist. Fahren gleichzeitig mehrere Wagen in der Spannweite, so ist die Fahrtkurve eine zusammengesetzte Kurve, da abwechselnd  $n$  und  $(n + 1)$  Wagen in der Spannweite fahren. Die Durchhänge für die einzelnen Stellungen bestimmt man am einfachsten zeichnerisch mit Hilfe des Seil- und Krafteckes. Befinden sich viele Wagen in der Spannweite, so erhält man angenäherte Werte, wenn man die Wagen als gleichmäßig verteilte Last annimmt und die sich ergebende Parabel bestimmt. Der Durchhang berechnet sich dann nach Gl. (15) und (16), wobei statt  $q$  der Wert  $\frac{W \pm e}{a}$  zu setzen ist.

In allen Fällen sind, um die wirkliche Fahrtkurve zu bekommen, die gefundenen Durchhänge zu den Durchhängen der unbelasteten Tragseilkurve zu addieren.

Die Stützen auf der Strecke besitzen Auflagerschuhe ( $A$  in Abb. 417), in welche die Tragseile gelegt sind. Die Auflagerschuhe sind meist, bei größeren Spannweiten immer, drehbar gelagert, so daß sie den Bewegungen des Seiles folgen können (Abb. 416). Die Schuhlänge beträgt 500 bis 1500 mm, jedoch kommen bei großen Auflasten Schuh-

längen von 3 m und mehr vor. Die Stützen sind außerdem mit Trag- oder Schutzrollen (*R* in Abb. 417 und 418) ausgerüstet, die das Zugseil



Abb. 416. Drehbarer Auflagerschuh.

bei leerer Strecke oder bei großen Wagenabständen tragen. Diese Rollen sind kräftig aber leicht gebaut, damit sie bei Berührung durch das

Zugseil sich sofort in Bewegung setzen. Die Rillen erhalten meist auswechselbare Einlagen. Zur sicheren Einführung des Zugseiles in die

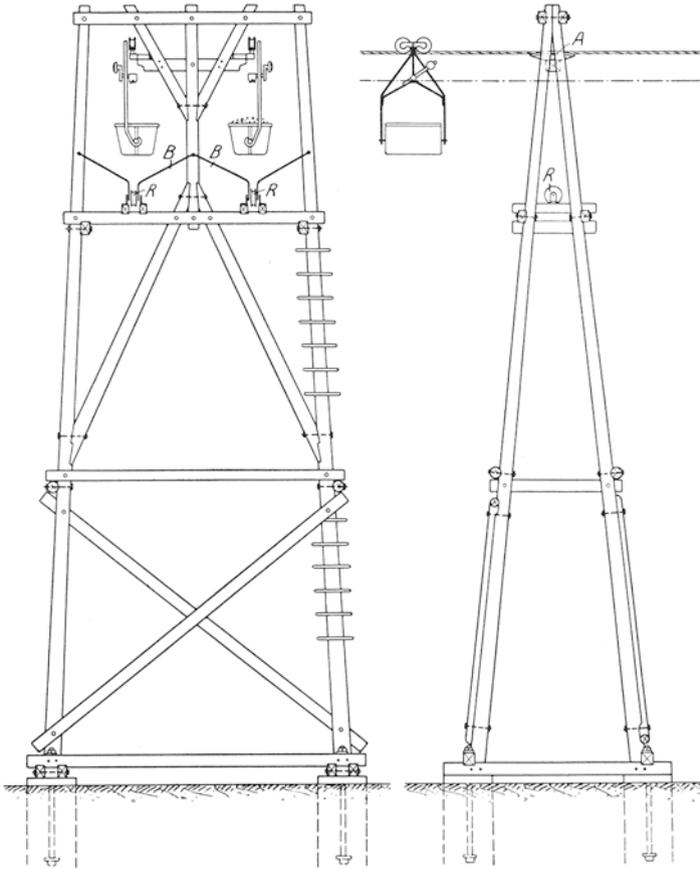


Abb. 417. Torstütze aus Holz (Pohlig).

Rillen, insbesondere bei Seitenwind, dienen Führungsbügel *B*. Stützen aus Holz werden gewöhnlich in Form sog. Torstützen ausgeführt (Abb. 417 und 420). Eiserne Stützen erhalten meist Pyramidenform mit beider-

seitig auskragendem Stützenkopf (Abb. 418, 424, 426). Zur Erleichterung des Seilauflegens und der Seilarbeiten werden häufig Kranaufbauten (s. Abb. 424) auf die Stützenköpfe gesetzt. Für sehr hohe Belastungen werden Doppelstützen — mit zwei Auflagern auf jeder Seite — (Abb. 420), für sehr große Tragseilabbiegungen gegebenenfalls kurze Schienenübergänge angeordnet (Abb. 419). Die Stützen werden auf Fundamente gesetzt. Bei hölzernen Stützen kann man die Fundamente sparen, in dem man die Füße in das Erdreich eingräbt. Stützen aus Beton werden verhältnismäßig selten angewendet. Die hohen Verdrehungs- und Biegekräfte und die wechselnden Belastungen führen meist zu unvorteilhaft schweren Stützenköpfen.

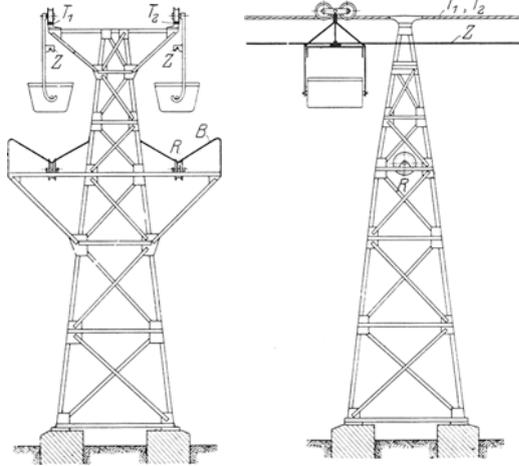


Abb. 418. Pyramidenstütze aus Eisen.

Die Spurweite, d. h. der Abstand der beiden Tragseile — meist 2 bis 3 m — richtet sich nach dem Durchgangsprofil der Seilbahn-

wagen unter Berücksichtigung der Querpendelungen. Die umbaute Stütze verlangt wegen des fehlenden oder schmalen Mittelpostens geringere Spurweite als die Pyramidenstütze. Bei selbsttätiger End-

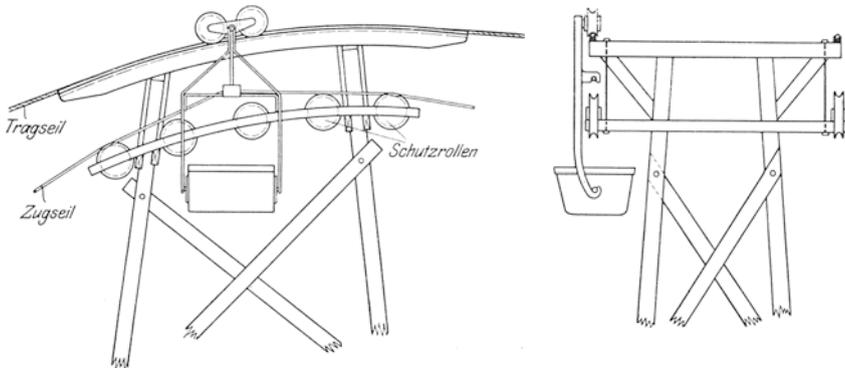


Abb. 419. Schienenübergang.

wagen unter Berücksichtigung der Querpendelungen. Die umbaute Stütze verlangt wegen des fehlenden oder schmalen Mittelpostens geringere Spurweite als die Pyramidenstütze. Bei selbsttätiger End-

umföhrungsstation (s. S. 267) erweitert man die Spurweite allmählich auf das vor der Umföhrungsscheibe erforderliche Maß von 4 bis 6 m, oder man behält auf der Strecke die gewöhnliche Spur bei und geht

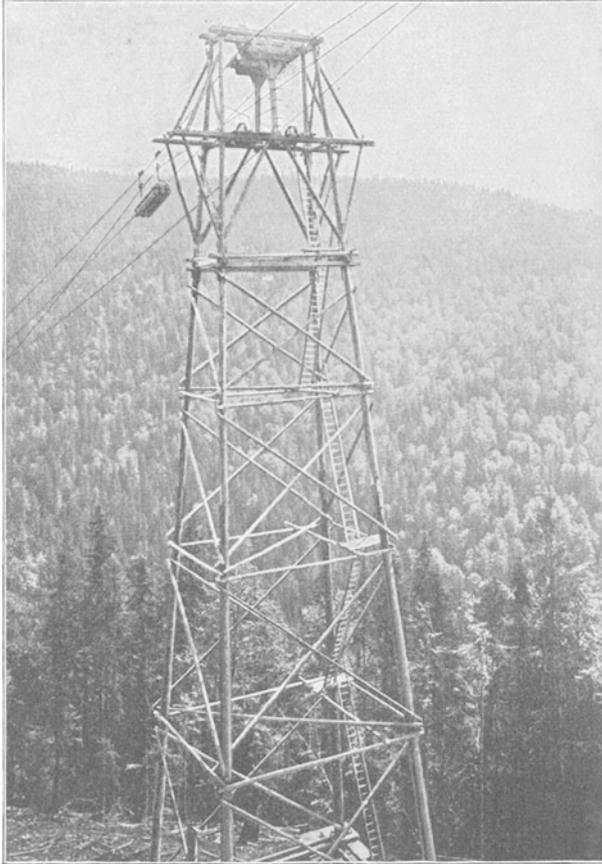


Abb. 420. 40 m hohe Doppelstütze (Kaiser).

erst in der Station durch eine Gegenkurvenscheibe in die Richtung der Umföhrungsscheibentangente.

Bei der Berechnung der Stützen sind außer den Kräften, die durch Auflast, Eigengewicht und Wind hervorgerufen werden, auch die auf Verdrehung der Stützenköpfe wirkenden Reibungskräfte der Trageile in den Auflagerschuhen zu berücksichtigen.

Die Stützenhöhen betragen in ebenem Gelände 3 bis 12 m, die Stützenabstände 80 bis 120 m. Der durchschnittliche Abstand muß

kleiner oder größer sein als die normale Wagenentfernung bzw. deren Vielfaches, damit nicht die Wagen gleichzeitig in den absteigenden Ästen und dann wieder in den ansteigenden Ästen der Durchhangskurven fahren und auf diese Weise große Schwankungen im Kraftbedarf hervorrufen. In bergiger Gegend werden oft Stützhöhen bis 50 m und mehr (Abb. 420) und Stützenabstände von vielen hundert Metern erforderlich. Es sind schon freie Spannweiten bis 1660 m ausgeführt worden (Abb. 421).

Diese großen Spannweiten erfordern sorgfältigste Berechnung vor allem wegen der großen Querkräfte, die an den Auflagerstellen ent-

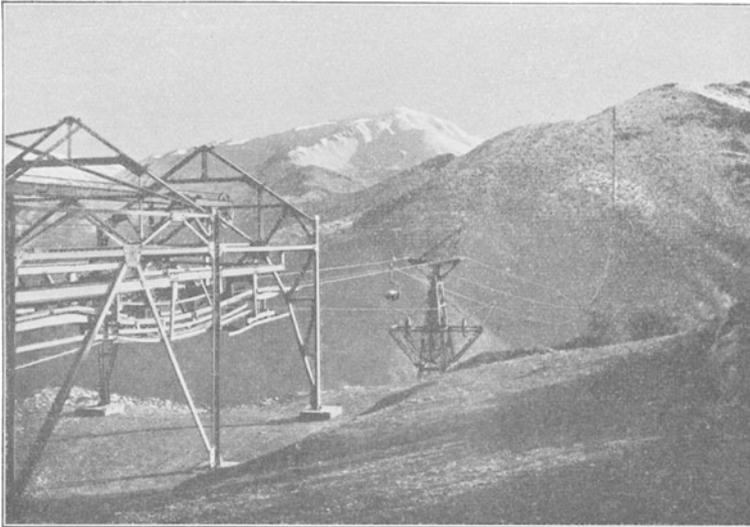


Abb. 421. Spannweite von 1660 m (Bleichert).

stehen. In der Mitte sind die Querkräfte geringer, da hier jeder Wagen nur die Zugseillast trägt, die durch das Anheben des frei durchhängenden Zugseiles in die Höhe des belasteten Trageiles entsteht. Wenn man in den großen Spannweiten die Trageile trotzdem nicht schwächer als auf der glatten Strecke, sondern oft sogar stärker wählt, so liegt der Grund darin, daß man besonders lange Liegedauer erreichen will wegen der hier sehr schwierigen Ausbesserungs- oder Auswechselarbeiten. Unmittelbar an die große Spannweite ist stets eine Trageilspannvorrichtung zu legen, weil dann die Spannungsverhältnisse des Trageiles am besten geregelt werden können, das Seil für alle Belastungsfälle gut einspielt und unnütze Reibungsarbeit in den Auflagerschuhen vermieden wird. Voll- und Leerseite müssen belastet verschieden durch-

hängen, damit bei seitlichem Ausschwingen infolge Wind die Wagen nicht aneinanderstoßen.

Einer ebenso genauen Untersuchung bedürfen die Übergänge über Bergrücken. Hier sind die Linien der Trag- und Zugseile in erhabenem vertikalen Bogen geführt, so daß durch die entstehenden Zusatzkräfte die Schuhereibung



Abb. 422. Schienenübergang (Bleichert).

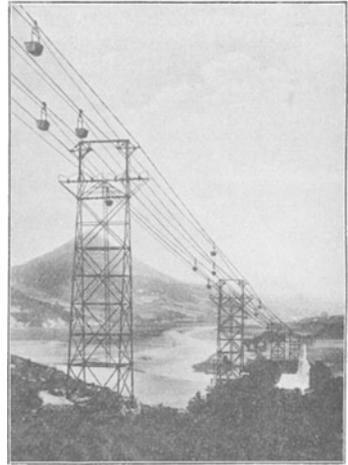


Abb. 423. Streckenbild einer Doppbahn (Bleichert).

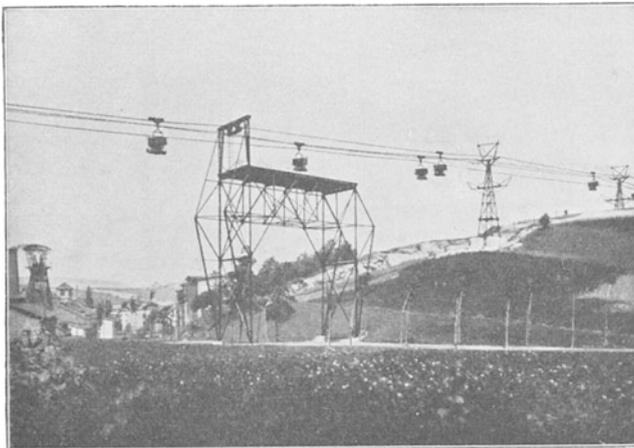


Abb. 424. Eiserne Schutzbrücke (Bleichert).

des Trageiles erhöht und der Raddruck vergrößert wird. Die Stützen müssen daher dicht nebeneinander gestellt werden. Gewöhnlich sind auch stärkere Trageile an diesen Stellen erforderlich. Werden trotzdem die Kräfte zu groß, so müssen Schienenübergänge

(Abb. 422), Geländeeinschnitte oder sogar Tunnels eingelegt werden.

Straßen, Eisenbahnen, Fabrikhöfe usw., die zu überschreiten sind, werden erforderlichenfalls durch eiserne (Abb. 424) oder hölzerne Schutz-

brücken (Abb. 425) oder durch Schutznetze (Abb. 426) geschützt. Die freie Durchgangshöhe für Straßen, meist 4 bis 5 m, richtet sich nach den Vorschriften der örtlichen Behörden. Die Eisenbahn verlangt heute meistens 7,01 m lichte Höhe mit Rücksicht auf die spätere Elektrifizierung. Die Brückenbahn muß möglichst dicht unter den Seilen liegen (Abb. 424), damit die für die Berechnung maßgebende Fallhöhe gering bleibt. Läßt sich dies nicht erreichen, so werden entweder elastische Auflager (Reisigbündel) auf die Brückenbahn gelegt oder es werden dachförmige Brücken gewählt, an denen die herabstürzende Last

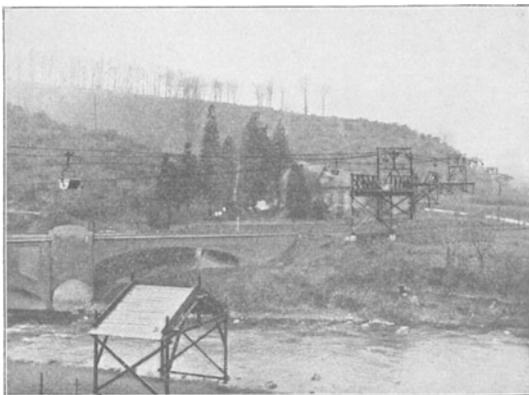


Abb. 425. Streckenbild mit verschiedenartigen Schutzbrücken (Bleichert).

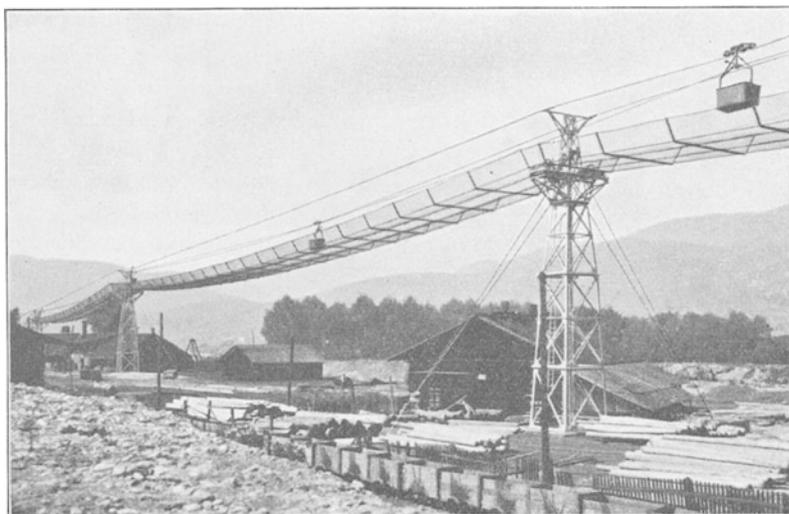


Abb. 426. Streckenbild mit Schutznetz (Pohlig).

seitlich abrutscht (Abb. 425 vorn). Bei Schutznetzen werden zwei oder mehr parallele Halteseile von Stütze zu Stütze geleitet und an beiden Enden verankert. Zwischen den Seilen, die durch Flacheisen in richtigem

Abstand gehalten werden, liegen zwei verschiedenmaschige Drahtgeflechte übereinander. Vielfach werden seitliche Geländer angeordnet (Abb. 426).

### 5. Zugseilrüstung und Antrieb.

Die Seilscheiben, um die das endlose Zugseil in den Endstationen läuft, haben Durchmesser von 1,5 bis 3 m. Bleichert verwendet neuerdings Schmiedeisen statt des sonst üblichen Gußeisens; diese

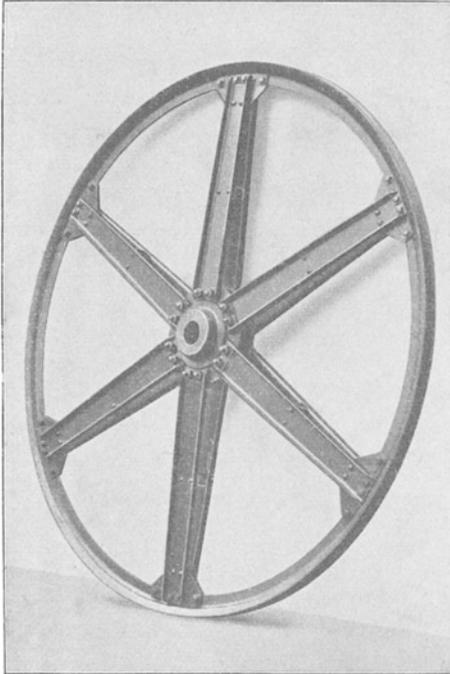


Abb. 427. Schmiedeiserne Seilscheibe (Bleichert).

Seilscheiben sind bruchsicher und infolge ihrer Zerlegbarkeit in gebirgigen Gegenden leichter zu befördern (Abb. 427).

Die Seilführung ist meist so, daß das Seil in der einen Endstation um die Scheiben des Antriebsvorgeleges, in der anderen um die der Zugseilspannvorrichtung läuft. Bei selbsttätiger Endumführungsscheibe (vgl. S. 267) wird die Spannvorrichtung vor dem Antrieb angeordnet, da die Umführungsscheibe nicht zugleich als Spannscheibe dienen kann. Häufig, insbesondere bei langen Bahnen und in Fällen, wo Kraftbedarf und Kraftüberschuß abwechseln, genügt eine einzige

Zugseilspannvorrichtung nicht, um schnell und sicher durchzuziehen. Man legt dann außer der Hauptspannvorrichtung ein oder zwei Hilfsspann-

vorrichtungen vor das Antriebsvorgelege.

Die Zugseilspannvorrichtung besteht aus der Seilscheibe, die auf einem Schlitten oder Wagen gelagert ist. An letzterem greift das Spannseil an, das über Rollen zu dem Spanngewicht geführt wird. Der Hub der Spannscheibe soll mindestens 3 m betragen. Das Spanngewicht wird meist unmittelbar an das Spannseil gehängt. Nur wenn wegen des erforderlichen großen Hubes hohe Türme oder tiefe Gruben angelegt werden müssen, hängt man das Spanngewicht in einer Flasche auf.

Die Leitrollen, 200 bis 1200 mm  $\varnothing$ , die dem Zugseil in den Stationen die genaue Führung geben, werden ähnlich ausgeführt wie die auf S. 224

beschriebenen Tragrollen auf den Stützen. Die bei Unterseil erforderlichen kleinen Druckrollen unterhalb der Schienen werden aus Stahlguß hergestellt.

Ist zum Betrieb der Drahtseilbahn Antriebskraft erforderlich, so arbeitet eine beliebige Antriebsmaschine (Elektromotor, Dampfmaschine, Gaskraftmaschine) auf das Antriebsvorgelege mittels Riementrieb, bei ganz kleinen Anlagen auch wohl mittels Schneckentrieb. Wenn eine Transmission vorhanden ist, so kann das Antriebsvorgelege un-

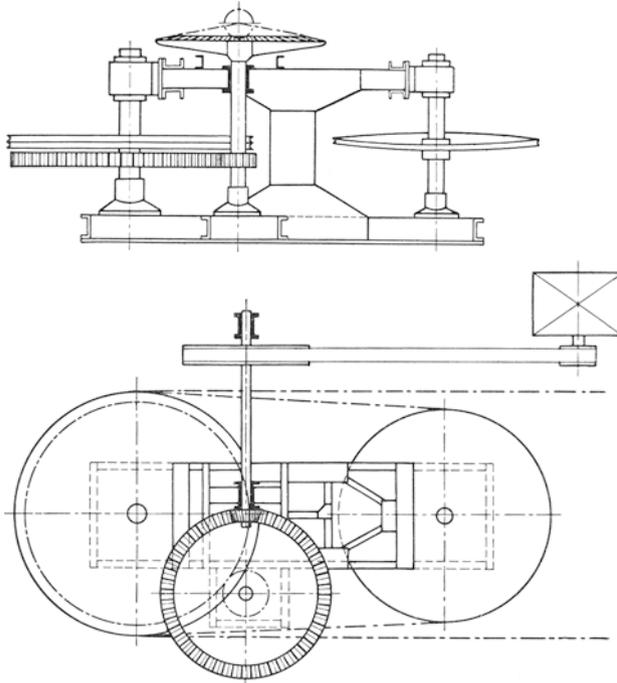


Abb. 428. Antriebsvorgelege mit zweirilliger Treibscheibe (Bleichert).

mittelbar an diese angeschlossen werden. Das Antriebsvorgelege leitet durch Zahnradübertragung die Kraft weiter auf die ein- oder mehr-  
rillige Antriebseilscheibe, die dem Zugseil die Bewegung erteilt (Abb. 428).  
Läuft die Bahn mit Kraftüberschuß, so werden Bremsvorrichtungen statt der Antriebsmaschine verwandt. Handelt es sich um geringe oder gelegentliche Kraftüberschüsse oder um schnelles Stillsetzen der Bahn, so genügen Bandbremsen, die von Hand geregelt werden; für dauernde größere Energievernichtung wählt man hydraulische oder Windflügelbremsen, die häufig selbsttätig die Zugseilgeschwindigkeit regeln. Die Verwendung der überschüssigen Energie zur Abgabe von Nutzarbeit,

z. B. zum Antrieb von Pumpen oder anderen Arbeitsmaschinen, ist nur bei gleichmäßigem, dauerndem Kraftüberschuß zu empfehlen. Bahnen, die je nach Belastung und nach Wagenstellung mit Kraftbedarf oder Kraftüberschuß laufen, erhalten Kraftmaschine und Bremsvorrichtungen. Auch bei Bahnen mit dauerndem Kraftüberschuß ist es von Vorteil, einen kleinen Antriebsmotor aufzustellen zum Ingangsetzen insbesondere nach leergefahrener Strecke.

Bei elektrischem Betriebe gestaltet man die Bremsregelung oft derart, daß man den Motor zum Generator werden läßt, der den Überschuß an das Netz zurückgibt. Da bei Gleichstrom Nebenschlußmotoren, bei Drehstrom Asynchronmotoren verwendet werden, geht die Umpolung ohne Schwierigkeiten vonstatten. Jedoch sind die nötigen Sicherheitsmaßnahmen zu treffen, um ein Durchgehen der Bahn zu vermeiden, falls das Netz stromlos wird.

Alle Bahnen, bei denen infolge Versagens der Antriebsmaschine oder Ausbleibens des Stromes die Gefahr des Rücklaufs vorliegt, sind

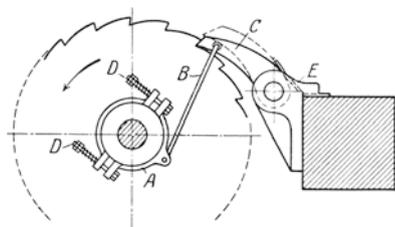


Abb. 429. Geräuschlos arbeitende Sperrvorrichtung gegen Rücklauf (Bleichert).

mit selbsttätigen mechanischen Sperrvorrichtungen auszurüsten. Abb. 429 zeigt eine einfache, geräuschlos arbeitende Sperrvorrichtung. Auf der Welle sitzt drehbar, aber durch Federn *D* angepreßt, der geteilte Ring *A*. Im gewöhnlichen Betriebe läuft die Welle in Pfeilrichtung und sucht *A* ebenfalls in Pfeilrichtung zu drehen. Dadurch drückt *A* mit Hilfe

der Stange *B* die Klinke *C* in die gestrichelte Lage. Ändert die Welle ihren Drehsinn, so nimmt sie *A* mit. *C* wird in das fest auf der Welle verkeilte Sperrrad gezogen und hindert somit die weitere Rückwärtsbewegung der Welle.

Der Antrieb wird in die Station gelegt, in der die günstigsten Betriebsverhältnisse bezüglich Brennstoffbeschaffung, Stromzuleitung usw. herrschen, möglichst aber (bei reinen Bremsbahnen immer) in die höher gelegene Station. Bei guten Ausführungen werden die Teile des Antriebsvorgeleges als einheitliche Maschine auf einem eisernen Grundrahmen angeordnet (Abb. 428, 430 und 431). Dieser wird tunlichst unmittelbar auf das Fundament gesetzt, bei hohen Stationen etwa nach Abb. 430.

Die an der Antriebsseilscheibe wirkende Umfangskraft *U* ergibt sich aus dem Unterschied der Spannungen des auflaufenden und des ablaufenden Seiles. Je nachdem, ob die Spannung des auflaufenden Seiles größer oder kleiner ist als die des ablaufenden, wird *U* positiv oder negativ, liegt also Kraftbedarf oder Kraftüberschuß vor. Be-

zeichnet man mit  $R$  die gesamte Leistung, die noch notwendig wird zur Überwindung aller Reibung zwischen Antriebseilscheibe und Antriebsmaschine bzw. Bremsvorrichtung, so wird in PS

$$N = \pm \frac{U \cdot v}{75} + R. \quad (18)$$

$R$  wird an Hand der vorliegenden Verhältnisse geschätzt.  $+N$  muß von der Antriebsmaschine aufgebracht werden,  $-N$  ist abzubremesen oder steht zur Umsetzung in Nutzarbeit zur Verfügung.

Die Führung des Seiles über die Scheiben des Antriebs- bzw. Bremsvorgeleges hängt ab von der zu übertragenden Umfangskraft  $U$ , von dem

Verhältnis der Seilspannungen beim Auf- und beim Ablauf des Seiles und von der Größe der Reibung zwischen Seil und Scheibe. Je nach den Verhältnissen ist der umschlungene Bogen  $\alpha$  zu bestimmen.

Um die Reibung zu erhöhen, werden die Rillen der Antriebscheiben mit Leder, manchmal auch mit Holz, ausgelegt. Man darf aber die

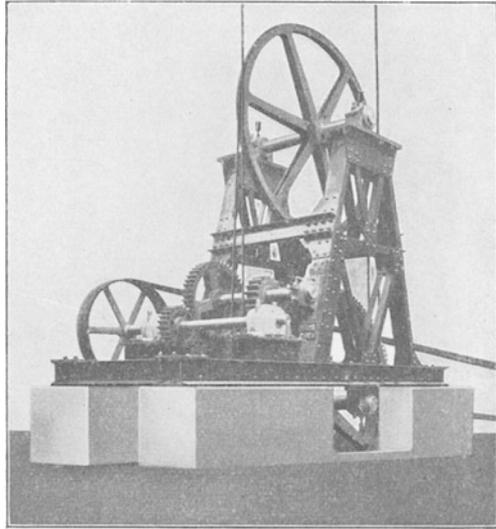


Abb. 430. Antriebsvorgelege (Bleichert).

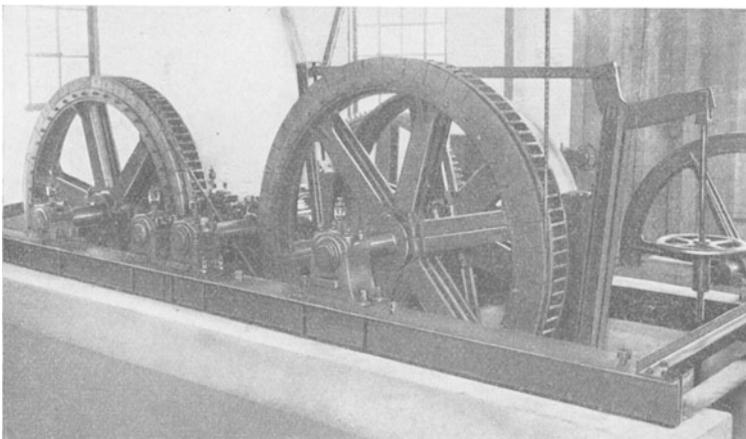


Abb. 431. Antriebsvorgelege mit zwei Treibscheiben (Heckel).

Reibungszahl  $\mu$  mit Rücksicht auf die Einfettung des Seils erfahrungsgemäß nicht größer als mit 0,12 bis 0,16 einsetzen (vgl. Zahlentafel S. 145). Im folgenden ist  $\mu = 0,14$  gesetzt. Es ist

$$U = T_1 - T_2 \quad (19)$$

und

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu \alpha}. \quad (20)$$

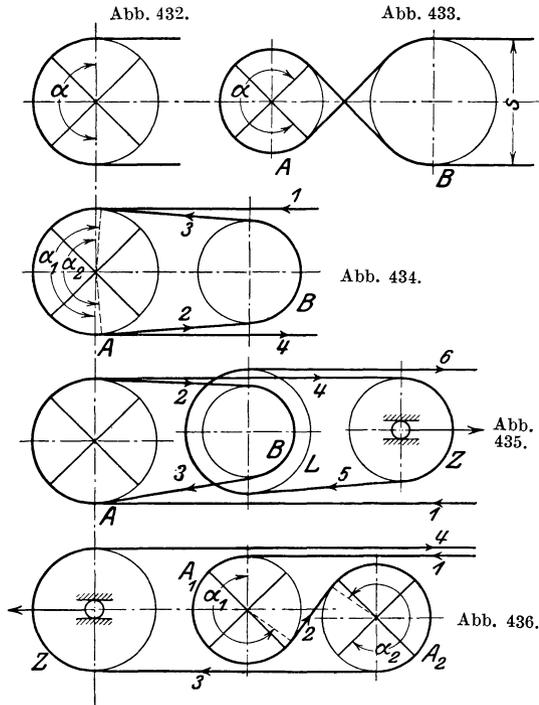


Abb. 432. Einrillige Treibscheibe.

Abb. 433. Einrillige Treibscheibe mit vorgelegter Seilscheibe.

Abb. 434. Zweirillige Treibscheibe mit vorgelegter Seilscheibe.

Abb. 435. Seilführung bei Anordnung der Zugseilspannvorrichtung vor dem Antriebsvorgelege.

Abb. 436. S-förmige Seilführung mit Zugseilspannvorrichtung.

Hierbei bezeichnet  $T_1$  die größere,  $T_2$  die kleinere der beiden auftretenden Seilspannungen vor der Antriebsscheibe. Für die Umfangskraft  $U$  sind die ungünstigsten Werte zu bestimmen. Das Verhältnis

$\frac{T_1}{T_2}$  kann durch richtige Wahl des Zugseilspanngewichtes in bestimmten Grenzen geregelt werden. Der erforderliche Umschlingungsbogen bzw. die Zugseilführung ergibt sich dann aus Gl. 20 (vgl. das Beispiel auf S. 240).

Die gebräuchlichen Zugseilführungen sind aus Abb. 432 bis 436 zu ersehen.

Die einfachste Führung ist die nach Abb. 432, wo das Seil den halben Umfang der einrilligen Scheibe umschlingt. Es ist

$$\alpha = \pi, \text{ und } e^{\mu \alpha} = 1,55.$$

Bei Abb. 433 wird ebenfalls eine einrillige Scheibe verwendet. Die Vergrößerung von  $\alpha$  auf etwa  $1,5 \pi$  wird durch die leerlaufende Scheibe  $B$  erreicht, die außerdem die Spurweite  $s$  von der Antriebsscheibe unabhängig macht. Es ist  $e^{\mu \alpha} \approx 1,93$ . Ein Nachteil der kreuzweisen Führung des Seiles ist der, daß das Seil Biegungen nach zwei Seiten erleidet.

In Abb. 434 ist die Antriebscheibe  $A$  zweirillig. Das Seil läuft von  $1$  um den halben Umfang der Scheibe  $A$ , dann über  $2$  um die vorgelegte, leer mitlaufende Scheibe  $B$ , wieder zurück über  $3$  durch die zweite Rille von  $A$ , worauf es bei  $4$  abläuft. Da  $A$  zweimal halb umschlungen wird, ist  $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 \approx 2\pi$  und dementsprechend  $e^{\mu\alpha} \approx 2,41$ . Durch Kreuzung der Seilstränge  $2$  und  $3$  kann man  $\alpha$  vergrößern. Führt man das bei  $4$  ablaufende Seil nochmals um eine zu  $B$  konzentrische Scheibe und zurück über eine dritte Rille der Antriebscheibe  $A$ , so wird durch diese dritte halbe Umschlingung  $\alpha \approx 3\pi$  und  $e^{\mu\alpha} \approx 3,75$ . In einzelnen Fällen kommen auch vier- und mehrrillige Scheiben vor.

Es ist zu beachten, daß die Scheiben  $B$  fest gelagert und nicht etwa als Spannscheiben benutzt werden. Ist eine Zugseilspannvorrichtung vor dem Antrieb ( $A-B$ ) notwendig (Abb. 435), so muß stets eine gesonderte Spannscheibe  $Z$  und ferner eine weitere Leitscheibe  $L$  angeordnet werden.

Die auf S. 132 erwähnte Seilführung um zwei einrillige Treibscheiben (Abb. 436) wird im Seilbahnbau weniger angewandt. Der Hauptgrund ist wohl der, daß der Vorteil der einfachen Verbindung von Antrieb und Spannvorrichtung nicht zur Geltung kommt, weil die Spannvorrichtung selten am Antrieb liegt.

Alle diese Antriebe mit mehreren starr gekuppelten Treibrillen stellen einen kinematisch überbestimmten Mechanismus dar. Die Folge davon ist, daß im Seil während des Laufes von einer Treibrille zur anderen die sog. Schnürspannungen auftreten können (vgl. hierüber den Abschnitt „Zweischienige Bahnen“ S. 132 ff. Man kann diese Schnürspannungen dadurch beseitigen, daß man mehrere einrillige, durch Ausgleichgetriebe miteinander verbundene Treibscheiben verwendet und so einen kinematisch bestimmten Mechanismus schafft.

Die Wirkungsweise eines solchen Ausgleichgetriebes nach Ohnesorge (D.R.P. Nr. 263 391 und 292 500), ausgeführt von Bleichert als Lizenznehmer, ist aus Abb. 437 ersichtlich. Der Antrieb erfolgt vom Kegelrad  $4$  und der Welle  $5$  aus. Der Körper  $6$  ist fest auf der Welle  $5$  aufgekeilt. In  $6$  sind die Kegeltriebe  $7$  eingebaut, die sich lose auf Zapfen drehen. Diese sog. Planetenräder bilden mit den Sonnenrädern  $8$  und  $9$  zusammen das Ausgleichgetriebe, durch das gleiche Drehmomente auf  $8$  und  $9$  übertragen werden. Rad  $8$  treibt, sich lose auf Welle  $5$  drehend, über das Stirnradpaar  $10/11$  die Antriebscheibe  $1$  an, Rad  $9$  über das Räderpaar  $12/13$  die Antriebscheibe  $3$ . Das Seil läuft (s. auch Abb. 438) von  $1$  auf  $1$ , über die vorgelegte Scheibe  $2$ , über  $3$  und zurück zur Strecke. Die Bewegungen von  $1$  und  $3$  gegeneinander sind durch das Seil zwangläufig geregelt. Haben beide gleiche Winkelgeschwindigkeit, so drehen sich auch  $8$  und  $9$ , ferner  $6$  mit gleicher Umlaufzahl. Eine gegenseitige Bewegung zwischen  $7$  und  $8$  bzw.  $9$

findet also nicht statt. Bei verschiedenen Winkelgeschwindigkeiten von 1 und 3 haben auch 8 und 9 verschiedene Umlaufzahlen. Der Ausgleich findet statt durch die Räder 7, die sich um ihre Achse drehen. Der Vorgang ist grundsätzlich derselbe wie beim Differentialgetriebe des Kraftwagens.

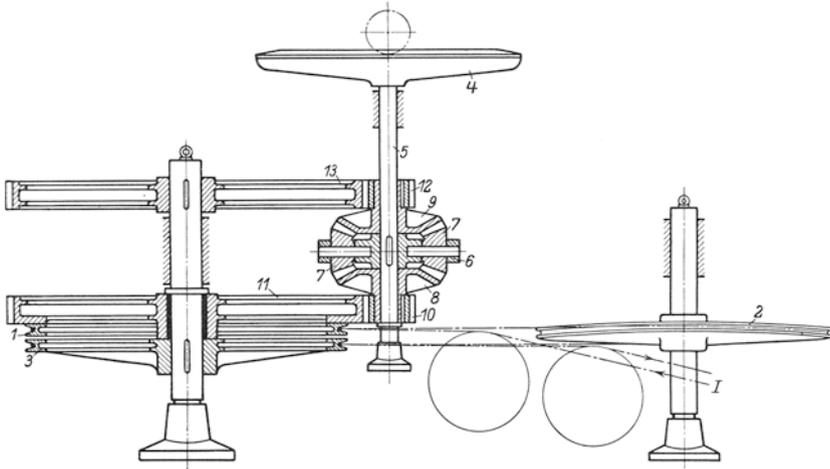


Abb. 437. Zweiseibenantrieb mit Ohnesorge-Ausgleichgetriebe (Bleichert).

Die vorgelegte Seilscheibe 2 kann im Gegensatz zum starren Antrieb als Spannscheibe ausgebildet oder als dritte Antriebscheibe verwendet werden. Ein Antrieb der letzteren Art ist der Bleichert-Ohnesorge-

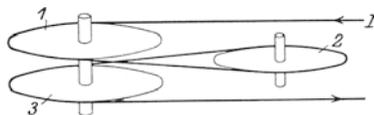


Abb. 438. Seilführung zu Abb. 437 und 439.

Antrieb nach Abb. 439. Das Kegelrad 4, das lose drehbar auf der Welle 5 gelagert ist, wird angetrieben. In 4 ist das erste Ausgleichgetriebe mit den Planetenrädern 6 und den Sonnenrädern 7 und 8 eingebaut. 7 ist auf einer Hohlwelle 9 aufgekeilt und treibt über das Räderpaar 10 die Scheibe 1 an. 8 dagegen ist auf Welle 5 aufgekeilt und treibt ein zweites Ausgleichgetriebe, von dessen Sonnenrädern 11 und 13 die Seilscheiben 2 (über Radpaar 12) und 3 (über Radpaar 14) angetrieben werden. Letztere zusammen übertragen also das gleiche Drehmoment wie die Scheibe 1, was der durch die höhere Seilspannung bedingten größeren Übertragungsfähigkeit der Scheibe 1 entspricht. Die Seilführung ist so, wie in Abb. 438 dargestellt.

Abb. 440 zeigt ein Stirnrad-Ausgleichgetriebe Bauart Hasenclever-Ohnesorge. Im Gegensatz zu den beschriebenen Kegelradgetrieben werden hier durch Stirnräder ungleiche Drehmomente auf die Scheiben

übertragen entsprechend den Seilscheibendurchmessern bzw. Seilspannungen. Durch  $a$  wird der Planetenradträger  $b$  angetrieben. Die Planetenräder  $c_1$  und  $c_2$  stehen einerseits mit dem Innenzahnkranz  $e$ ,

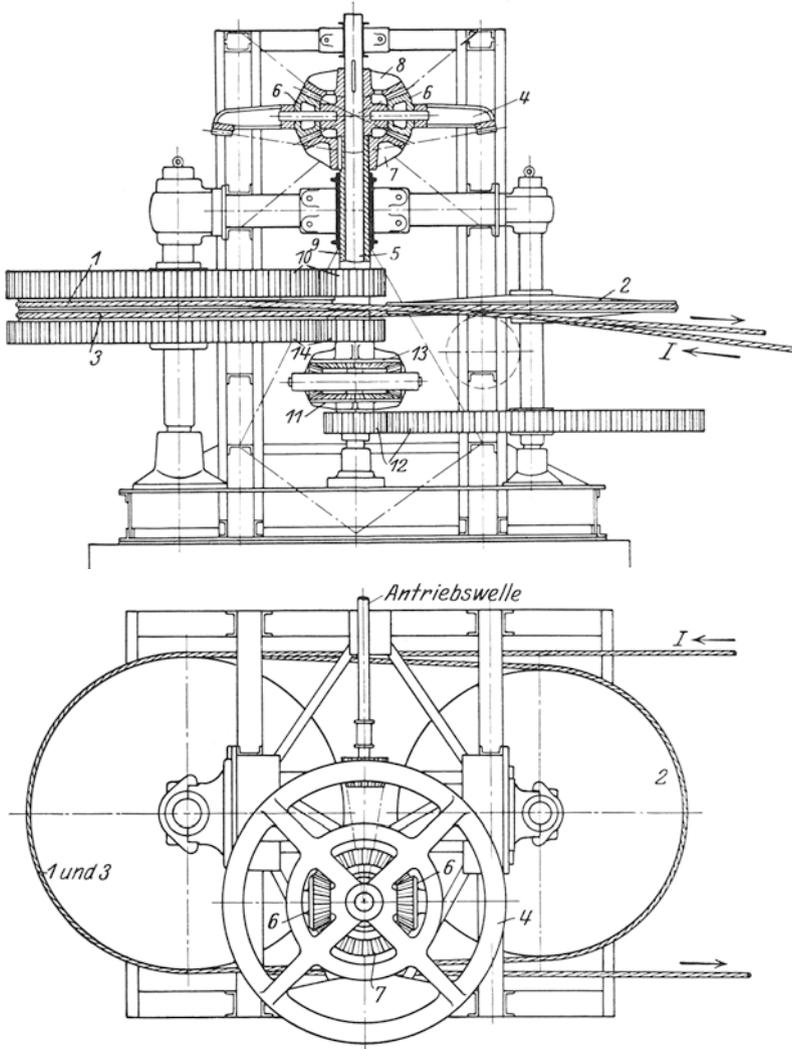


Abb. 439. Dreischeiben-Antrieb Bleichert-Ohnesorge.

andererseits mit dem auf der Welle 2 verkeilten Stirnrad  $b$  in Eingriff. Von  $e$  wird über  $k$  und  $l$  die Treibscheibe  $I$  angetrieben, von  $d$  über  $f$ ,  $g$  und  $h$  die Treibscheibe  $II$ . Die Seilführung ist S-förmig.

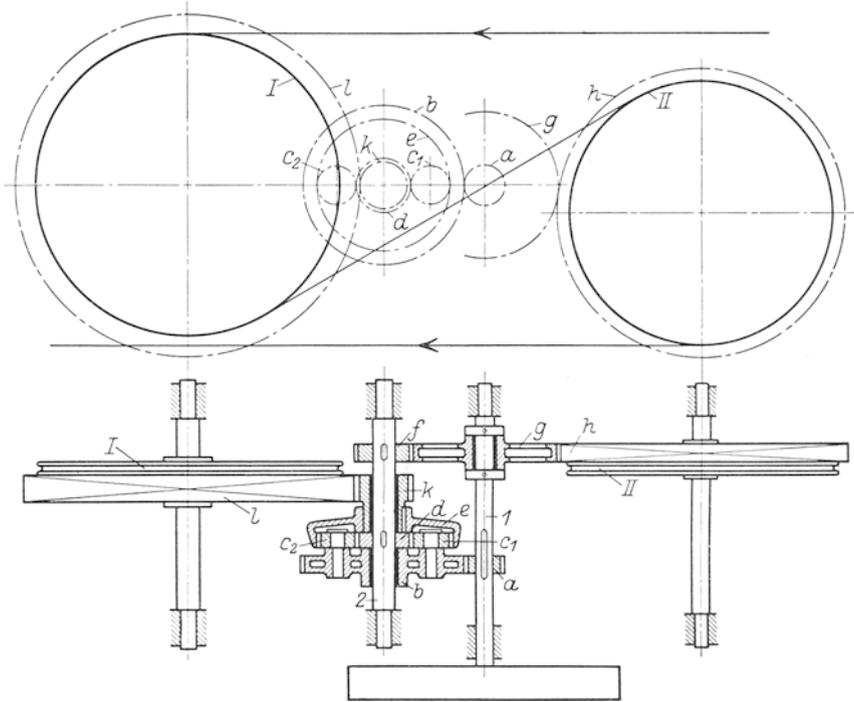


Abb. 440. Zweiseibenantrieb Hasenclever-Ohnesorge.

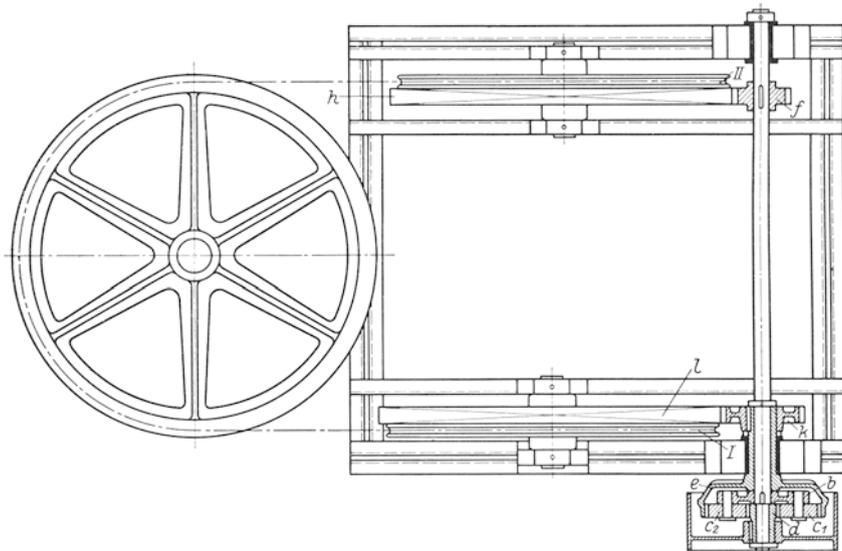


Abb. 441. Heckelscher Antrieb mit Ausgleichgetriebe.

Die Heckelsche Anordnung nach Abb. 441 zeichnet sich durch kurze und gedrungene Bauweise des ganzen Antriebsvorgeleges aus. Das Ausgleichgetriebe ist ähnlich dem der Abb. 440, nur treibt Heckel das Sonnenrad  $d$  an und verkeilt den Planetenradträger  $b$  auf der Welle, die wiederum  $f$  antreibt. Abb. 442 zeigt die Führung des Seiles, die durch den entgegengesetzten Drehsinn der beiden Treibscheiben  $I$  und  $II$  gegeben ist.

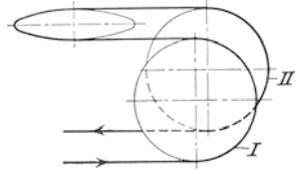


Abb. 442.  
Seilführung zu Abb. 441.

Während die bisher beschriebenen Ausgleichgetriebe ein besonderes Zwischenglied bilden und nur dann arbeiten, wenn Schnürspannungen auszugleichen sind, läßt Mackensen nach dem Baumschen Patent 382 956 das Ausgleichgetriebe dauernd mitarbeiten, indem er eine Geschwindigkeitsübersetzung in das Getriebe selbst legt (Abb. 443). Ähnlich wie bei Heckel, wird durch das Sonnenrad  $d$  das Planetenrad  $c$  angetrieben. Die Innenverzahnung  $e$  kämmt

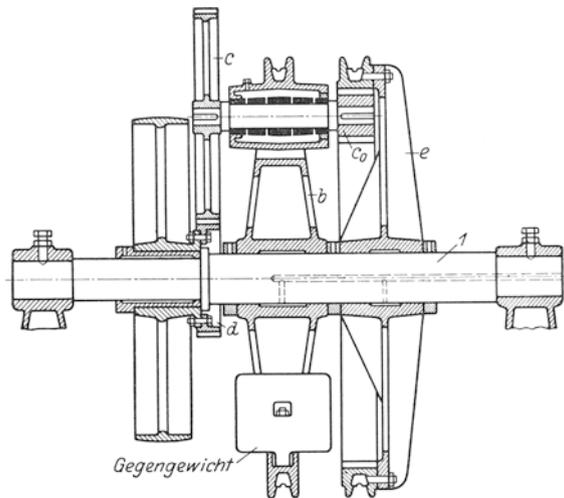


Abb. 443. Antrieb mit Ausgleichgetriebe nach Baum (Mackensen).

aber nicht unmittelbar mit  $c$ , sondern mit einem zweiten Planetenrad  $c_0$ , das auf gemeinsamer Welle mit  $c$  verkeilt ist. Infolge der so geschaffenen Übersetzung ins Langsame sind weitere Zwischenräder nicht nötig, so daß der Planetenradkörper  $b$  und das Innenzahnrad  $e$  zugleich als Seilscheiben ausgebildet werden können. Diese beiden Treibscheiben haben entgegengesetzte Bewegungsrichtung, und zwar dient als Antriebskraft für  $e$  der Zahndruck zwischen  $c_0$  und der Innenverzahnung,

für  $b$  der im Lager der Achse entstehende Achsdruck. Das Seil wird nach Abb. 442 geführt. Sämtliche Teile sind lose drehbar auf der Welle 1 montiert; die Ausführungsart baut daher sehr kurz und einfach. Sie ist vor allem zur Übertragung mittlerer und kleinerer Leistungen geeignet.

Beispiel einer vorläufigen Zugseil- und Antriebskraftberechnung. Streckenbild nach Abb. 444. Leistung 50 t/st, ge-

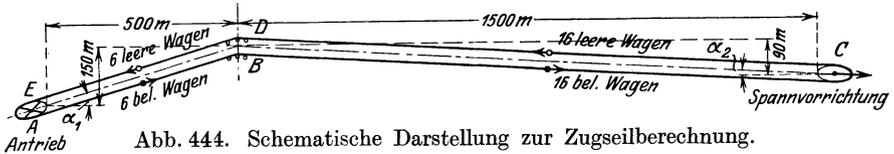


Abb. 444. Schematische Darstellung zur Zugseilberechnung.

fahren in 96 Wagen mit je 520 kg Nutzlast. Wagenfolge nach Gl. (4):

$$t = \frac{3600}{96} = 37,5 \text{ s}; \text{ Wagenabstand nach Gl. (5) bei } v = 2,5 \text{ m/s:}$$

$a = 37,5 \cdot 2,5 = 94 \text{ m}$ . Auf Teilstrecke I fahren auf jeder Seite [Gl. (6)]

$\frac{500}{94} = 6$  Wagen, auf Teilstrecke II  $\frac{1500}{94} = 16$  Wagen. Der leere Wagen

wiegt 210 kg, der beladene Wagen 730 kg. Vorläufig angenommen ein Zugseil von 17 mm  $\varnothing$  mit  $q_s = 1,02 \text{ kg/m}$ .

Ermittlung der Streckenwiderstände  $P_1$  bis  $P_4$ , Gl. (10) bis (12):

Vollseite		Leerseite				
Teilstrecke I: $\sin \alpha_1 = 0,29$ ; $\cos \alpha_1 = 0,96$ .						
		Anfang	Später		Anfang	Später
$P_1$	$6 \cdot 730 \cdot 0,29$	+1270	+1270	$6 \cdot 210 \cdot 0,29$	-365	-365
$P_2$	$6 \cdot w \cdot 730 \cdot 0,96$	+ 84	+ 42	$6 \cdot w \cdot 210 \cdot 0,96$	+ 24	+ 12
$P_3^1)$	$500 \cdot 1,02 \cdot w$	+ 16	+ 8	$500 \cdot 1,02 \cdot w$	+ 16	+ 8
$P_4$	geschätzt	+ 20	+ 10	geschätzt	+ 25	+ 15
		+1390	+1330		-300	-330

Teilstrecke II:  $\sin \alpha_2 = 0,06$ ;  $\cos \alpha_2 = 1,0$ .

$P_1$	$16 \cdot 730 \cdot 0,06$	-700	-700	$16 \cdot 210 \cdot 0,06$	+202	+202
$P_2$	$16 \cdot w \cdot 730 \cdot 1,0$	+234	+117	$16 \cdot w \cdot 210 \cdot 1,0$	+ 68	+ 34
$P_3^1)$	$1500 \cdot 1,02 \cdot w$	+ 46	+ 23	$1500 \cdot 1,02 \cdot w$	+ 46	+ 23
$P_4$	geschätzt	+ 30	+ 20	geschätzt	+ 34	+ 21
		-390	-540		+350	+280

<sup>1)</sup> Da  $e$  (Abb. 455, 457, 458) zunächst nicht bekannt, sind die errechneten Werte um 50 vH erhöht worden.

Anfänglich:

Bei A: Angenommen als Mindestspannung . . . . .	700 kg
„ B: $700 + 1390 + 150 \cdot 1,02$ . . . . .	2243 „
„ C: $2243 - 390 - 90 \cdot 1,02$ . . . . .	1761 „
(Spanngewicht: $\geq 2 \cdot 1761$ , etwa 3550 kg)	
„ D: $1761 + 350 + 90 \cdot 1,02$ . . . . .	2203 „
„ E: $2203 - 300 - 150 \cdot 1,02$ . . . . .	1750 „

Spannungsverhältnis am Antrieb:  $\frac{T_1}{T_2} = \frac{1750}{700} = 2,5$ . Die Zugseilführung nach Abb. 434 würde eigentlich nicht mehr ausreichen, da dort nur  $e^{\mu\alpha} = 2,42$ . Weil jedoch diese Zugseilführung für die eingelaufene Bahn reichlich ist (s. weiter unten), wird man sie besser beibehalten und lieber das Spanngewicht anfänglich etwas höher wählen.

$$U = 1750 - 700 = 1050 \text{ kg.}$$

Später:

Bei C: s. oben . . . . .	1761 kg
„ B: $1761 + 540 + 1,02 \cdot 90$ . . . . .	2393 „ ( $T_{\max}$ )
„ A: $2393 - 1330 - 1,02 \cdot 150$ . . . . .	910 „
„ D: $1761 + 280 + 1,02 \cdot 90$ . . . . .	2133 „
„ E: $2133 - 330 - 1,02 \cdot 150$ . . . . .	1650 „

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{1650}{910} = 1,81 \text{ (gewählte Zugseilführung genügt reichlich)}$$

$$U = 1650 - 910 = 740 \text{ kg.}$$

$T_{\max} = 2393$  kg: ein Zugseil von 17 mm  $\varnothing$  mit  $6 \times 7$  Drähten von je 1,8 mm  $\varnothing$  (Zahlentafel 4) hat bei  $150 \text{ kg/mm}^2$  eine rechnerische Gesamtbruchfestigkeit von  $106 \cdot 150 = 15\,900$  kg.  $\ominus$  ist demnach  $\frac{15\,900}{2393} = 6,65$ .

Biegungsspannung: Größte Scheibenspannung bei C.

$$\text{Gl. 14: } \sigma_b = \frac{1,8}{2250} 2\,150\,000 = 1720 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{1761}{1,06} = 1660 \text{ „}$$

$$\overline{3880 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\ominus_b = \frac{15\,000}{3380} = 4,44.$$

Antriebskraft:

$$\text{Gl. 18: } N_{\text{anfänglich}} = \frac{1050 \cdot 2,5}{75} + R = 35 + 5 = 40 \text{ PS}$$

$$N_{\text{später}} = \frac{740 \cdot 2,5}{75} + R = 25 + 3 = 28 \text{ „.}$$

Nachdem durch eine solche vorläufige Berechnung eine allgemeine Übersicht gewonnen ist, müssen durch eine genaue Nachprüfung die endgültigen Werte festgelegt werden. Hierbei sind an Hand der endgültigen Seillinien des Längsprofils die verschiedenen Wagenstellungen (vgl. darüber die Ausführungen auf Seite 175 bis 176), die Verhältnisse bei leerer Strecke sowie bei Besetzung und Entleerung der Strecke usw. zu untersuchen.

## 6. Die Wagen.

Die Seilbahnwagen, die wie die Handhängebahnwagen (vgl. Abschnitt 1, S. 203) aus Laufwerk, Gehänge und Fördergefäß bestehen, sind außerdem mit der Klemmvorrichtung ausgerüstet zur Kuppelung des Wagens an das Zugseil.

Die Laufwerke (vgl. auch S. 203) sind zwei- oder vierrädrig. Grundbedingung bei ihrer Konstruktion ist die Verwendung nur hochwertiger Werkstoffe, damit bei kräftiger Bauart das Gewicht gering gehalten wird. Vierrädrige Laufwerke (Abb. 446, 448, 452) bestehen aus zwei zweirädrigen Laufwerken, die mit dem Hauptkörper derart gelenkig verbunden sind, daß sie die wagerechten und senkrechten Bahnkrümmungen leicht durchfahren können. Das Vierradlaufwerk, 1906 von Pohlig im Seilbahnbau eingeführt, hat seitdem sehr an Bedeutung gewonnen. Anfangs wurde es nur bei schweren Bahnen verwendet, wo der Raddruck auf die Seile verringert werden sollte. Heute wird es außerdem vielfach bei mittleren Leistungen genommen, weil sich vornehmlich bei großer Bahnlänge die Anschaffungskosten der Anlage verringern infolge der schwächeren Trageile.

Kugel- und Rollenlager werden dort verwendet, wo geringer Kraftbedarf gefordert wird oder wo bei großen Lasten der Fahrwiderstand des Wagens beim Schieben in den Stationen verkleinert werden soll.

Da auf Drahtseilbahnen vorwiegend Schüttgüter befördert werden, ist der Lastbehälter gewöhnlich als muldenförmiger Kasten ausgebildet, der kippbar unterhalb seiner Schwerachse aufgehängt ist und in seiner aufrechten Lage durch eine leicht auslösbare Feststellvorrichtung gehalten wird. Das Gehänge ist am Laufwerk stets in Fahrtrichtung pendelnd aufgehängt. Es besteht aus Flacheisen, die gegeneinander versteift und oben mit einem angeschweißten Auge versehen sind zur Aufnahme des Mittelbolzens, der am besten hydraulisch eingepreßt wird. Das Gehänge muß, da es am Laufwerk einseitig angreift, unten gekröpft werden. Die Folge davon ist eine Biegungsbeanspruchung durch das Gewicht des Kastens und der Ladung mit einem Hebelarm, der gleich dem Abstand von Mitte Kasten bis Mitte Gehänge ist (Abb. 445). Die oberen schrägen Teile der Gehängearme werden in ziemlich ungünstiger Weise auf Verdrehung beansprucht.

Sie werden deshalb entweder durch je eine Strebe mit dem wagerechten Verbindungssteg der Gehängeschenkel verbunden (Abb. 445) oder es wird ein kräftiger Mittelstab von dem Auge senkrecht nach unten geführt (Abb. 446). Das Gewicht ist so zu verteilen, daß bei beladenem und leerem Kasten das Laufwerk möglichst senkrecht steht.

Um ein sicheres Entladen des Kastens zu erreichen, werden die Seitenwände nach dem Boden zu gegeneinander geneigt und zwar um so mehr, je backiger das Fördergut ist. Da die Kästen durch rohe Behandlung im Betriebe, beim Beladen und Entladen und auch durch Aufeinanderstoßen der Wagen in den Stationen stark mitgenommen zu werden pflegen, so ist sehr kräftige Bauart und sorgfältige Herstellung notwendig. Die Wände bestehen aus starkem Eisen- oder Stahlblech, das mittels Winkeleisen zusammengenietet wird. Bei kantigem Fördergut werden die Böden durch auswechselbare Holzeinlagen geschützt. Die Stirnzapfen müssen die Stirnwände auf großer Fläche sicher fassen (Abb. 445).

Der Lastbehälter läßt sich selbstverständlich ähnlich wie bei Handhängebahnen allen Sonderanforderungen anpassen. Bei großen Einheiten und nicht zu feinkörnigem Fördergut werden Kästen mit Bodenentleerung verwandt (Abb. 447),

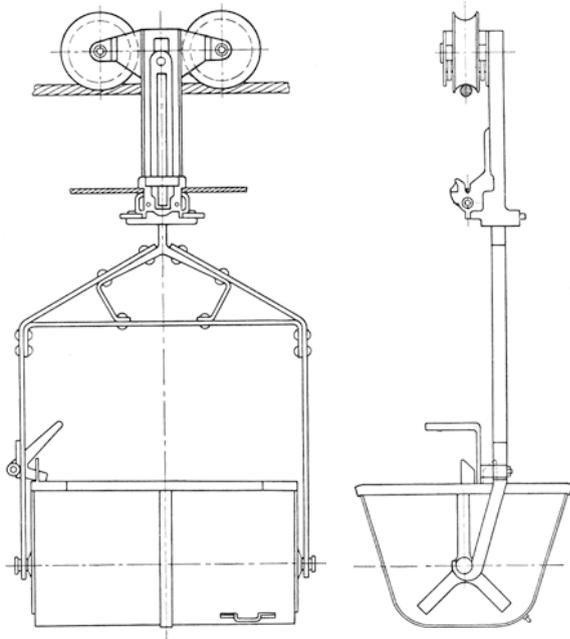


Abb. 445. Seilbahnwagen mit Kippkasten (Bleichert).

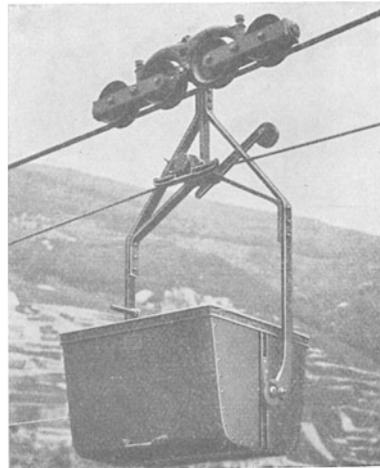


Abb. 446. Seilbahnwagen mit Vierradlaufwerk (Pohlig).

deren Entladung ruhiger, ohne die seitlichen Schwankungen der Kippkästen, vor sich geht. Holzstämmen oder ähnliche sperrige Güter werden

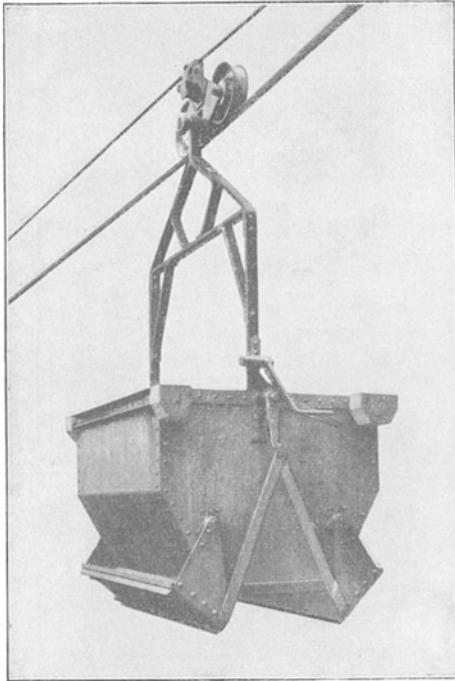


Abb. 447. Seilbahnwagen mit Bodenentleerung (Bleichert).

an zwei Laufwerken mittels Ketten befestigt, wobei das einseitige Gewicht des Gehänges durch ein Gegengewicht ausgeglichen wird (Abb. 448). Abb. 449 zeigt einen Wagen mit kippbarer Plattform, Abb. 450 einen Wagen mit Bügelgehänge für Grubenhölzer.

Soll bei Bergwerkserzeugnissen das Umladen vermieden werden, so befördert man die Grubenwagen mit der Seilbahn. Derartige Anlagen fallen naturgemäß schwer aus, da sowohl auf der Vollseite wie auf der Leerseite die tote Last der Grubenwagen zu fahren ist. Man hängt die Grubenwagen entweder mittels Haken und Ketten an die Gehänge (Abb. 451) oder stellt sie auf Plattformen (Abb. 452). Um bei der

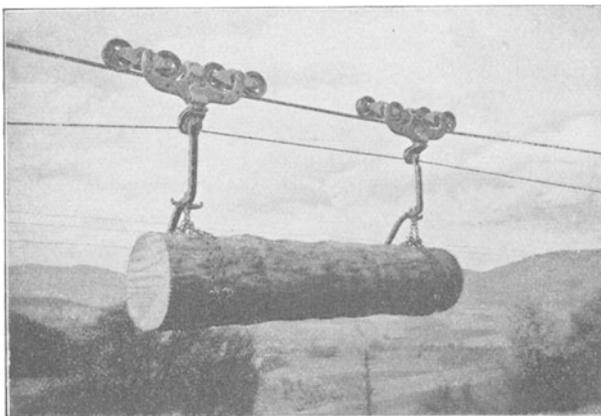


Abb. 448. Stammlast von 4 t an zwei Vierradkupplern (Bleichert).

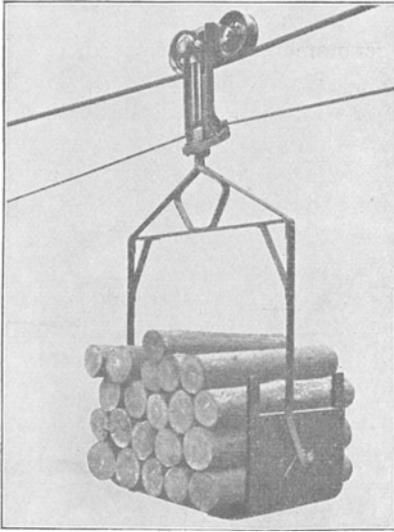


Abb. 449. Seilbahnwagen mit kippbarer Plattform (Bleichert).

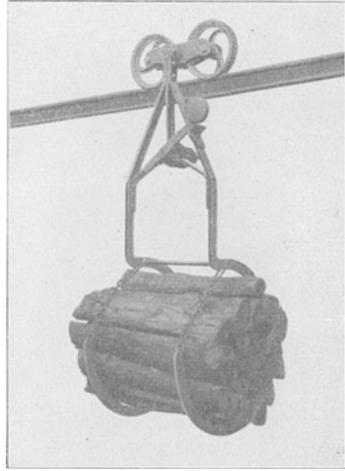


Abb. 450. Seilbahnwagen mit Bügelgehänge (Pohlig).

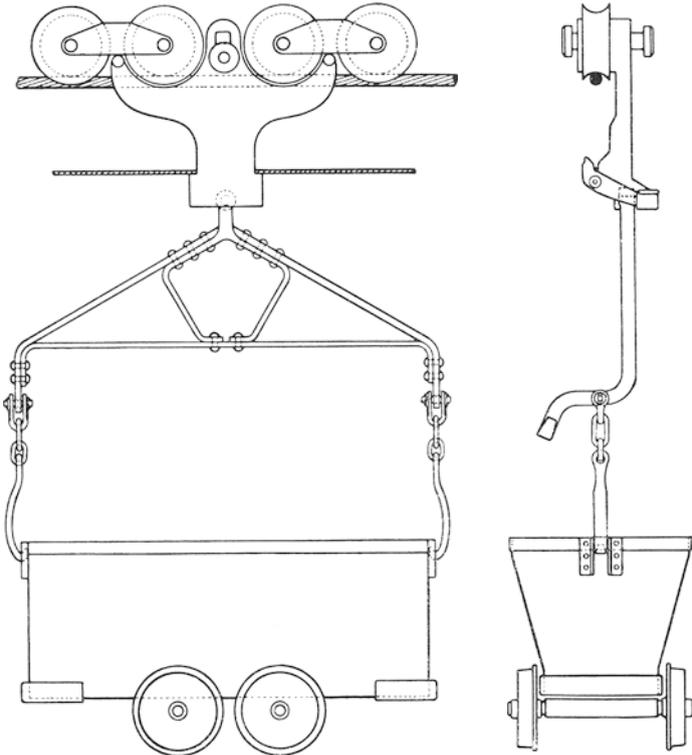


Abb. 451. Grubenwagen eingehängt (Bleichert).

letzteren Art die Entladung zu ermöglichen, ohne daß die Grubenwagen aus den Seilbahnwagen herausgenommen werden müssen, ordnet

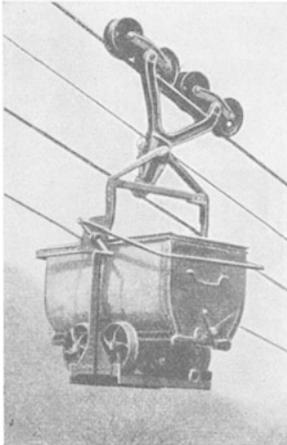


Abb. 452. Grubenwagen auf Plattform (Heckel).

Kaiser nach D.R.P. 385 141 die Plattform drehbar an (Abb. 453). Die Räder des Grubenwagens werden auf drei Seiten von den seitlichen Rahmen der Plattform umfaßt, auf der vierten Seite durch eine Verriegelung gehalten. Nach dem Kippen hängt der Grubenwagen in seinen Rädern; das Gewicht ist jedoch so verteilt, daß sich der entleerte Grubenwagen von selbst wieder aufrichtet. Bei einer weiteren Ausführungsart nach dem Bleichertschen Patent 379325 (Abb. 454) umfaßt den Grubenwagen seitlich ein zangenartiges Gehänge, das sich infolge geeigneter Führung der Zangenfortsätze in den Endstationen selbsttätig schließt bzw. öffnet.

### 7. Die Klemmvorrichtungen.

Die Klemmvorrichtung wird entweder am Gehänge oder am Laufwerk angebracht.

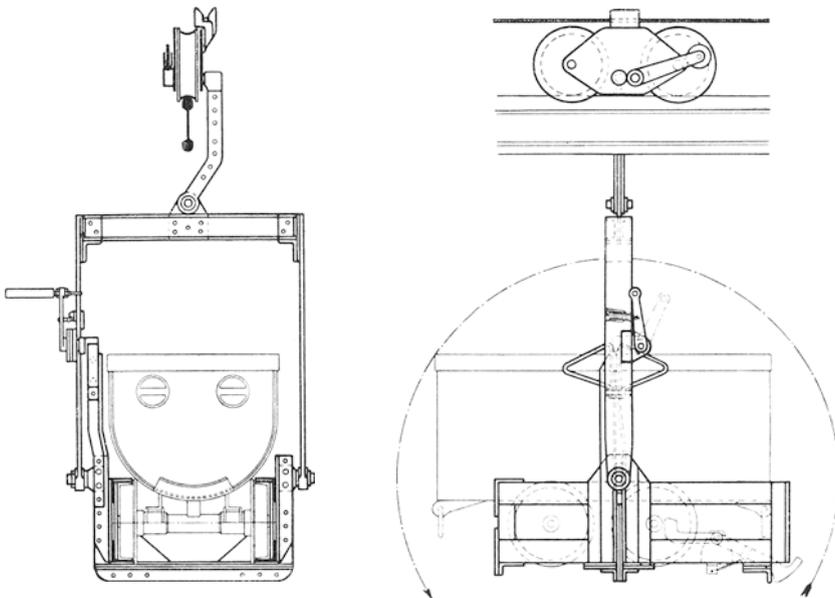


Abb. 453. Grubenwagen auf kippbarer Plattform (Kaiser).

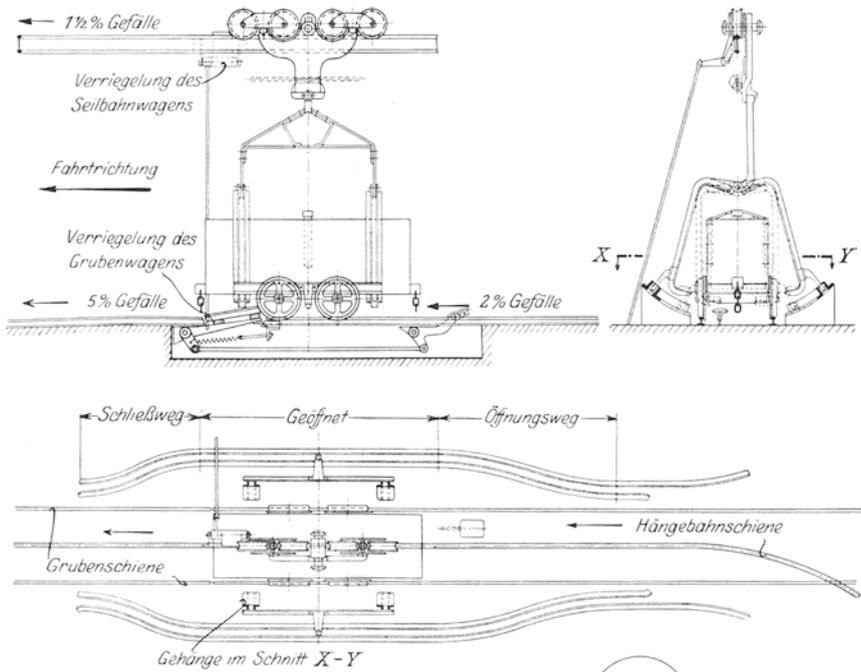
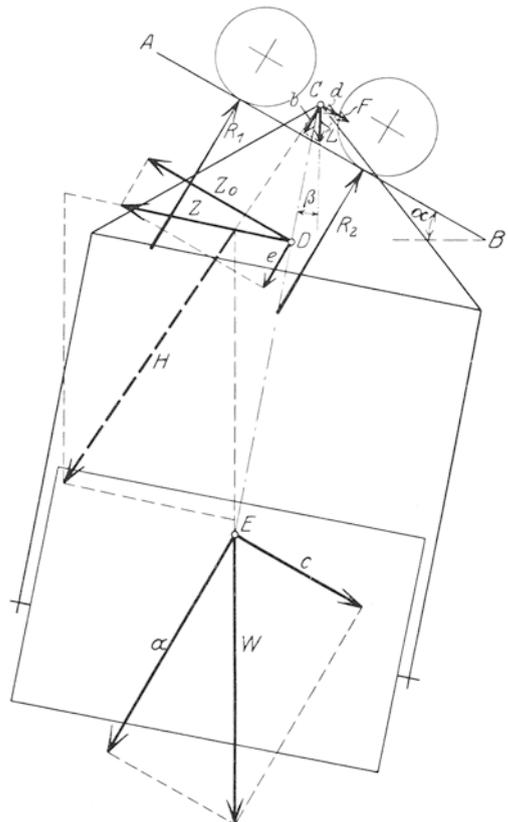


Abb. 454. Grubenwagen in Zangegehänge (Bleichert).

Die Klemmvorrichtung am Gehänge ergibt eine Kräfteverteilung, die in Abb. 455 für Bergfahrt schematisch dargestellt ist. Der Steigungswinkel der Laufbahn  $AB$  ist  $\alpha$ .  $C$ , der Aufhängepunkt des Gehanges, ist in der Schwerachse des Laufwerkes  $L$  gedacht.  $D$  ist der Angriffspunkt der Zugseilkraft  $Z$ .  $W$ , das Gewicht des in  $C$  hängenden Wagenteiles mit Last, greift in seinem Schwerpunkt  $E$  an.  $F$  ist der gesamte Fahrwiderstand (s. S. 220);  $R_1$  und  $R_2$  sind die Raddrücke senkrecht zu  $AB$ .

Abb. 455. Kräfteverteilung bei Klemme am Gehänge.



$$Z_0 = (W + L) \cdot \sin \alpha \pm F = c + d \pm F. \quad (22)$$

$+F$  gilt für Bergfahrt,  $-F$  für Talfahrt. Die Richtung von  $Z$  wird rechnerisch oder zeichnerisch vorher bestimmt. Die Größen von  $Z$  und von  $e$  ergeben sich aus dem Kräfteparallelogramm. Den Ausschlagwinkel  $\beta$  ermittelt man, indem man  $W$  und  $Z$  zur Mittelkraft  $H$  vereinigt, deren Verlängerung durch  $C$  geht.

$$R_1 + R_2 = (W + L) \cdot \cos \alpha \pm e = a + b \pm e. \quad (23)$$

Die Lage von  $H$  ergibt, daß der Raddruck in allen Bahnneigungen für beide Räder bzw. Radpaare gleich ist, vorausgesetzt daß bei gleichzeitigem Bau von  $L$  der Gehängeaufhängungspunkt in der Schwerachse des Laufwerkes liegt, die zu den Radachsen parallel ist.

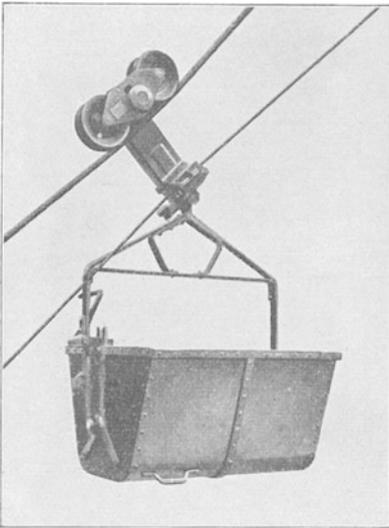


Abb. 456. Unterseilkuppler auf steiler Strecke (Bleichert).

Demgegenüber steht der Nachteil, daß bei dieser Anordnung das Gehänge bei Bahnneigungen seine senkrechte Lage verliert und daß einwandfreie Kurvenfahrt nur nach jeweils einer Seite möglich ist.

Häufiger angewendet findet man deshalb heute die Verbindung der Klemmvorrichtung mit dem Laufwerk. Hier stellt sich nur das letztere der Bahnneigung entsprechend ein, während das Gehänge senkrecht hängt (Abb. 456). Liegt die Klemme unterhalb des Trageiles, so spricht man von Unterseilkupplern,

liegt sie oberhalb, von Oberseilkupplern.

In Abb. 457, die ein schematisches Bild der Kräfte für den Unterseilkuppler gibt, sind die gleichen Größen und Bezeichnungen wie in Abb. 455 gewählt. Die Gl. (22) und (23) haben ebenfalls Gültigkeit.  $C$  ist der Schwerpunkt des Laufwerkes  $L$ . Die Mittelkraft  $K$  aus  $W$  und  $L$ , zusammengesetzt mit  $Z$ , ergibt die Mittelkraft  $H$ . Ihre Verlängerung trifft das Laufwerk unterhalb der Mitte, infolgedessen ist das untere Rad bzw. Radpaar stärker belastet.  $R_1$  und  $R_2$  sind leicht durch Anwendung des Hebelgesetzes zu bestimmen. Durch richtige Wahl der einzelnen Abmessungen, insbesondere der gegenseitigen Lage von  $D$  und  $G$ , läßt sich der Unterschied zwischen  $R_1$  und  $R_2$  bei den

vorkommenden Bahnneigungen so gering halten, daß er praktisch bedeutungslos ist.

Die Verhältnisse beim Oberseilkuppler zeigt Abb. 458. Hier ist, wie bei Abb. 455, angenommen, daß der Gehänge-Aufhängungspunkt in der zum Papier senkrechten Schwerlinie von  $L$  liegt.  $(W + L)$  und  $Z$  bilden die Mittelkraft  $H$ . Ihre Lage zeigt, daß das vordere Rad die größere Last zu tragen hat. Deshalb besteht die Gefahr, daß in gro-

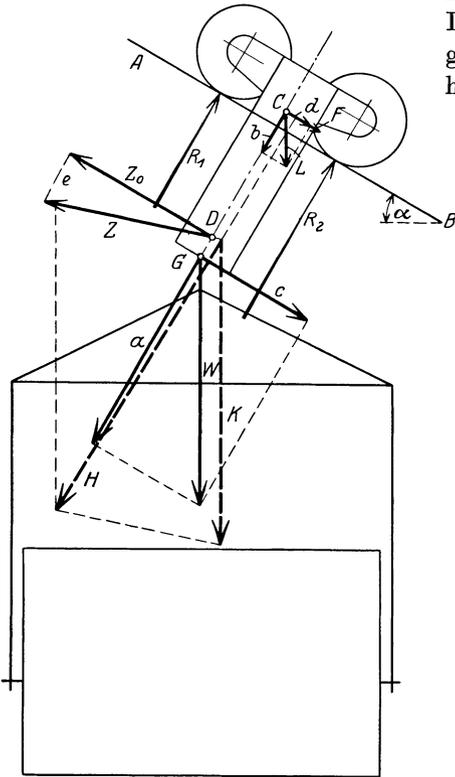


Abb. 457. Kräfteverteilung beim Unterseilkuppler.

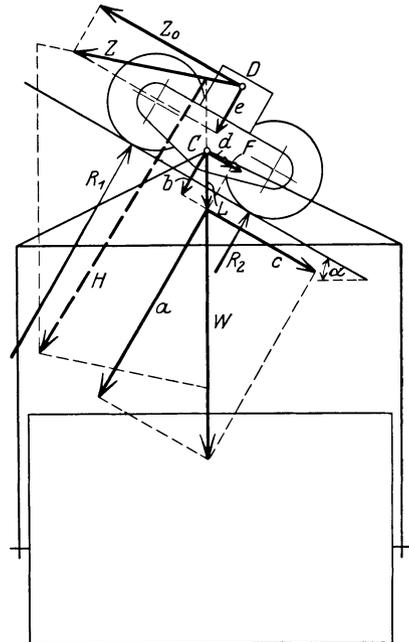


Abb. 458. Kräfteverteilung beim Oberseilkuppler.

ßen Steigungen das untere Rad des Oberseilkupplers entlastet wird und sich abhebt. Der Oberseilkuppler ist daher für Bahnneigungen über 25 bis 30 vH unbrauchbar, sofern man nicht die Klemme sehr tief am Laufwerk anordnet und damit die seitliche Kurvenbewegung erschwert (vgl. Abb. 467).

Während beim Unterseilkuppler die Zugseilklemme senkrecht unterhalb des Tragseils liegt und sich dadurch ein günstiger Angriffspunkt der Zugseilkraft ergibt, muß beim Oberseilkuppler die Klemme seitlich neben die Laufräder gelegt werden, damit das Zugseil, das weniger

gespannt ist als das Trageil und infolgedessen stärker durchhängt, sich bei leerer Strecke nicht auf das Trageil legt. Der einseitig angreifende Seilzug sucht den Wagen um seine senkrechte Achse zu drehen, der Wagen will ecken. Außerdem wirken das Zugseilgewicht und die nach unten arbeitenden Zugseilkräfte auf Auspendelung insbesondere des leeren Wagens quer zur Fahrtrichtung. Aus allen diesen Gründen ist der Oberseilkuppler nur bei einfachen Längsprofilen zu gebrauchen, im übrigen, vor allem wenn Bergübergänge oder größere Steigungen vorhanden sind, nur sehr mit Vorsicht zu verwenden<sup>1)</sup>. Wenn der Oberseilkuppler trotz seiner unbestrittenen Vorteile (einfache Bauart, geringe Bauhöhe des Wagens, Freihalten der Durchgänge infolge des hochliegenden Zugseiles usw.) heute auch dort noch selten angewendet wird, wo seine Nachteile weniger zur Geltung kommen, so hängt das mit der Bestrebung des heutigen Maschinenbaues zusammen, nur wenige Typen

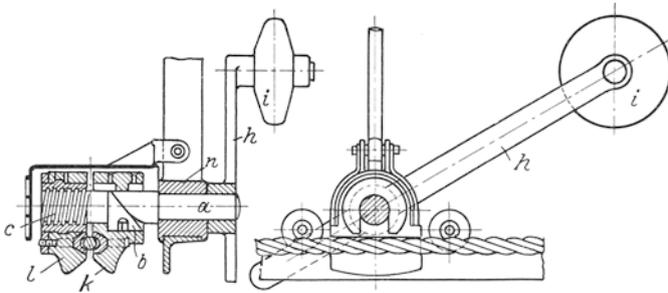


Abb. 459. Schraubenklemmapparat (Pohlig).

mit großem Verwendungsbereich herzustellen, die reihenweise angefertigt werden können. Hierfür ist der Unterseilkuppler besser geeignet, der bei richtiger Bauart fast allen Bedarfsfällen gerecht wird.

Nur bei kleinen und sehr einfachen Anlagen findet man heute die früher viel verwendeten einfachen Klemmvorrichtungen, die teils ganz von Hand betätigt wurden, teils nur das Loslösen vom Seil selbsttätig besorgten. Auch die Mitnehmervorrichtungen, die das Anbringen von Knoten oder Muffen am Zugseil bedingen, sind gänzlich veraltet. Eine neuzeitliche Klemmvorrichtung muß so beschaffen sein, daß sie das Ein- und Auskuppeln völlig selbsttätig ohne Zutun des Bedienungsmannes besorgt, daß sie in allen vorkommenden Steigungen mit Sicherheit festhält, ohne das Seil zu beschädigen, und daß sie die selbsttätige Kurvenfahrt des am Seil festgeklemmten Wagens nach beiden Seitenrichtungen gestattet. Die Klemmböden müssen wegen des unvermeidlichen Verschleißes mit auswechselbaren Stahleinlagen versehen

<sup>1)</sup> Eine Ausnahme bildet der Oberseilkuppler mit beweglicher Klemme (Abb. 467), vgl. S. 256 — 259.

sein. Die heutigen Klemmvorrichtungen beruhen entweder auf Schraubenvirkung, wobei eine äußere Kraft den Klemmschluß herbeiführt, oder auf Hebel- bzw. Keilwirkung, bei der das Eigengewicht des Gehänges mit Kasten und Nutzlast zur Erzielung der Klemmkraft herangezogen wird.

Schrauben müssen geringe Ganghöhe haben, damit bei kleiner äußerer Kraft die erforderliche Klemmwirkung hervorgebracht wird und damit infolge Selbsthemmung die Klemmkraft erhalten bleibt. Um bei verhältnismäßig geringer Drehbewegung der Schraubenspindel eine schnelle und weite Öffnung der Klemme zur Einführung des Zugseiles zu erhalten, wendet Pohlig bei seiner Klemmvorrichtung zwei Gewinde von verschiedener Ganghöhe an. Abb. 459 zeigt diese Klemmvorrichtung bei Anordnung am Gehänge.

Die Spindel *a* trägt ein Rechtsgewinde *b* mit großer Steigung und ein Linksgewinde *c* mit feinem Gang. Auf jedem der beiden Gewinde-

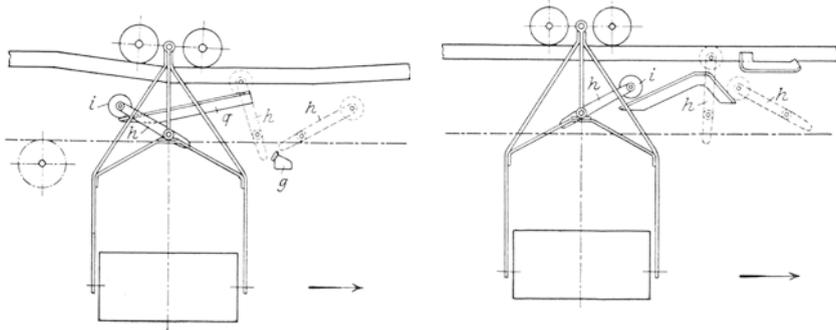


Abb. 460. Kupplungsvorgang beim Pohlmannschen Kuppel.

teile sitzt eine Klemmbacke. Auf der Spindel, die sich in einem am Gehänge angebrachten Lager *n* drehen kann, ist ein Hebel *h* mit Gegengewicht *i* aufgekeilt. Die verschiedene Ganghöhe und Länge der beiden Gewinde bewirkt, daß, wenn bei offener Klemme *h* gedreht wird, die Backen zuerst sich schnell nähern. Sowie sie das dazwischenliegende Seil berühren, arbeitet nur noch das feine Gewinde. Die Backen werden daher mit großer Kraft an das Zugseil gepreßt.

In Abb. 460 ist der Vorgang beim Ein- und Auskuppeln schematisch dargestellt. Zum Einkuppeln schiebt der Arbeiter den Wagen in Pfeilrichtung; der Wagen läuft, da die Hängebahnschiene im Gefälle verlegt ist, von selbst durch die Kuppelstelle. Der Kuppelapparat setzt sich zunächst mit seinen Rollen auf das Zugseil. Bei der weiteren Vorwärtsbewegung des Wagens läuft dann das als Rolle ausgebildete Gegengewicht *i* auf dem schrägen Flacheisen *g* auf und hebt *h* in die fast senkrechte Stellung. Darauf stößt der untere Teil von *h* gegen den Anschlag *g*, wodurch *h* mit großer Gewalt nach vorne geworfen wird und

die Backen zusammengedrückt werden. Das Auskuppeln des vom Zugseil gezogenen Wagens geschieht in der Weise, daß (Abb. 460 rechts)  $i$  auf ein Führungseisen aufläuft und  $h$  über die senkrechte Lage in die gestrichelte Schräglage gedreht wird. Hierbei haben die Klemmbacken sich geöffnet und das Zugseil freigegeben. Die Klemmvorrichtung kann sowohl am Gehänge wie auch am Laufwerk angebracht werden.

Klemmvorrichtungen unter Benutzung des Eigengewichtes von Gehänge, Wagenkasten und Nutzlast wurden zuerst von Bleichert im Jahre 1896 angewendet. Diese Klemmenarten werden stets am Laufwerk angeordnet. Der Vorteil der Eigengewichtskuppler ist der, daß sich eine einfache, dem oft rauen Förderbetrieb angepaßte Bau-

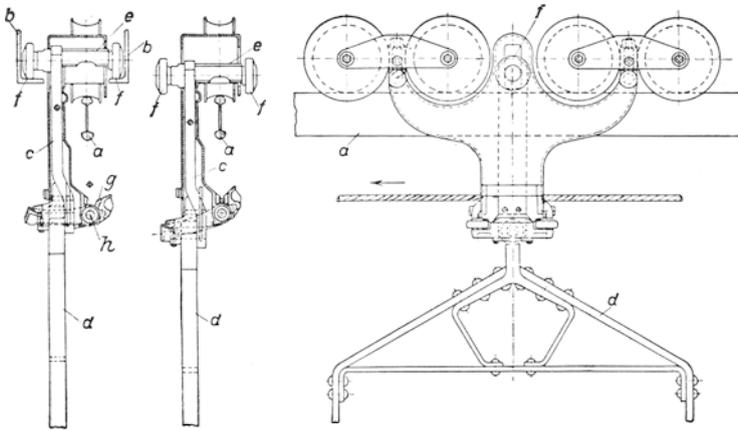


Abb. 461. Eigengewichtskuppler für Unterseil (Bleichert).

art ergibt, daß zufolge der großen Öffnung der Klemme Seile von verschiedenem Durchmesser mit gleicher Sicherheit gefaßt werden und daß die Klemmkraft sich selbsttätig nach dem jeweiligen Wagengewicht regelt. Bei geneigter Bahn ist folgendes zu beachten: Die die Klemmkraft erzeugende Kraft  $a$  (Abb. 457) ist gleich  $W \cdot \cos \alpha$ . Sie ist bei wagerechter Laufbahn am größten, nämlich gleich  $W$ , und nimmt mit dem Cosinus des Neigungswinkels ab, ebenso die Klemmkraft, wenn man von der je nach Bahnneigung verschieden großen Klemmwerkreibung absieht. Die zum Ziehen des Wagens nötige Kraft ist nach Gl. (22):  $Z_0 = (W + L) \cdot \sin \alpha \pm F$ , ist also bei wagerechter Bahn am kleinsten ( $\sin \alpha = 0$ ). Sie wächst, wenn man  $F$  vernachlässigt, mit dem Sinus des Neigungswinkels. Im gleichen Verhältnis wächst die erforderliche Mindestklemmkraft, die ein Vielfaches  $\left(\frac{1}{2\mu}\right)$  von  $Z_0$  ist, entsprechend der beiderseitigen Reibung zwischen Zugseil und Klemm-

backen. Von einer gewissen Neigung ab, und zwar im Durchschnitt bei 70 bis 80 vH, genügt demnach die erzeugte Klemmkraft nicht mehr. Um höhere Steigungen fahren zu können, vergrößert man entweder die zum Öffnen der Klemme erforderliche Kraft durch Selbsthemmung, oder man erhöht, was noch sicherer ist, die Klemmkraft durch Federn.

Den Bleichertschen Unterseilkuppler, wie er heute ausgeführt wird, zeigt Abb. 461. Es beruht auf reiner Hebelwirkung. Die Arbeitsweise für Zweirad- und Vierradlaufwerk ist die gleiche: Die Klemmvorrichtung besteht aus der festen Klemmbacke am Laufwerkskörper und der beweglichen Klemmbacke  $g$ , die als kurzer Arm eines um  $h$  drehbaren Winkelhebels ausgebildet ist. Am längeren Arm greift die Last des

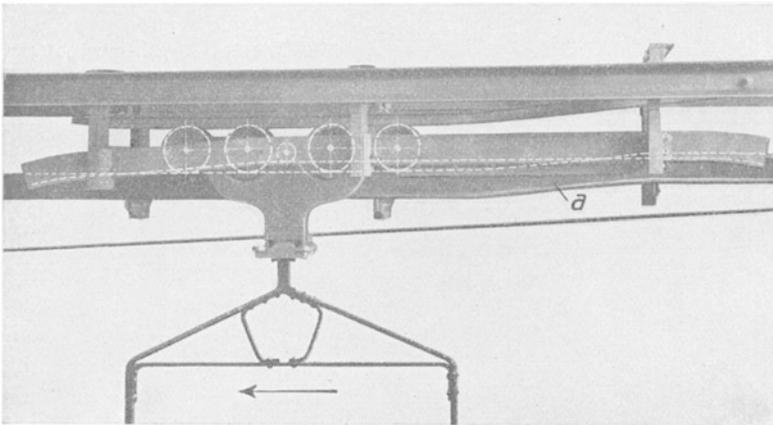


Abb. 462. Kupplungsvorgang beim Bleichertschen Kuppler.

Gehänges  $d$  an. Die Zugstange  $c$  verbindet den längeren Arm mit dem Bolzen  $e$ , der an jeder Seite mit einer Kuppelrolle  $f$  ausgerüstet ist. Der Seilbahnwagen, vom Bedienungsmann der Kuppelstelle zugehoben, läuft infolge des Schienengefälles allein weiter. Die Kuppelrollen  $f$  laufen in den Kuppelstellen auf Kuppelschienen  $b$  auf, die oberhalb der Hängebahnschiene rechts und links angeordnet sind. Die gegenseitige Führung von Kuppelschienen und Hängebahnschiene (Abb. 462) ist nun so, daß die Kuppelrollen und damit das Gehänge mit Last in gleicher Höhe gehalten werden, die entlasteten Laufräder aber, der abwärts gerichteten Hängebahnschiene  $a$  folgend, mit dem Laufwerkskörper nach unten sinken. Dadurch wird die Klemme geöffnet; zugleich legt sich das Zugseil in die Klemme. Beim Weiterfahren laufen die Kuppelrollen auf den sich senkenden Kuppelschienen ab, während die Hängebahnschiene wagerecht verläuft. Durch das Senken der Kuppelrollen schließt sich die Klemme, nachdem sie das Zugseil fest

ergriffen hat. Das Auskuppeln geht in umgekehrter Weise vor sich. Das Hebelverhältnis ist etwa 1:4 bis 1:5, so daß die Klemmkraft das Vier- bis Fünffache der Gehängelast beträgt.

Während Bleichert das Kuppelrollenpaar hoch legt — zwischen die Laufräder — und auf diese Weise eine gedrungene, dicht an der Tragkonstruktion hängende Kuppelstelle bekommt, wählt Heckel bei seinem auf Keil- und Hebelwirkung beruhenden Unterseilkuppler nur eine einzige Kuppelrolle, die er unterhalb der Zugseilklemme anordnet.

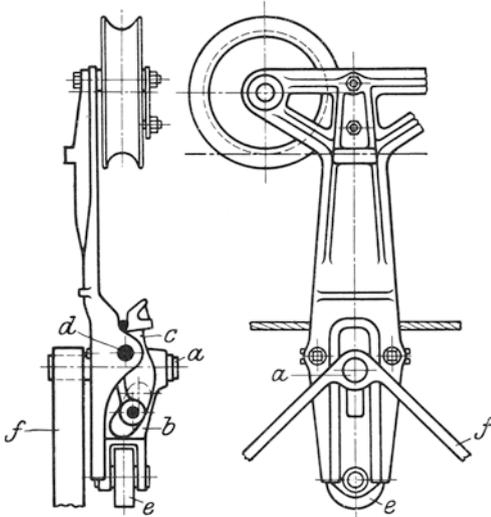


Abb. 463. Eigengewichtskuppler für Unterseil (Heckel).

nach unten, so schließt sich die Klemme. Das angreifende Gewicht wird einmal durch die Keilwirkung der Schlitzführung, andererseits durch die Hebelübersetzung vergrößert, die etwa 2:1 beträgt.

Ebenfalls mit Keil- und Hebelwirkung arbeitet der Mackensensche Kuppler nach D.R.P. 363 274 (Abb. 464). Die eine Klemmbacke *a* gehört zu dem im Laufwerkskörper auf- und abwärts beweglichen Gleitkörper *k*, welcher das Gehänge *g*, die Kuppelrolle *c* und den Zapfen *d* trägt. Das Klemmbackenstück *b*, das drehbar um *d* gelagert ist, besitzt am oberen Ende die Rolle *e*. Wird *k* durch Auflaufen von *c* auf die schräge Kuppelschiene angehoben, so rollt *e* auf der zum Laufwerkskörper gehörigen Führung *f* ab, so daß die Klemme geöffnet wird. Durch geeignete Form von *f* kann einerseits große Klemmkraft, andererseits weite Öffnung der Klemme erzielt werden.

am unteren Teil des Laufwerkes vereinigt sind (Abb. 463). Der Körper *b*, in dem der Gehängezapfen gelagert ist, kann in senkrechter Richtung im Laufwerk gleiten. Er ist mit einem gekrümmten Schlitz versehen, in dem sich die Druckrolle des um *d* drehbaren Klemmhebels *c* führt. Wird die Kuppelrolle *e* während der Fahrt des Wagens durch Auflaufen auf eine schräge Kuppelschiene gehoben, so drängt die Schlitzführung die Druckrolle des Klemmhebels nach links und öffnet die Klemmbacken. Geht dagegen das Gleitstück *b* unter dem Einfluß des Ge-

Die Kaisersche Ausführung mit reiner Hebelwirkung sei an dem Oberseilkuppler (Abb. 465) gezeigt. Der Kuppelhebel *6* ist um die im

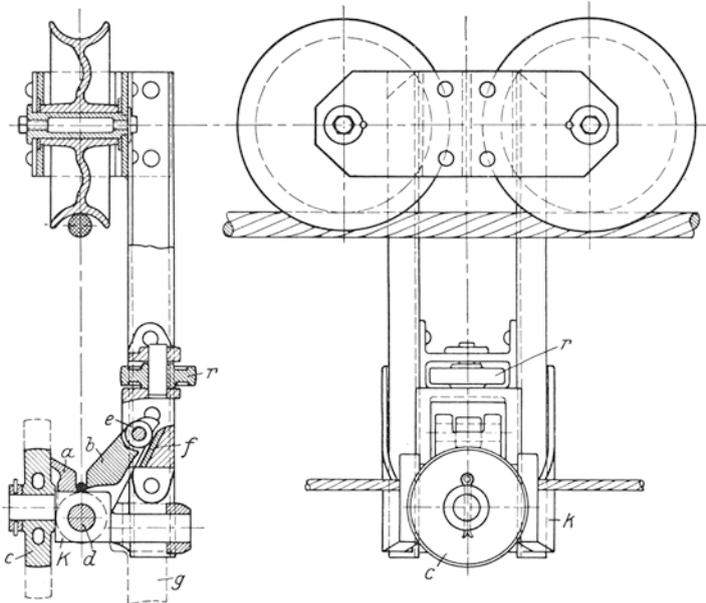


Abb. 464. Eigengewichtskuppler für Unterseil (Mackensen).

Laufwerkskörper gelagerte Achse *4* drehbar. Sein kurzer Arm trägt an dem Gehängezapfen *5* die Gehängelast. *5* ist mittels eines gelenkigen, einstellbaren Mittelgliedes *8* mit dem langen Arm *9* des um *3* drehbaren Winkelhebels verbunden, dessen kurzer Arm die bewegliche Klemme *2* bildet; *1* ist die feste Klemme. Die Rolle *7* läuft, während der Wagen sich durch die Kuppelstelle bewegt, unter eine geneigte Kuppelschiene. Der Hebel *6* wird abwärts gedrückt, der Gehängezapfen *5* gehoben und dadurch die Klemme geöffnet. Nach-

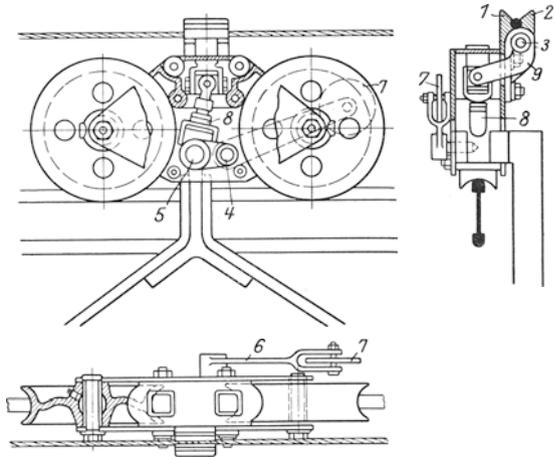


Abb. 465. Eigengewichtskuppler für Oberseil (Kaiser).

dem das Zugseil eingeführt ist, gibt die entsprechend geführte Kuppelschiene den Hebel *6* frei, wodurch sich die Klemme unter der Wirkung des Wagengewichtes schließt.

Den Pohlighschen Vierrad-Oberseilkuppler, ebenfalls mit reiner Hebelwirkung, zeigt Abb. 466. Der Führungskolben *1* trägt den Mittelbolzen *2* mit Gehänge *3* und Kuppelrollen *4*. *1* ist im Laufwerkskörper auf- und abwärts beweglich gelagert. Die Zugstange *5* verbindet *1* mit dem um *7* drehbaren Winkelhebel *6*. Die in der Länge verstellbare Zugstange *8* greift einerseits an dem Winkelhebel *6*, andererseits an dem rückwärtigen Verlängerungshebel der beweglichen, in *9* drehbar gelagerten Klemme *10* an.

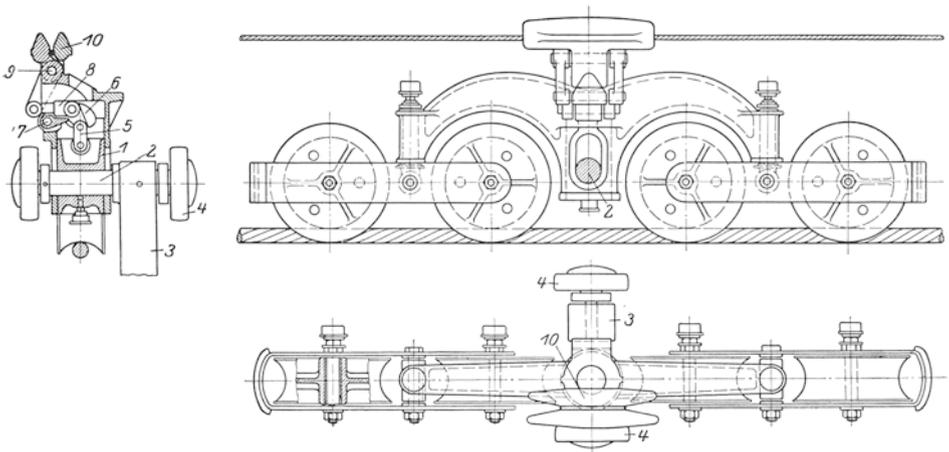


Abb. 466. Eigengewichtskuppler für Oberseil mit vierrädrigem Laufwerk (Pohligh).

Eine Sonderstellung nimmt der Bleichertsche Kuppler mit beweglicher Klemme nach D. R. P. 422 868 ein. Die leitenden Gesichtspunkte, die zu dieser Bauart geführt haben, sind die folgenden.

Bei der bisher beschriebenen Seilbahnbauart dient das Zugseil nur zum Ziehen der Wagen. Für den Raddruck sind außer dem Wagengewicht die senkrecht zur Laufbahn wirkenden Zugseilkräfte ( $e$  in Abb. 455, 457, 458) bestimmend. Die Größe  $e$  schwankt während der Fahrt des Wagens dauernd. Sie ist am größten während der Überfahrt über die Stützen und über die Bergübergänge<sup>1)</sup>. Für die Tragseilbemessung spielen diese zusätzlichen Belastungen eine ausschlaggebende Rolle.

<sup>1)</sup> Bei normaler Stützenentfernung auf wagerechter Strecke und bei geeigneter Wagenstellung wird  $e$  während der Fahrt zwischen zwei Stützen oft negativ. Das Zugseil trägt also hier einen Teil des Wagengewichtes.

Die Tragseile von dieser zusätzlichen Belastung zu befreien oder, noch weitergehend, das Zugseil durchweg zum Tragen eines Teiles des Wagengewichtes heranzuziehen, ist auf freier Strecke in den Spannweiten dadurch zu erreichen, daß man das Zugseil an den Unterstützungsstellen in die Höhe der Tragseilauflager legt und es derart spannt, daß es ebenso tief oder weniger durchhängt als das belastete Tragseil. Es hängt von der Art des Längsprofils ab, wie weit sich die beiden Durchhangkurven aneinander anpassen lassen. Schwierigkeiten ergeben sich bei den schon an sich ungünstigen Stellen, nämlich den Tragseilunterstützungen, weil hier bei der Überfahrt des Wagens das Zugseil aus den Rollen gehoben wird und so der gesamte Zugseilgewichtsanteil einschließlich etwaiger Reaktionen auf die Tragseile übertragen werden muß.

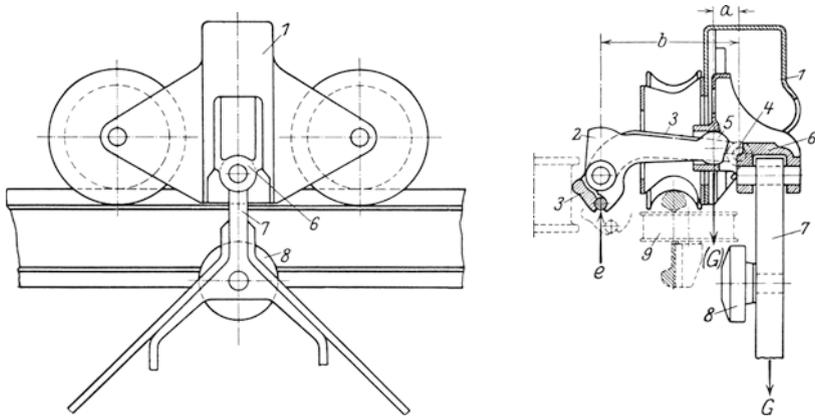


Abb. 467. Oberseilkuppler mit beweglicher Klemme (Bleichert).

Bleichert begegnet nun dieser Schwierigkeit dadurch, daß er einen Klemmapparat mit auf- und abwärts beweglicher Klemme verwendet und ferner die neben dem Tragseilaufagerschuh angeordneten Zugseilrollen nachgiebig in senkrechter Richtung lagert, meist zu zweit hintereinander auf Wagebalken. Die Klemme hebt bei der Überfahrt des Wagens über die Stütze das Zugseil nicht von der Rolle ab, sondern sie gleitet tangential über die Rollen hinweg, wobei durch das gegenseitige Nachgeben von Klemme und Rollen ein Stoß vermieden wird.

Abb. 467 läßt die Arbeitsweise dieser Klemmvorrichtung erkennen. Die zangenartige, nach unten öffnende Klemme ist als Oberseilkuppler ausgebildet. Der eine Klemmhebel 3 und damit der ganze Klemmmechanismus schwingt um den fest im Laufwerk 1 gelagerten Zapfen 4. An dem anderen Klemmhebel 2 greift bei 5 das Gewicht von Gehänge 7 und Last  $G$  an, und zwar derart, daß durch diese abwärts wirkende Kraft die Klemme geschlossen wird. 7 hängt nicht unmittelbar an 5,

sondern an dem Schlitten 6, der in 1 senkrecht geführt wird und der wiederum eine wagerechte Führung für das Gleitstück 5 des Klemmhebels 2 besitzt. Die Klemme kann im geschlossenen Zustand um 4 schwingen, ohne an Klemmkraft zu verlieren. Sie ist im Gleichgewicht — in der gezeichneten Stellung —, wenn bei Vernachlässigung der Reibung die aufwärts wirkende Zugseilkraft  $e$  den Wert  $G \cdot \frac{a}{b}$  erhält. Ist  $e$  kleiner oder größer, so legt sich die Klemme gegen die untere oder gegen die obere Hubbegrenzung.

Die Klemme öffnet sich durch Auflaufen der am Gehänge angeordneten Kuppelrolle 8 auf eine schräg aufwärts führende Kuppelschiene. Der Kuppler kann normal nur die selbsttätige Innenkurve sowohl um Umföhrungsscheiben als auch um Kurvenrollen fahren. Die selbsttätige Außenkurve ist möglich bei Lage der Klemme in

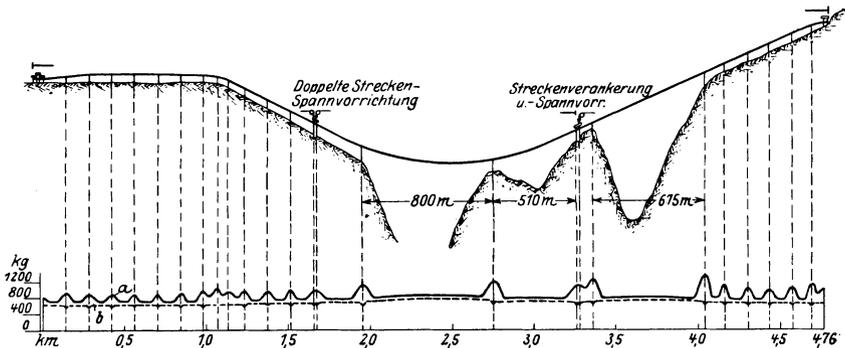


Abb. 468.

der gestrichelten Stellung, wobei das Zugseil an kleinen wagerechten, in der Hängebahnschiene gelagerten Röllchen 9 geführt wird.

In Abb. 468 gibt die ausgezogene Schaulinie  $a$  die Raddrucke wieder, die bei der Bauart mit fester Klemme an jeder Stelle der Vollseite ungünstigstenfalls entstehen können, wenn der Wagen über die Strecke fährt. Bei richtiger Stützenstellung und Innehalten des richtigen Wagenabstandes lassen sich die Verhältnisse günstiger gestalten; immerhin entstehen an den Auflagerstellen, an dem Bergübergang bei km 1,0 auch zwischen den Stützen, Spitzenwirkungen, die teilweise gegenüber den normalen Raddrücken zu groß sind, um sie voll und ganz für die Trage-seilbestimmung der ganzen Strecke in Rechnung zu ziehen. Man kann sie durch Einlegen stärkerer Seile für die höchstbelasteten Stellen oder für eine ganze, besonders ungünstig beanspruchte Spann-strecke berücksichtigen, muß aber trotzdem häufig eine Überbelastung an einzelnen Stellen und damit einen schnelleren Verschleiß in Kauf nehmen.

Demgegenüber läßt die unabhängig vom Wagenabstand fast gleichmäßige, durchweg geringere Belastung nach Schaulinie  $b$  (bewegliche Klemme) bei sonst gleichen Bedingungen schwächere Tragseile zu, die obendrein überall nahezu gleich stark belastet werden. Bei den Bergübergängen kommt noch hinzu, daß die Stützen in weiteren Abständen gestellt werden können, denn die hohen Zugseilreaktionen werden nicht mehr dem Tragseil mitgeteilt.

Die Anlagekosten werden also bei geeigneten Längsprofilen geringer infolge der schwächeren Tragseile und der Ersparnis an Unterbaukonstruktion. Wie weit die Betriebskosten einerseits günstig durch die längere Lebensdauer der Tragseile und den infolge geringerer Durchmesser billigeren Ersatz, andererseits ungünstig durch die größere, infolge der höheren Zugseilspannung zu leistende Reibungsarbeit und die vermehrte Anzahl der beweglichen Teile beeinflußt werden, kann erst die Erfahrung zeigen. Die bisher gewonnenen Ergebnisse sind sehr zufriedenstellend.

### 8. Selbsttätige Kurvenfahrt.

Das früher oft gehegte Vorurteil gegen Winkelstationen hat heute keine Berechtigung mehr, nachdem die selbsttätige Kurvenfahrt in technisch und wirtschaftlich einwandfreier Weise gelöst ist, und zwar insbesondere durch Vervollkommnung der Klemmvorrichtungen. Die nächstliegende Lösung bleibt naturgemäß die gerade Verbindungslinie der Endstationen, denn durch Winkelstationen werden die Anlagekosten und auch Betriebskosten meist vergrößert. Dem stehen jedoch häufig erhebliche Vorteile gegenüber, wie besseres Längsprofil, Vermeidung ungünstiger Gebäude- und Straßenüberschreitungen, vorteilhaftere Geländeausnutzung usw. Bisweilen, z. B. wenn die Winkelstation mit einer ohnehin erforderlichen Streckenspannstation (Abb. 470) vereinigt wird, ergeben sich sogar nur ganz unwesentliche Mehrkosten, die gegebenenfalls durch Ersparung an anderer Stelle aufgehoben werden.

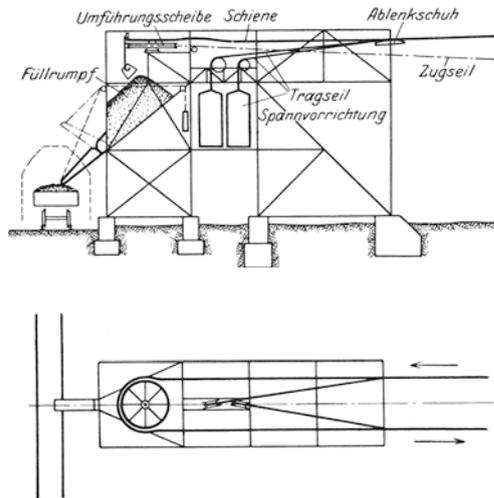


Abb. 469. Selbsttätige Endumführungsstation.

Man unterscheidet zweierlei Arten der Kurvenfahrt:

a) Die Wagen umfahren eine wagerecht oder schräg liegende Scheibe von 3 bis 6 m Durchmesser; der Kurvenhalbmesser ist dann gleich dem

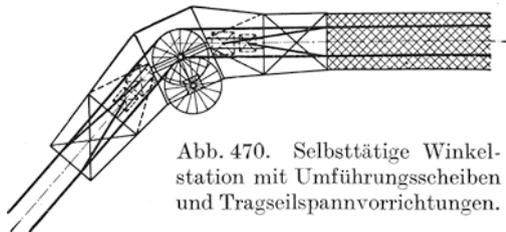
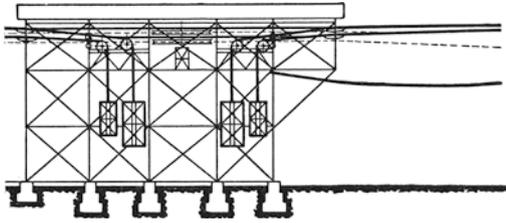


Abb. 470. Selbsttätige Winkelstation mit Umführungsscheiben und Tragseilspannvorrichtungen.

Richtungen, die bei selbsttätiger Winkelstation auf der Strecke nötig wird (Abb. 470, 471), setzt Anbringung der Klemme am Laufwerk voraus, und zwar muß die Klemme beim Unterseilkuppler neben oder über

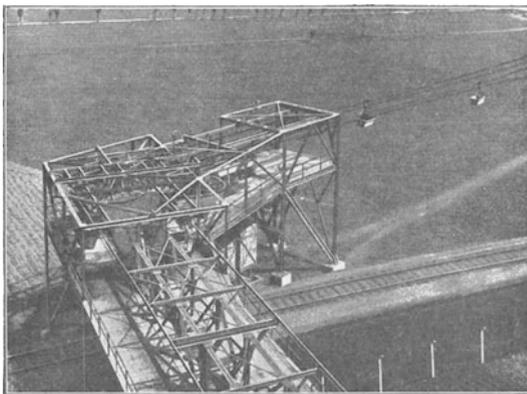


Abb. 471. Ansicht einer Winkelstation mit Umführungsscheiben (Bleichert).

dem Gehängeaufhängepunkt (Abb. 461, 463, 464), beim Oberseilkuppler oberhalb des Laufwerkkörpers (Abb. 465 u. 466) angeordnet sein. Abb. 472 zeigt die Innenkurvenfahrt um die Scheibe mit ausgezogenen Linien, die Außenkurvenfahrt gestrichelt.

Die Geschwindigkeit muß je nach Scheibendurchmesser und Abbiegungswinkel verringert werden (vgl. S. 213).

Kurvenfahrt nach nur einer Seite, wie sie bei Linienführung im offenen Vieleck (Abb. 488) oder als Grenzfall von  $180^\circ$  bei der Endumführung (vgl. S. 267) vorkommt (Abb. 469), stellt an die Anordnung der

Klemmvorrichtung keine schwer zu erfüllenden Bedingungen. Kurvenfahrt nach beiden

Seiten, wie sie bei der Kurvenfahrt um die Scheibe mit ausgezogenen Linien, die Außenkurvenfahrt gestrichelt, vorkommt (Abb. 472), stellt an die Anordnung der Klemmvorrichtung keine schwer zu erfüllenden Bedingungen. Kurvenfahrt nach beiden

b) Die Wagen fahren entlang einer Reihe von hintereinander gelegten, im Krümmungshalbmesser von 5 bis 50 m angeordneten wagerechten Kurvenrollen (Abb. 473). Geschwindigkeitsermäßigung ist nur wenig, oft gar nicht nötig. Die Stationen werden länger

als bei a, und zwar um so mehr, je größer der Kurvenhalbmesser ist. Um unruhige Fahrt durch das dauernde Anstoßen der Klemmbacken an die

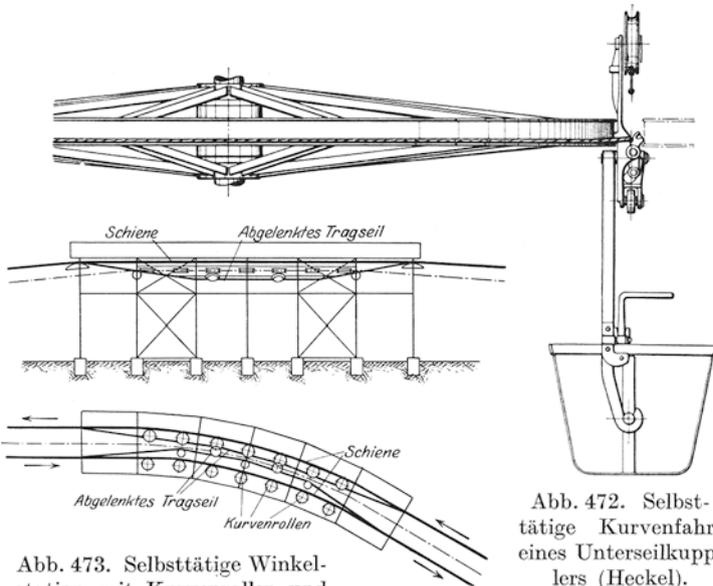


Abb. 473. Selbsttätige Winkelstation mit Kurvenrollen und durchgeführten Tragseilen.

Abb. 472. Selbsttätige Kurvenfahrt eines Unterseilkupplers (Heckel).

Kurvenrollen zu vermeiden, versieht man vielfach das Laufwerk mit wagerechten Kurvenröllchen. Diese laufen an einer Flacheisenschiene ab, die entsprechend der Laufbahnkrümmung verlegt wird. Bei dem Bleichertschen Kuppler (Abb. 461) und dem von Mackensen (Abb. 464, r) sind diese Röllchen zu erkennen. Abb. 474 zeigt einen Oberseilkuppler mit solchen Kurvenröllchen.

### 9. Stationen.

Die Stationsgerüste werden in Eisen, Holz oder Beton ausgeführt. Eisen ist in der Anschaffung teurer, aber in der Unterhaltung billiger als Holz. Gerüste aus Holz verziehen sich stets im Laufe der Zeit. Deshalb lagert man bei guten Ausführungen die Antriebsteile, die großen Umführungsscheiben usw. nicht unmittelbar

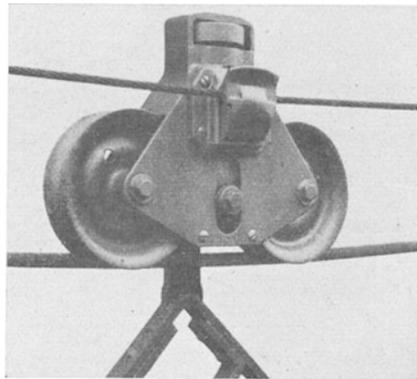


Abb. 474. Oberseilkuppler mit Kurvenröllchen (Mackensen).

auf der Holzkonstruktion, sondern auf eisernen Rahmen oder Böcken, die möglichst unmittelbar auf die Fundamente gesetzt werden. Hölzerne Verankerungs- oder Spannböcke, welche die durch die Trageisilspannung

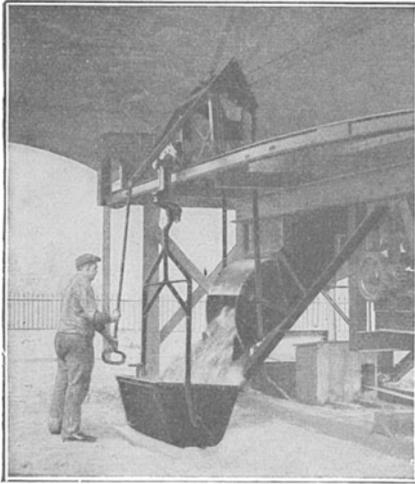


Abb. 475. Beladen mit Schüttgut (Bleichert).

entstehenden Kräfte in die Fundamente leiten, werden im losen Zusammenhang mit den übrigen Stationsgerüsten angeordnet. Bei großen Seilkräften errichtet man sie besser in Eisen und macht nur die Teile aus Holz, die von den Seilkräften unberührt bleiben. Stationen ganz aus Beton sind selten. Meist wird der vordere Stationsteil in Eisen oder Holz errichtet, während z. B. die anschließende Füllrumpfanlage gern aus Beton gebaut wird.

Zum stoßfreien Übergang der Wagen vom Seil auf die Schiene und umgekehrt wird der am ersten Stationsbinder angebrachte sog. „Ablenkschuh“, der zugleich zur Ablenkung des Trageisiles dient,

mit zwei um die wagerechte Achse beweglichen Stahlzungen versehen. Diese liegen rechts und links des Trageisiles und machen dessen Bewegungen mit.

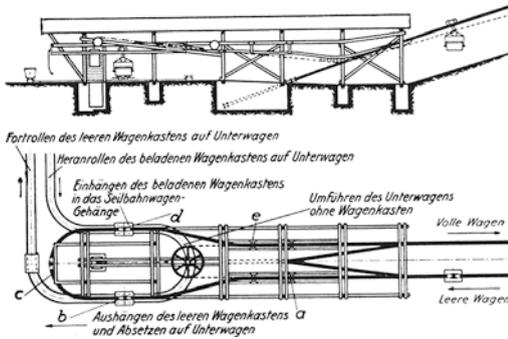


Abb. 476. Station für Unterwagenbetrieb.

Im vorderen Teil der Station liegen die Kuppelstellen, die zum An- bzw. Abkuppeln der Wagen dienen. Die Schienen, die bis hierher oberhalb oder unterhalb des Zugseiles in gerader Verlängerung der Trageisile liegen, werden hinter den Kuppelstellen nach außen herausgezogen (Abb. 402, S. 211).

Als Ladeschleife verbinden sie die Voll- und Leerseite. An die Ladeschleife können beliebige Schienenstränge angeschlossen werden, die nach den in Abschnitt A. 1. über „Eingleisige Handhängebahnen“ angegebenen Gesichtspunkten verlegt und verzweigt werden.

Schüttgüter werden, falls sie an der Beladestelle in Bunkern,

Überladerümpfen gestapelt sind, über Rutschen, deren Öffnungen verschließbar sind, unmittelbar in die Seilbahnwagen geladen (Abb. 475). Steht die Beladestation am Gewinnungsort, z. B. in Stein- oder Sandbrüchen, so führt man, falls eine Überladung vermieden werden soll, entweder Hängebahnschienenstränge auf leicht versetzbaren Böcken bis an den jeweiligen Gewinnungsort, oder man wählt den sog. Unterwagenbetrieb. Hier liegt unter der Hängebahnladeschleife eine gegenläufig geführte Schmalspurschleife (Abb. 476). Der leer ankommende Seilbahnwagen wird über einen Schmalspurwagen, genannt Unterwagen, geschoben. Die gegenseitige Schienenführung ist nun so, daß beim gemeinsamen Vorschieben sich der Wagenkasten auf den Unterwagen absetzt. Das Seilbahnwagengehänge wird seitlich herausgezogen, worauf der Unterwagen mit Kasten zur Gewinnungsstelle gefahren wird. Das leere Seilbahngehänge wird auf die andere Stationsseite geschoben, wo wiederum Hängebahnschiene und Schmalspurgleis senkrecht übereinander angeordnet sind. Dorthin ist inzwischen von dem Gewinnungsorte her ein Unterwagen mit gefülltem Kasten gerollt. Das Seilbahngehänge wird von der Seite über den Kasten geschoben (Abb. 477) und hebt ihn beim gemeinsamen Vorfahren vom Unterwagen ab. Der vollständige Seilbahnwagen wird nach dem Stationsauslauf, der leere Unterwagen auf die andere Stationsseite zur Aufnahme des nächsten leeren Seilbahnkastens geschoben.

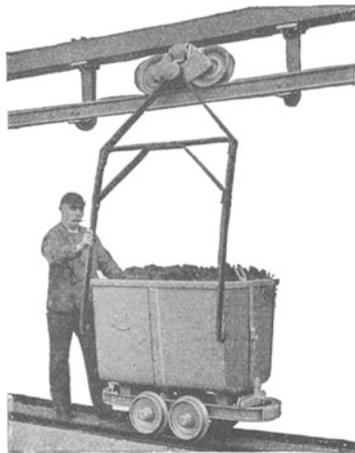


Abb. 477. Einhängen eines auf Unterwagen abgesetzten Wagenkastens (Bleichert).

Kleine Wagenkästen werden zu zweit auf einen Unterwagen abgesetzt.

Ähnlich werden schwere Stückgüter in die Seilbahnwagen eingehängt, vor allem Holzstämme. Letztere werden auf zwei Unterwagen herangefahren, die mit Hubvorrichtung versehen sind. Um den angehobenen Stamm werden die Ketten zweier Seilbahngehänge geschlungen. Nach Senken der Hubvorrichtung hängt der Stamm in den Ketten. Die Entladung geschieht in umgekehrter Weise. Für einfache Verhältnisse und kleine Leistung genügen mittels Flaschenzuges zu hebende Roste, auf welche die Stämme gerollt werden.

Bei der Entladung kommt der Vorteil der Drahtseilbahn zur Geltung, daß das Fördergut durch die Bahn selbst auf jede gewünschte Höhe gebracht werden kann ohne Zwischenschaltung eines weiteren Fördermittels und des damit verbundenen Umladens. Erfolgt die Ent-

ladung in Bunker, Fülltrichter usw. (Abb. 478), so wird die Entlade-  
schleife über diese geführt (Abb. 402) und der Seilbahnwagen durch  
Entriegeln der Kastenfeststellvorrichtung entleert. Soll unmittelbar in

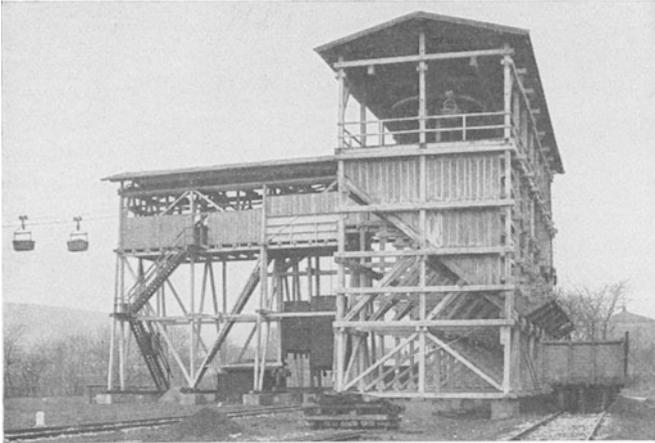


Abb. 478. Entladestation mit Füllrumpf (Heckel).

Eisenbahn, Lastfuhrwerk oder Schiff verladen werden, so wird über  
Verladerutschen ausgekippt. Diese sind vielfach fahrbar angeordnet,

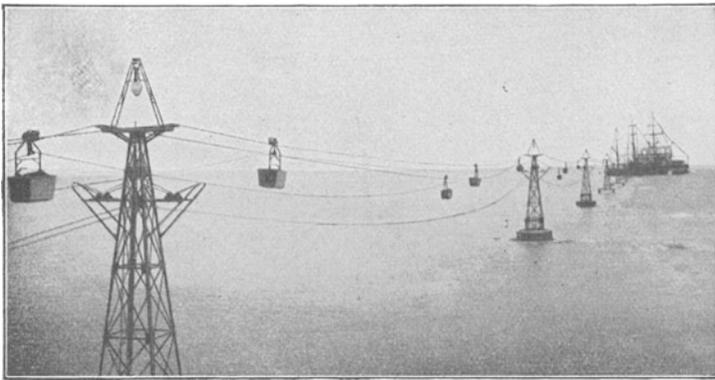


Abb. 479. Entladestation im Meer (Bleichert).

damit während der Beladung der Wagen nicht verschoben oder das  
Schiff nicht verholt werden muß. Bei Schiffsverladung (Abb. 479) ist  
auf den wechselnden Wasserstand bzw. Ebbe und Flut Rücksicht zu  
nehmen. Die Schurten werden entweder teleskopartig ausziehbar ge-

macht, oder es werden besondere Verladeeinrichtungen gebaut (Abb. 480, vgl. auch S. 277 und Abb. 496).

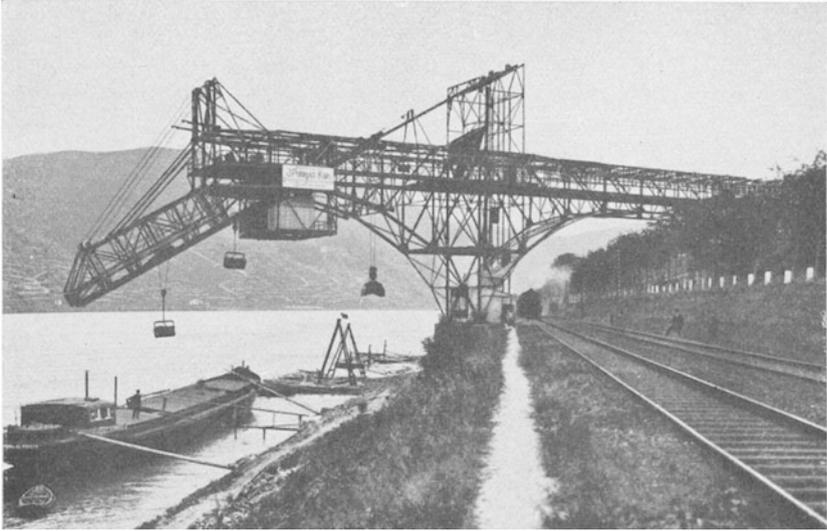


Abb. 480. Entladestation mit Absenkvorrichtung für Schiffsbeladung (Pohlig).

Zwischenstationen sind entweder reine Überführungsstationen oder Zuladestationen. In beiden Fällen lösen sich die Wagen vom

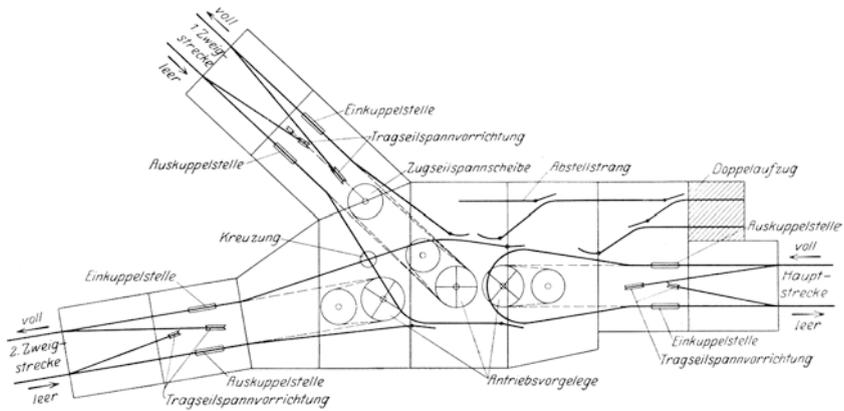


Abb. 481. Zentralstation (ATG).

Zugseil und kuppeln sich nach Fahrt durch die Station wieder an das Zugseil. Die Linien können unter beliebigem Winkel aufeinanderstoßen, auch können sich mehrere Linien in einer Station vereinigen. Abb. 481

zeigt den Schienenplan einer solchen Zentralstation, die zugleich Antriebstation für alle drei Teilstrecken ist. Die von der Hauptbahn kommenden vollen Wagen werden vom Bedienungsmann jeweils auf die zum Bestimmungsort führende Zweigstrecke geschoben. Die leer zurückkommenden Wagen werden normal auf die Hauptbahn überführt, gelegentlich aber in den Aufzug gefahren und nach einer Handhängebahnanlage zu ebener Erde herabgelassen. Sie nehmen hier Fördergut auf, das von der Hauptbahn durch Streckenabsturz (s. S. 296)

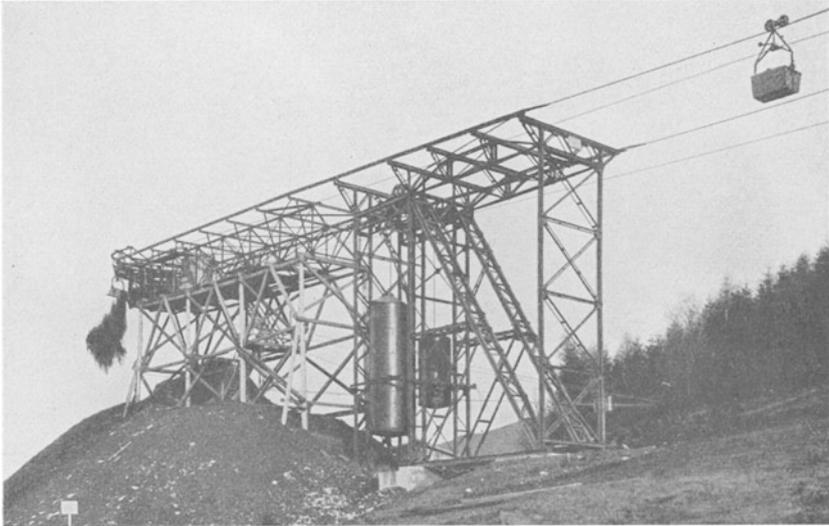


Abb. 482. Selbsttätige Entladestation (Pohlig).

auf Halde geworfen wurde. Der Aufzug zieht die gefüllten Wagen wieder auf Stationshöhe, wo sie auf eine der beiden Teilstrecken übergehen.

Stationen, in denen das Zugseil durchgeführt, also weder gespannt noch angetrieben wird, können erforderlichenfalls mit ausrückbaren Kuppelstellen versehen werden, die nur im eingerückten Zustande die Klemmapparate der Wagen betätigen, während diese bei ausgerückten Kuppelstellen selbsttätig durch die Station fahren.

Zur Stationsausrüstung im weiteren Sinne gehören Fernsprecheinrichtungen mit Läutewerken für die Betriebsignale, Wagenzählvorrichtungen, Wagenabstandsregler — als Signalgeber oder mit selbsttätiger Streckenverriegelung — und Wiegeeinrichtungen, die häufig die Wäageergebnisse selbsttätig aufzeichnen und Schutz gegen mehrfaches Wiegen der Wagen bieten.

### 10. Bahnen mit selbsttätiger Entladung.

Statt die Seilbahnwagen in der Entladestation vom Zugseil loskuppeln zu lassen und sie von Hand zu entleeren, kann man bei Schüttgütern die Entladung so einrichten, daß sie vollkommen selbsttätig ohne Bedienung vor sich geht. Die beladenen Seilbahnwagen bleiben nach Einfahrt in die als Endumführungsstation ausgebildete Entladestation am Zugseil und umfahren dort selbsttätig eine große Umföhrungs-scheibe von 4 bis 6 m Durchmesser (Abb. 469). Sie kehren ohne Fahrt-

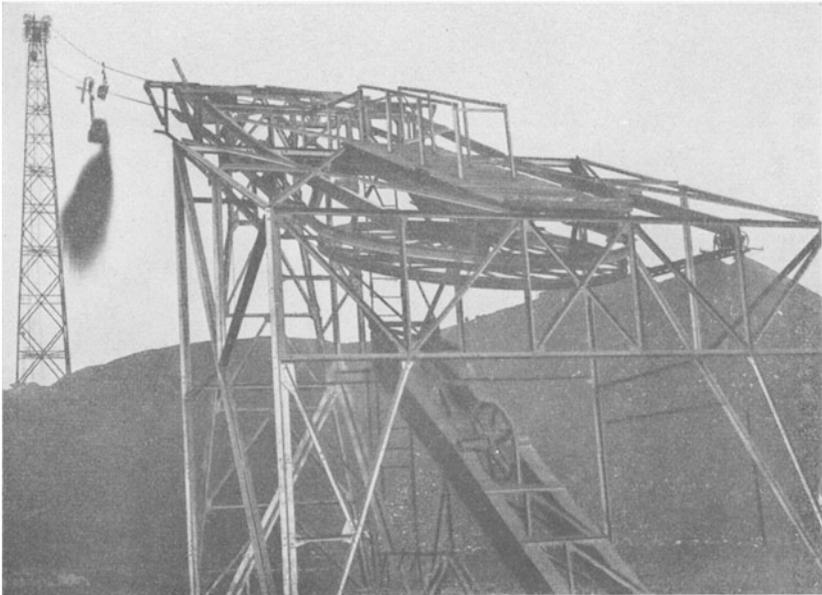


Abb. 483. Selbsttätige Endumführungsstation (ATG).

unterbrechung auf der anderen Bahnseite zur Beladestation zurück. Dort, wo entladen werden soll, sind in der Entladestation Anschläge eingerückt, die den Feststellhebel des durchfahrenden Seilbahnwagens umlegen. Der Kasten, der seitlich unterhalb der Schwerachse aufgehängt ist, kippt um und entleert seinen Inhalt in den darunterliegenden Bunker, Fülltrichter oder, wie in Abb. 482 gezeigt, auf Halde. Die Verteilung von verschiedenartigem Fördergut auf mehrere Stellen wird dadurch erreicht, daß man den Feststellhebeln am Wagen und ebenso den Auslösevorrichtungen in der Station verschiedene Längen gibt, so daß jeder Wagenkasten nur durch die für ihn bestimmte Auslösevorrichtung gekippt wird.

Das Antriebsvorgelege muß bei solchen Bahnen stets in der Beladestation liegen, ebenso die Zugseilspannvorrichtung. Der Ersparnis an

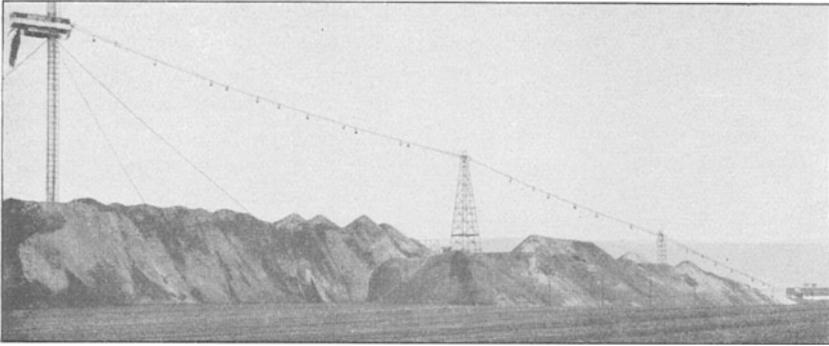


Abb. 484. Haldenbahn mit verschiebbarer Turmstation (Heckel).

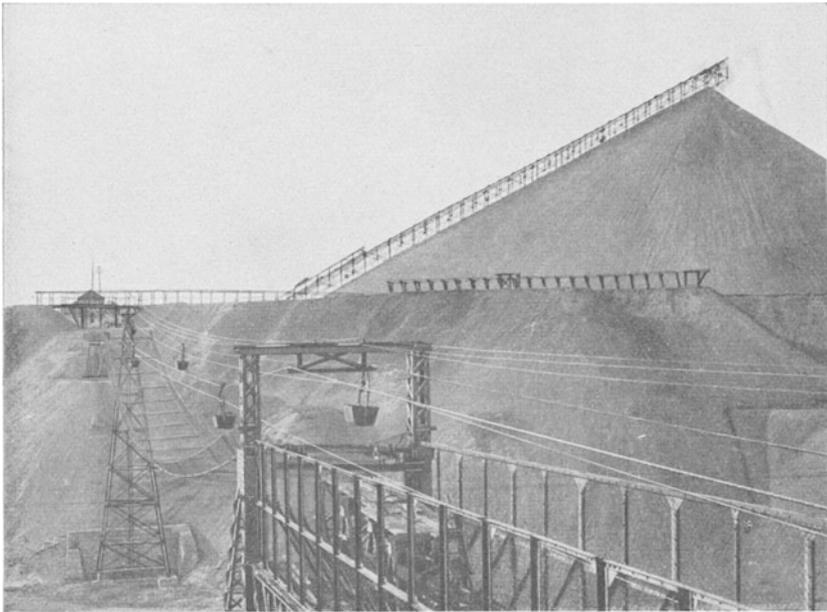


Abb. 485. Haldenbahn mit Vorschubwagen (Bleichert).

Bedienung steht die meist teurere Ausführung der Bahn entgegen. Die Zugseilgeschwindigkeit muß wegen der Fahrt um die Scheibe gering gewählt werden (vgl. S. 213). Dies bedingt kleineren Wagenabstand, mehr Wagen auf der Strecke, infolgedessen größere Auflasten und schwerere Ausführung der ganzen Anlage.

Statt das selbsttätige Auskippen in der Entladestation vorzunehmen, kann man auch die Auslösevorrichtung am Tragseil anbringen. Wo angängig, wird durch im Boden verankerte Halteseile das Schwingen der Tragseile gedämpft, das durch die plötzliche Belastungsverminderung beim Auskippen entsteht. Die der Beladestation entgegengesetzte Station wird entweder zum Aus- und Einkuppeln der Wagen, also mit Bedienung, eingerichtet, oder aber, was häufiger der Fall ist, die Wagen durchfahren diese Station selbsttätig (Abb. 483).

Ordnet man die Auslösevorrichtung verschiebbar am Tragseil an, so können lange Halden unterhalb der Seilbahn angeschüttet werden. Diese Art Bahnen werden vor allem zum Abtransport von Schlacke,

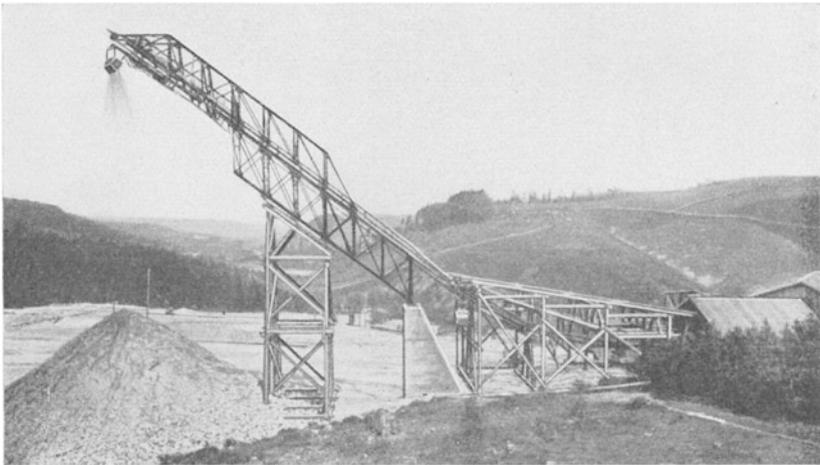


Abb. 486. Beginn der Anschüttung (Mackensen).

Asche, Gruben- und Waschbergen usw. auf Halde benutzt. Sollen große Absturzmengen abgeworfen werden, so errichtet man Stützen von 60 m und darüber (Abb. 484). Bei nachbrennendem Fördergut werden die Stützen am besten aus Beton hergestellt.

Heckel setzt die ganze Endstation in senkrechter Richtung verschiebbar auf eine röhrenartige Stütze, die mit Stampfbeton gefüllt und durch Halteseile verspannt ist (Abb. 484). Mit wachsender Halde wird die Station gehoben. Auf diese Weise können sehr hohe Halden gebildet werden, ohne daß zu Anfang hohe und daher sehr teure Stationen und Stützen gebaut werden und ohne daß anfänglich eine zu große Absturzhöhe vorhanden ist, welche die Gefahr der Zerstreung des abgeworfenen Gutes durch Wind mit sich bringt. Um größere Breite der Halde zu erreichen, verteilt man das Gut auch wohl seitlich durch Förderbänder.

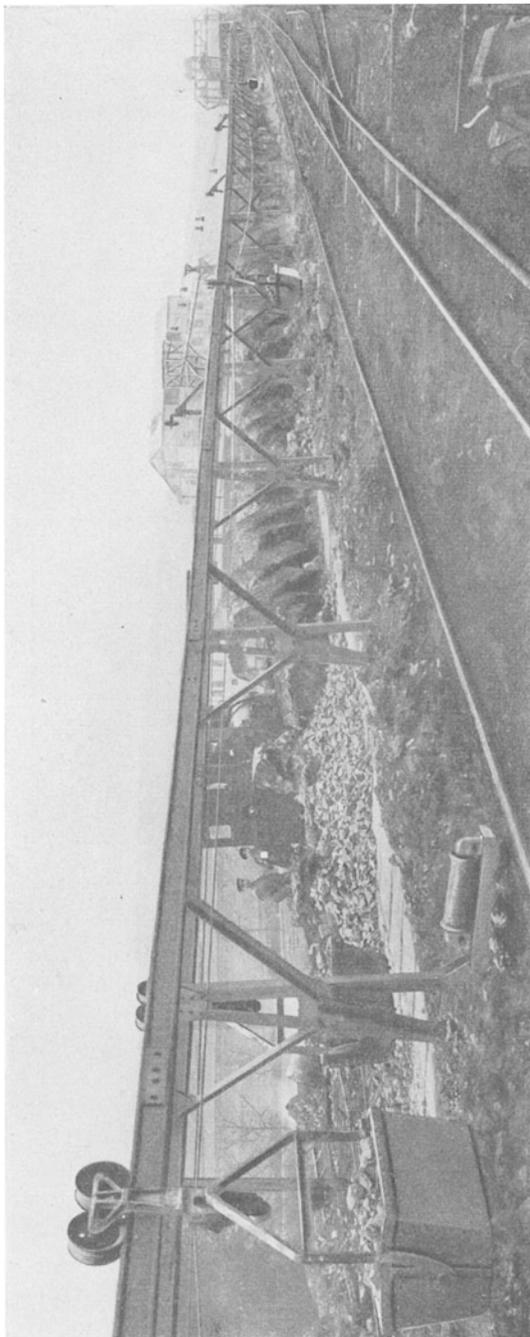


Abb. 487. Schienenhängebahn mit Zugselbetrieb (Heckel).

Bei der von Bleichert zuerst ausgeführten Art der Haldenbahn nach Abb. 485 wird anfangs klein begonnen mit einer Schrägbrücke, die im Schüttwinkel des abzustürzenden Fördergutes ansteigt. Am oberen Brückenkopf steht der sog. Vorschubwagen, an dessen vorderem Ende an einem weit auskragenden Träger die Endumföhrungs-scheibe für die Seilbahnwagen angeordnet ist (Abb. 486). Die aufgeschüttete Kegelspitze dient dann jeweils als Auflager für die Verlängerungsglieder der Brücke, auf denen der Vorschubwagen vorgerückt wird. Bei neueren Ausführungen verzichtet Bleichert auf die Brücke und legt auf den Schüttkegel lediglich eine Fahrbahn, auf der der Vorschubwagen vorgeschoben wird. Diese Ausführungsarten sind nur anwendbar, wenn es sich um Fördergut handelt, das wenig sackt oder nachrutscht.

### 11. Schienenhängebahnen mit Zugseilbetrieb.

Diese Bahnen unterscheiden sich von den eigentlichen Zweiseilbahnen dadurch, daß überall, also auch auf der Strecke, feste Schienen als Laufbahn angeordnet sind. Man nimmt sowohl Hängebahnschienen

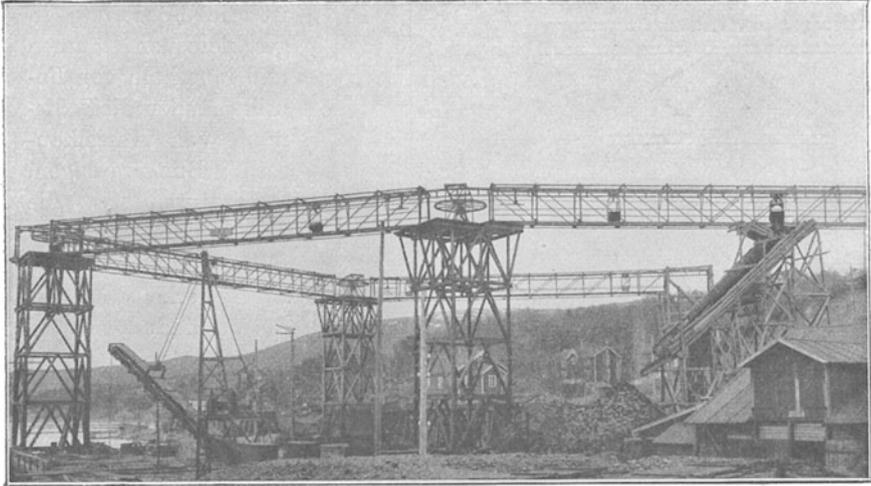


Abb. 488. Linienführung im offenen Vieleck (Bleichert).

wie auch auf Längsträgern befestigte Laufschiene (vgl. S. 202). Die Laufbahn wird entweder freitragend auf Unterstützungen in kurzen Abständen verlegt (Abb. 487), oder sie wird bei größerer Stützenentfernung an Sprengwerken, Brückenträgern usw. aufgehängt (Abb. 488). Die Linienführung gestaltet sich insofern freier, als neben der Laufbahnaufhängung nur die Zugseilführung maßgebend ist ohne die Beschränkungen, die durch die Tragseile und deren Abspannung gegeben sind. Hängebahnen mit Zugseilbetrieb werden infolgedessen gern dort verwendet, wo kurze gerade Strecken und viele Kurven selbsttätig zu durchfahren sind. Häu-

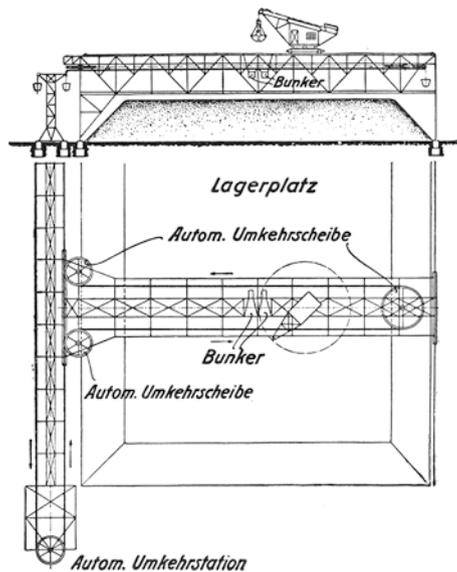


Abb. 489. Fahrbare Lagerplatzbrücke.

figer als bei Zweiseilbahnen findet man statt des parallelen Hin- und Rückweges die Strecke als offene Dreiecks- oder Vielecksform (Abb. 488).

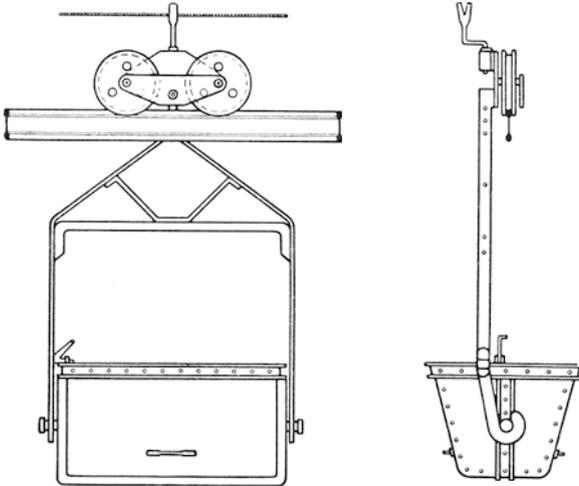


Abb. 490. Seilbahnwagen mit Mitnehmergabel (Kaiser).

Das Verwendungsgebiet der Hängebahnen mit Zugseilbetrieb ist die Förderung in geschlossenen Räumen und innerhalb von Fabrikgeländen, die Bedienung von Kesselhäusern, Bunkeranlagen, Generatoren usw., die Begichtung von Kalk- und Hochöfen.

Bemerkenswert ist die Verbindung solcher Bahnen mit fahrbaren Lagerplatzbrücken (Abb. 489). Zur Überführung der Wagen von der festen

Laufbahn auf die der Brücke dienen Schleppschiene. Diese sind ähnlich den Zungenweichen, jedoch ohne Drehgelenk ausgebildet und gleiten während des Verfahrens der Brücke auf dem festen Hauptstrang.

Die Wagen kippen beim Überfahren über die Brücke selbsttätig ihren Inhalt aus. Zur Wiederaufnahme dient ein auf der Brücke fahrbarer

Greiferdrehkran, der das Gut in eine Tasche auf der Brücke wirft, von wo es wieder in die Seilbahnwagen geladen wird.

Die Ausbildung der übrigen Bahnteile ist dieselbe wie bei der Zweiseilbahn. Der Oberseil-

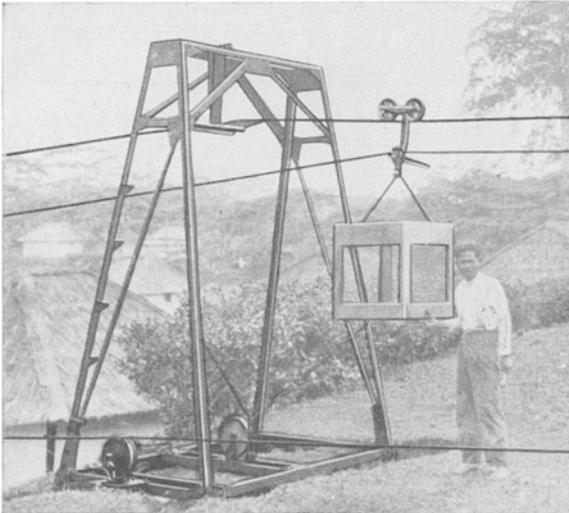


Abb. 491. Pendelbahn mit einem Tragseil (Pohlig).

kuppler wird bevorzugt wegen seiner geringen Bauhöhe, ferner weil er in Räumlichkeiten den Durchgang nicht behindert infolge des hochliegenden Zugseiles. Bei wagerechter oder wenig geneigter Laufbahn wird häufig statt einer Klemmvorrichtung eine Mitnehmergabel (vgl. „Zweischienige Bahnen“ S. 149 und 150, Abb. 262 bis 268) benutzt, die am Laufwerk angebracht wird (Abb. 490). Sie hat außer der Einfachheit und Billigkeit den Vorteil, daß die Wagen an beliebiger Stelle vom Seil gelöst und wieder an das Seil geschlagen werden können.

## 12. Pendelbahnen.

Pendelbahnen werden meistens dort ausgeführt, wo bei kleiner Leistung verhältnismäßig große Einzellasten gefördert werden sollen. Man unterscheidet zweierlei Arten:

a) Bahnen mit einem Tragseil und endlosem Zugseil. Die Konstruktionselemente sind im wesentlichen die gleichen wie bei den normalen Zweiseilbahnen. Statt der zwei Tragseile wird nur ein Tragseil gespannt (Abb. 491); in vielen Fällen genügt eine Federspannvorrichtung. Auf dem Tragseil fährt im Pendelverkehr ein Wagen hin und her, der entweder fest an das Zugseil angeschlossen ist oder sich in den Endstationen ein- und auskuppelt. Im ersten Falle dient gewöhnlich das Tragseil auch in den Stationen als Laufbahn (Abb. 492). Zum Fest-

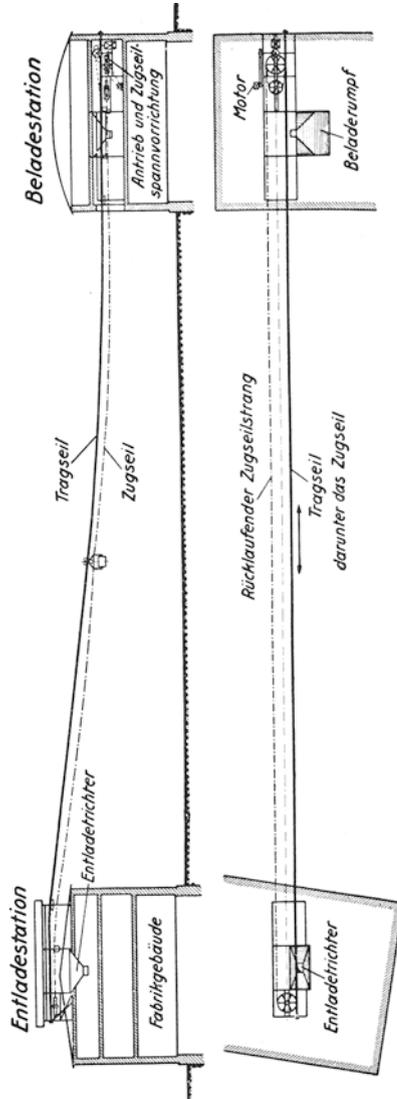


Abb. 492. Eingleisige Pendelseilbahn zur Verbindung von zwei Gebäuden.

klemmen werden meist einfache, auf Exzenter- oder Schraubstockwirkung beruhende Klemmvorrichtungen verwandt, bei denen das Einkuppeln von Hand, das Auskuppeln selbsttätig geschieht. Die Bewegungsrichtung des Zugseiles muß bei jeder Fahrt gewechselt werden. Zur Vergrößerung der

Förderleistung können auch mehrere Wagen dicht hintereinander fahren. Bei selbsttätiger Entladung in der Endstation oder auf der Strecke läßt man den in der Endstation ankommenden Wagen eine elektrische Auslösvorrichtung betätigen, wodurch das Antriebsvorgelege mechanisch umgesteuert wird. Nach Rückkehr des Wagens wird die Bahn von Hand oder selbsttätig stillgesetzt bzw. umgesteuert. Will man den Wagen nicht jedesmal bis zur Endstation fahren lassen, so bringt man am Antriebsvorgelege eine Wandermutter an. Diese betätigt einen verstellbaren Anschlag, der je nach Einstellung die Bahn umsteuert.

An Stelle des Trageisles können auch feste Schienen als Laufbahn dienen. Abb. 493 zeigt eine solche Anlage. Der Wagen, der fest mit

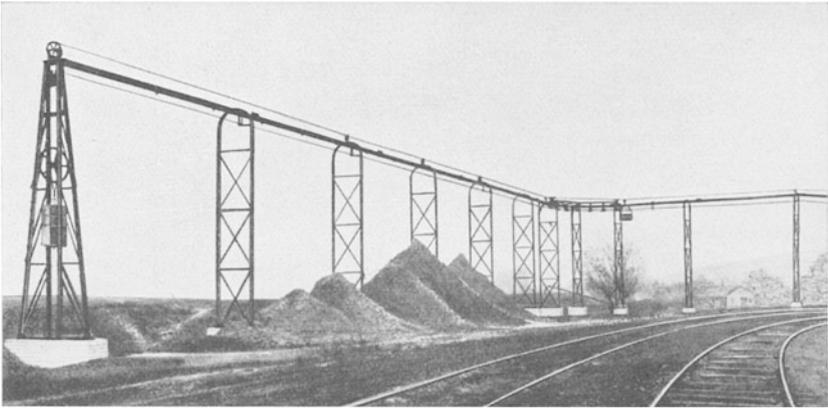


Abb. 493. Pendelbahn mit starrer Laufbahn (Mackensen).

dem unteren Strang des Zugseiles verbunden ist, läuft auf dem Unterflansch eines I-Trägers. Die Kurve wird selbsttätig durchfahren mittels wagerechter Kurvenröllchen am Laufwerk. Die Scheibe der Zugseilspannvorrichtung, in der Abbildung links sichtbar, ist hängend angeordnet zusammen mit dem Spanngewicht. Der rücklaufende Zugseilstrang ist oberhalb der Laufbahn geführt. Die Umsteuerung der Fahrtrichtung erfolgt vom Antriebsvorgelege aus selbsttätig, wenn der Wagen die gewünschte Stelle erreicht hat. Die Entleerung wird dadurch bewirkt, daß durch den Ruck, den der Wagen bei der Umsteuerung erhält, die Kastenverriegelung gelöst wird.

Die einfachste Form dieser Pendelbahnen sind die „Riesen“, die zur Abwärtsförderung von Baumstämmen usw. dienen. Das Trageisil, oft statt dessen ein starker Draht, ist in einfachster Weise an beiden Seiten verankert und meist in einer einzigen Spannweite geführt. Die sehr leichten Wagen, vielfach nur Haken, werden beladen von einem

Zugseil herabgelassen und leer wieder heraufgezogen, oder sie laufen beladen ganz ohne Zugmittel talwärts und werden gelegentlich durch Mensch oder Tier wieder heraufgetragen. Um im letztgenannten Falle bei leichteren Lasten die Geschwindigkeit der Abwärtsfahrt zu ermäßigen, bringt Bleichert nach D.R.P. 398211 verstellbare segelartige Flächen am Gehänge an.

b) Bahnen mit zwei Tragseilen und zwei Wagen fest am Zugseil werden meist als Bremsbahnen gebaut (Abb. 494). Die beiden Wagen sind fest mit dem Zugseil verbunden in der Weise, daß der eine Wagen in der oberen Station, der andere in der unteren Station steht. Das Zugseil ist entweder endlos mit unten befindlicher Spannvorrichtung oder es stellt nur eine Verbindung der beiden Wagen über die oben befindliche Bremsscheibe dar. Die zu Tal gehende Last hält die Bahn in Bewegung, so daß der andere leere Wagen bergwärts gezogen wird. Danach wiederholt sich das Spiel bei umgekehrter Bewegung des Zugseiles. Da beide Wagen abwechselnd mit Last zu Tal gehen, müssen beide Tragseile gleich stark sein. Die Bremsung erfolgt meist mittels Band- oder Klotzbremsen an dem in der oberen Station befindlichen Bremsvorgelege.

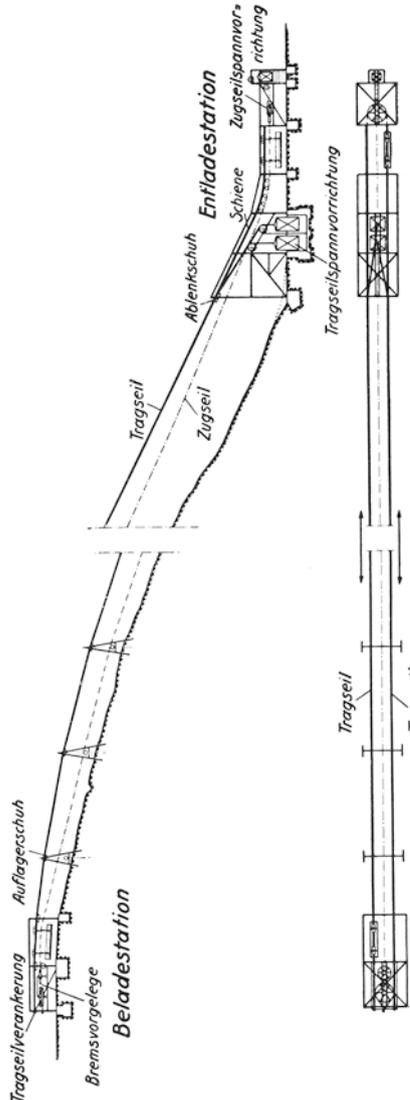


Abb. 494. Zweigleisige Pendelseilbahn.

### 13. Ausgeführte Anlagen.

a) Eine Drahtseilbahnanlage einfacher Art ist in Abb. 402 dargestellt. Die zu ebener Erde liegende Beladestation ist für Unterwagen-

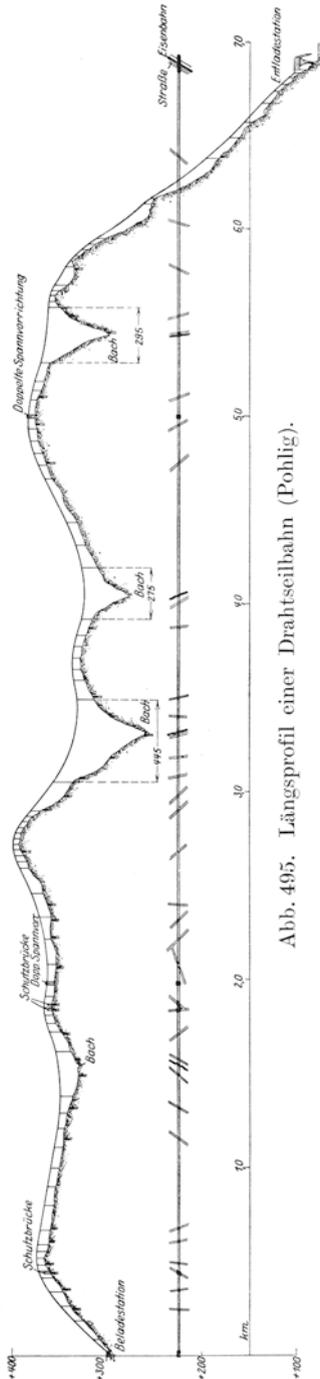


Abb. 495. Längsprofil einer Drahtseilbahn (Pohlig).

betrieb eingerichtet (vgl. S. 263). Die Tragseile sind in der oberen Station verankert, in der unteren gespannt. Der Zugseilantrieb bzw. die Bremsvorrichtung liegt in der oberen Station, die Spannvorrichtung unten. Die Strecke hat unmittelbar vor der Station erhebliches Gefälle, so daß die Hängebahnschienenstrecke zwischen Kuppelstelle und Ablenkschuh nach abwärts gebogen werden muß. Zur richtigen Führung des Zugseiles dient hier eine Rollenbatterie, die aus mehreren hintereinander gelegten Stahlgußrollen besteht. In der Entladestation dient ebenfalls eine Rollenbatterie und ein gebogenes Schienenstück zur Überleitung der geneigten Strecke auf die wagerechte Entladeschleife. Diese führt über eine kleine Füllrumpfanlage, die aus zwei Taschen besteht. Die Taschen werden an ihrem Auslauf durch Schiebeverschlüsse bedient. Über eine Schurre läuft das Fördergut auf der einen Seite in die Eisenbahnwagen, auf der anderen Seite in ein Fuhrwerk.

b) Das Längsprofil einer 6,9 km langen, von Pohlig gebauten Drahtseilbahn zur Beförderung von Braunstein ist in Abb. 495 wiedergegeben. Stündlich werden 100 t von der Grube zur Entladestation am Rhein und 20 t Kohle in umgekehrter Richtung gefördert. Jeder Wagen faßt 700 kg Braunstein oder 350 kg Kohle. Stündlich fahren 145 Wagen in Abständen von 25 Sekunden mit  $v = 2,5$  m/s. Die Tragseile sind Spiralseile von 36 und 32 mm  $\varnothing$ . Die Strecke ist in 3 Spannweiten unterteilt, und zwar derart, daß nur in der ersten Spannweite die Seile verankert, in den beiden anderen Spannweiten die Seile beiderseits mit Spannungsgewichten versehen sind. Das 24 mm starke Zugseil wird in der Beladestation angetrieben. In der Entladestation ist es,

um Platz für den langen Hub zu bekommen, durch 2 Seilscheiben rückwärts zur Spannscheibe geführt (Abb. 496). Die Wagen besitzen vierrädrige Laufwerke und Klemmapparate nach Abb. 446.

Der vordere Teil der Entladestation, die in Abb. 496 schematisch, in Abb. 480 in Ansicht dargestellt ist, ist als Brücke über Fahrstraße und Eisenbahn ausgebaut. Über den Rhein kragen 2 Ausleger aus, deren Enden in neigungseinstellbare Träger übergehen; diese dienen als Fahrbahn für die Katze. Die ankommenden, mit Braunstein gefüllten Wagen werden in die Rutschen *a— $a$*  entleert. Diese geben das Fördergut in Kübel ab, deren Inhalt 4 bis 5 Seilbahnwagen entspricht. Die

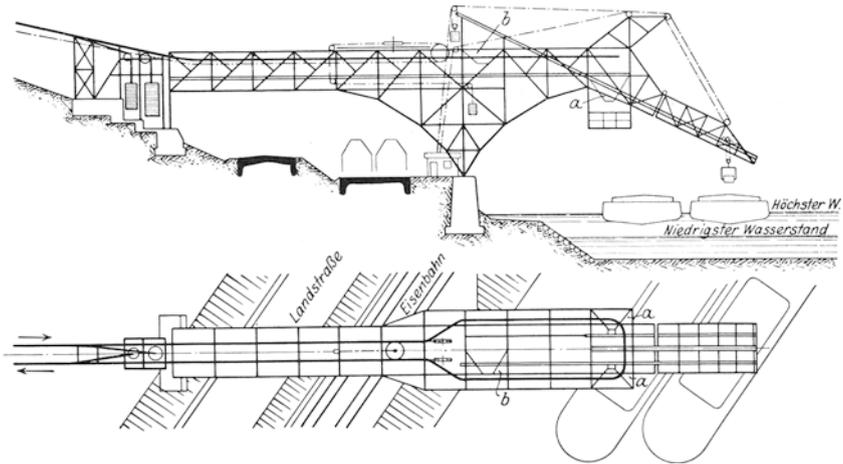


Abb. 496. Entladestation zu Abb. 495 (Pohlig).

beladenen Kübel fahren durch ihr Eigengewicht auf der schrägen Fahrbahn abwärts, werden in das Schiff herabgelassen und durch Kippen entleert, um dann selbsttätig zur Beladestelle zurückzukehren. Unter den Auslegern ist Platz für zwei nebeneinanderliegende Schiffe, von denen das eine mit Braunstein beladen wird. Das andere mit Kohle gefüllte Schiff wird gleichzeitig durch einen Greifer entleert, der die Kohle an einen oberhalb der Station angebrachten Überladetrichter *b* abgibt. Jeder 4. bis 5. Seilbahnwagen wird vor der Rückfahrt unter diesem Trichter mit Kohle beladen.

c) Die in Abb. 497 dargestellte Seilbahnanlage, von Bleichert erbaut, dient zur Beförderung von 40 t/st Braunkohle, gefahren in 114 Wagen von je 350 kg Nutzlast, von einer Grube in das etwa 1,3 km entfernte Elektrizitätswerk und zur Rückförderung von 4 t/st Kesselasche. Die im Tiefbau gewonnene Kohle gelangt durch eine Siebanlage in kleine Fülltrichter, von denen aus die Wagen der Schienenhänge-



Hier entleeren die Wagen während der Fahrt in einen Trichter  $T$ , von wo aus die Kohle auf ein durch die ganze Länge des Kesselhauses gehendes Förderband  $i$  abgegeben wird.

In  $Z$  beginnt ferner die für später geplante Bahn nach einer Brikettfabrik. Im Erdgeschoß der Zentralstation liegt der gemeinsame Maschinenraum. Die Zugseile der Haupt- und Kesselhausbahn werden über Seilscheiben senkrecht herabgeführt. Die Antriebsvorgelege sind ähnlich Abb. 430.

$G$  ist ein Ascheaufzug, der eine Handhängebahnanlage im Keller des Kesselhauses mit der Seilbahn verbindet. Soll Asche rückbefördert werden, so werden die Kuppelstellen  $M$  und  $N$  eingerückt. Der für die Asche vorgesehene, mit Deckel ausgerüstete Wagen löst sich bei  $M$  vom Zugseil und fährt über eine Weiche in den Aufzug, durch den er in den Keller gesenkt wird. Ein anderer Wagen wird nach oben befördert und bei  $N$  an das Zugseil gekuppelt. Er fährt auf der Leerseite der Seilbahn nach der Beladestation der Hauptbahn und entleert in den Trichter  $U$ , aus welchem die Asche durch Wasserdruck zur Geländeauffüllung weitergefördert wird.

d) Eine Anlage ebenfalls mit selbsttätiger Entladung zeigt Abb. 498. Die Bahn, erbaut von Mackensen, leistet stündlich 30 t Kohle oder Rüben, und zwar befördert sie 83 bis 84 Wagen zu je 360 kg = 5 hl,  $v = 1$  m/s. Die beiden Tragsseile sind in der Beladestation verankert und hinter der Schutzbrücke gespannt; von der Schutzbrücke ab dienen Schienen als Laufbahn. Der Zugseilantrieb und ebenso die Zugseilspannvorrichtung liegen in der Beladestation. Die Seilbahnwagen fahren am Zugseil von der Beladestation nach der Umföhrungsscheibe oberhalb der Schutzbrücke, am Kesselhaus entlang, um die Scheibe der Umkehrstation, über den Kohlenlagerplatz, um die dritte Umföhrungsscheibe und zurück. Die Beladestation ist in den Erdboden eingebaut (Schnitt  $C—D$ ), so daß das Fördergut vom Eisenbahnwagen über kleine Zuföhrungstrichter dem Seilbahnwagen selbsttätig zuläuft. Die mit Kohle gefüllten Seilbahnwagen entleeren selbsttätig während der Fahrt entweder in die Trichter des Kesselhauses (Schnitt  $A—B$ ) oder oberhalb des Kohlenlagerplatzes. Die Rüben werden bei der dritten Stütze vom Tragsseil aus in die Rübenschwemme entleert.

e) Eine von Heckel gebaute Haldenbahn gibt Abb. 499 wieder. Die Bahn fördert granulierten Hochofenschlacke, ferner die Abfälle der Kohlenwäsche, Berge und Schlamm, gelegentlich auch Schutt und andere Abfälle. Die Stoffe werden auf den drei in der Grundrißzeichnung links erkennbaren Hängebahnen nach einer im Werk gelegenen Zentralstation befördert, die den Ausgangspunkt der Hauptdrahtseilbahn bildet. Diese Bahn führt zu einer Antriebsstation, die auf einer älteren Halde gelegen ist. Von hier geht eine Nebenstrecke, die aus-

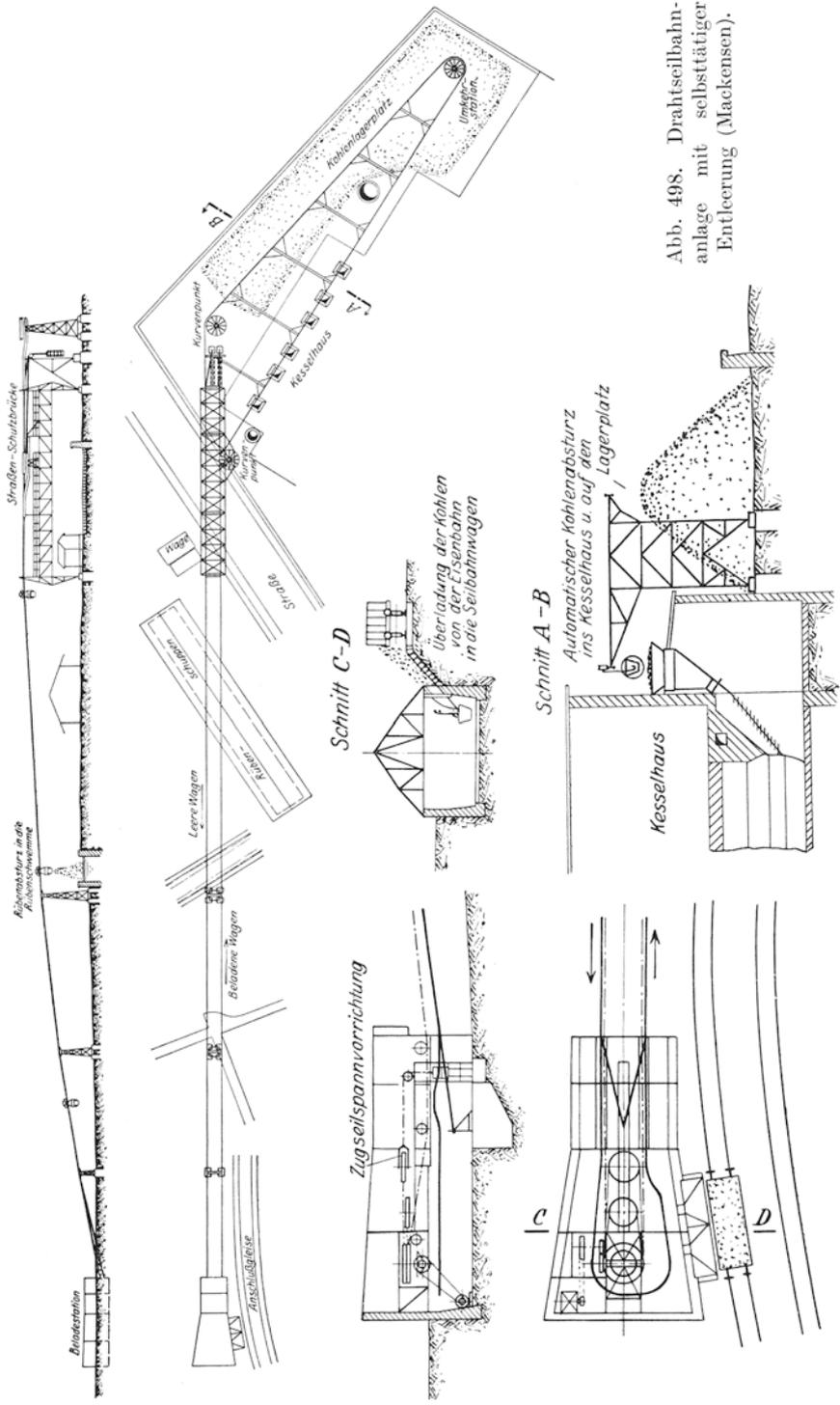


Abb. 498. Drahtseilbahn-anlage mit selbsttätiger Entleerung (Mackensen).

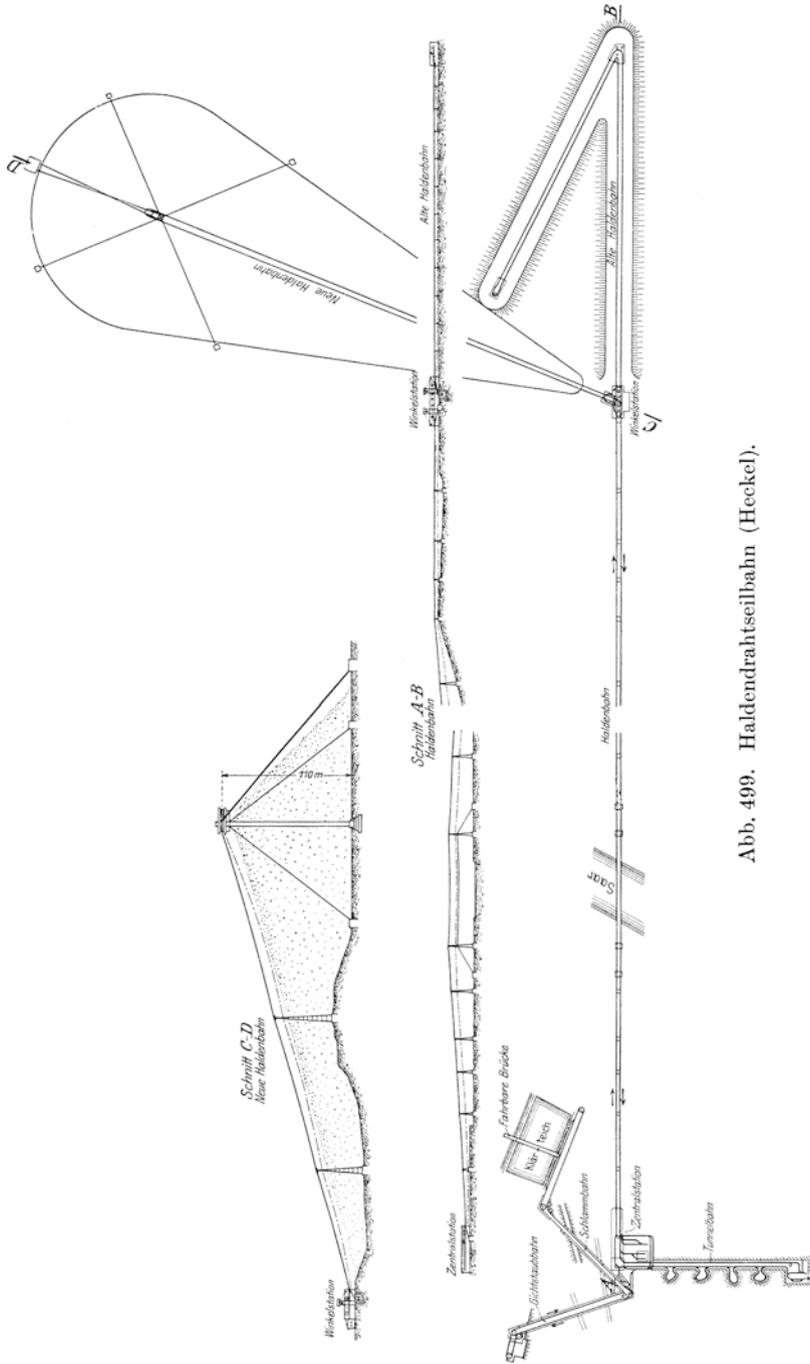


Abb. 499. Haldendrahtseilbahn (Heckel).

hilfsweise betrieben werden kann, geradeaus, während die Hauptstrecke unter einem stumpfen Winkel abbiegt und über 2 hohe Stützen hinweg nach der Turmstation, ähnlich Abb. 484, führt. Der Turm, der die Endstation trägt, war anfänglich 50 m hoch und wurde später auf 110 m erhöht. Die Leistung beträgt 180 t/st bei 800 kg Wageninhalt. Stündlich werden 225 Wagen gefördert, die in einem Zeitabstand von 16 Sekunden fahren.

### C. Einseilbahnen.

Die Einseilbahn ist von England aus, wo sie zuerst angewandt wurde, verbreitet worden. Sie wird deshalb vielfach die „englische Bauart“ genannt. Die deutschen Seilbahnfirmen haben von Anfang an die Zweiseilbahn bevorzugt, weshalb diese häufig als „deutsche Bauart“ bezeichnet wird. Erst in jüngster Zeit gewinnt die Einseilbahn auch für Deutschland erhöhte Bedeutung, nachdem sie wesentliche Verbesserungen erfahren hat.

Die Einseilbahn gehört ihrem Wesen nach nicht zu den eigentlichen „Bahnen“, wenn sie auch äußerlich mit der Zweiseilbahn nahe verwandt zu sein scheint. Auf der Strecke ist ein Gleis, auf dem die Wagen rollen, nicht vorhanden. Die Lasten werden auf das umlaufende Seil gesetzt und von ihm mitgenommen. In den Stationen laufen die Wagen wie bei den Zweiseilbahnen auf Hängebahnschienen. Die Be- und Entladevorgänge sowie der Betrieb sind wie bei der Zweiseilbahn.

Da die Querbelastung des Seiles nicht zu groß gewählt werden darf, ist die Nutzlast für den einzelnen Wagen klein, meist zwischen 50 und 400 kg, selten höher. Dementsprechend findet die Einseilbahn vor allem bei kleineren Leistungen von etwa 3 bis 30 t/st Verwendung. Nur in Ausnahmefällen werden größere Leistungen (bis 100 t/st) gefördert.

Die Unterhaltungskosten stellen sich infolge der stärkeren Abnutzung des Seiles und infolge der größeren durch das schwere umlaufende Seil hervorgerufenen Reibungsarbeit verhältnismäßig hoch. Die Anlagekosten dagegen sind niedriger als bei Zweiseilbahnen, da die als Laufbahn dienenden Seile fortfallen und die Belastung der Stützkonstruktionen geringer ist.

Die Linienführung ist nicht so frei wie bei den Zweiseilbahnen. Winkelstationen auf der Strecke müssen im allgemeinen Bedienung haben, da selbsttätige Kurvenfahrt nicht möglich ist. Nur die Bleichertsche Konstruktion der Klemmvorrichtung (vgl. S. 285) gestattet selbsttätige Außenkurven. Bei Winkelstationen auf der Strecke kann auch hier nur der eine Strang selbsttätig durchgeführt werden, sofern man nicht die Wagen einmal auf der äußeren, bei der Rückfahrt auf der inneren Seite des Seiles festklemmt.

Einseilbahnen sind bis 8 km in ununterbrochener Strecke ausgeführt worden. Für die Ausgestaltung des Längsprofils muß die unbelastete und die belastete Kurve des Seiles untersucht werden. Da das Verhältnis der Längskräfte zu den Querkräften erheblich ungünstiger liegt als bei Zweiseilbahnen, sind freie Spannweiten über 400 bis 500 m nur in Ausnahmefällen durchführbar (bis 1000 m). Die Bahnneigung darf 30 bis 35° nicht überschreiten, da sonst die Klemmvorrichtungen nicht genügend festhalten.

Das Seil einer Einseilbahn wird in Litzenmachart ausgeführt bei Bruchfestigkeiten von 150 bis 180 kg/mm<sup>2</sup>. Auf der Strecke läuft das Seil über Rollen, die auf den Stützen gelagert sind. Meist werden zwei oder mehr Rollen hintereinander beweglich auf Hebeln (Abb. 500) angeordnet; hierdurch wird eine gleichmäßige

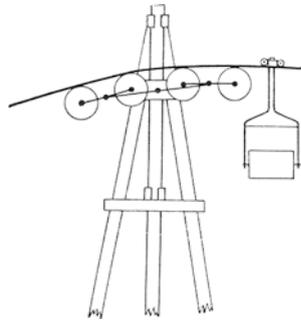


Abb. 500. Vierrollenlagerung.



Abb. 501. Streckenbild einer Einseilbahn (Bleichert).

Verteilung der Seilauflast und ein stoßfreies Überfahren der Wagen gewährleistet. Bei neueren Anlagen werden die Rollen außerdem pendelnd quer zur Seilbahnachse aufgehängt (Abb. 501). In Sonderfällen laufen die Rollen auf Wälzlagern.

Die Berechnung des Seiles wird ähnlich wie beim Zugseil der Zweiseilbahn vorgenommen. Statt des Fahrwiderstandes  $P_2$  der Wagen ist die durch das Wagengewicht verursachte größere Reibung der Streckenrollen zu setzen. Das Spannungsgewicht wird so groß gewählt, daß an den stärkst beanspruchten Stellen noch ein etwa sechsfaches, in Ausnahmefällen ein fünf- und sogar nur vierfaches  $\mathcal{S}$  vorhanden ist.

Antrieb bzw. Bremsung erfolgt wie bei der Zweiseilbahn. Da die Umfangskraft  $U$  im Verhältnis zu den Spannungen des auf- und des ab-

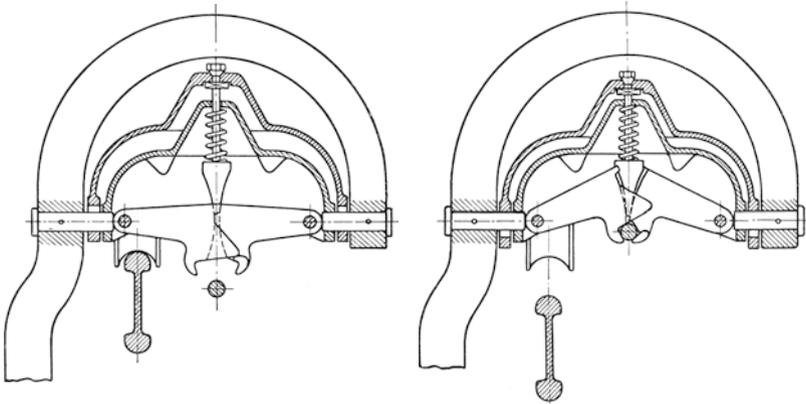


Abb. 502. Einseilbahnkuppelapparat Bauart Pohlrig.

laufenden Seiles gering ist, genügt meist für die Antriebsscheibe ein halber umschlungener Bogen (Abb. 432). Dies ist schon deshalb anzustreben, damit das dicke Seil möglichst nicht weitere Biegungsbeanspruchung erleidet durch Überlauf über mehrere Scheiben.

Die Wagen älterer Ausführungen wurden einfach mittels eines Sattels auf das umlaufende Seil gesetzt. Da hierbei nur geringfügige

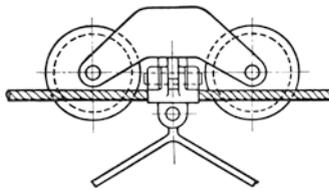
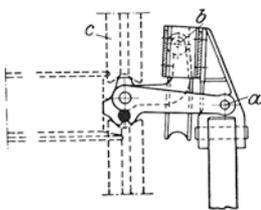


Abb. 503. Einseilbahnkuppelapparat Bauart Bleichert.

Steigung möglich ist und außerdem die Gefahr des Absturzes bei Seitenwind besteht, werden bei neuzeitlichen Anlagen nur noch Klemm-

vorrichtungen angewandt. Die Klemmkraft wird, wie bei den Zweiseilbahnen, vom Gewicht des Wagens und der Last erzeugt.

Abb. 502 zeigt die Ausführung der Pohlrigschen Klemme. Links ist der Apparat mit geöffneter Klemme dargestellt. Das in die Klemme

eingeführte Seil drückt, indem es zugleich die Laufräder von der Schiene abhebt, die beiden Klemmhebel aufwärts, wodurch der Klemmschluß erreicht wird (Abb. 502 rechts). Beim Auskuppeln laufen die Laufräder auf Schienen auf.

Die entlasteten Klemmhebel werden durch Federdruck nach abwärts gedrückt und geben das Seil frei.

Bei dem Bleichert'schen Einseilbahnkuppler nach Abb. 503 (D.R.P. 412 609) ist die Klemme seitlich herausgezogen, so daß sie an der Seite und oben eine Anlagefläche besitzt. Der eine Klem-

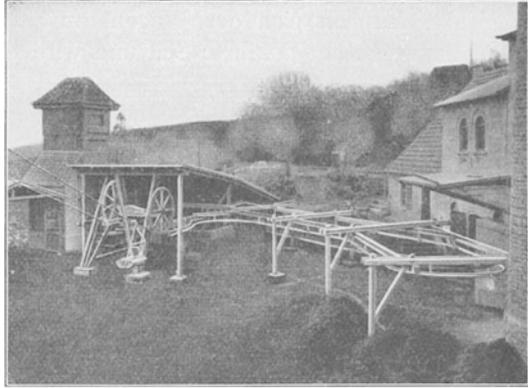


Abb. 504. Stationsauslauf einer Einseilbahn (Bleichert).



Abb. 505. Feldseilbahn (Heckel).

menteil ist bei *a*, der andere bei *b* drehbar gelagert. Während das Gelenk *a* fest im Laufwerkkörper liegt, ist *b* auf- und abwärts beweglich in einem Schlitz geführt. Die Laufräder laufen bei Einfahrt in die Station auf Schienen auf. Die Klemme wird durch eine neben der Hängeseilbahnschiene liegende Kuppelschiene tiefgehalten. Die so geöffnete

Klemme gibt das Seil frei. Diese Anordnung bietet zweierlei Vorteile. Erstens kann der Kuppler unter sog. Unterführungsscheiben *c* hindurchfahren. Bisher mußte, wenn die Strecke unmittelbar vor der Station anstieg, der Wagen von Hand in die Steigung geschoben werden. Hier aber kuppelt sich der Wagen auf wagerechter Schiene an das ebenfalls wagerecht geführte Seil und wird dann selbsttätig unter der

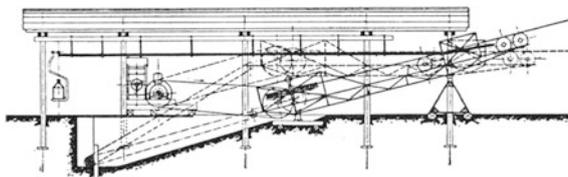


Abb. 506. Antriebstation einer Feldseilbahn (Bleichert).

Unterführungsscheibe her in die Steigung getragen (Abb. 504). Der weitere Vorteil ist der, daß Außenkurven selbsttätig befahren werden können. Der Vorschlag des Zusatzpatentes 423864 — Ab-

biegen der Klemme nach unten und Führung des Seiles über kleine, in der Schiene gelagerte Röllchen (ähnlich Abb. 467) — macht sogar Innenkurvenfahrt am Seil möglich.

Zu großer Bedeutung sind die Einseilbahnen als „Feldseilbahnen“ für Kriegszwecke gekommen (Abb. 505). Die Feldseilbahnen, die übrigens vereinzelt auch als Zweiseilbahnen gebaut wurden, werden gewöhnlich als sog. Einheiten von bestimmter Länge und Leistung gebaut. Sämt-

Zahlentafel 5. Spiralseile.

Seil ∅ mm	Anzahl der Drähte	Drabt ∅ mm	Rechnerische Bruchfestigkeit bei 145 kg/mm <sup>2</sup> t	Gewicht kg/m
18	19	3,6	28,0	1,65
20	19	4,0	34,6	2,04
22	19	4,4	41,9	2,47
24	19	4,8	49,8	2,94
26	19	5,2	58,4	3,44
28	37	4,0	67,4	3,97
29,4	37	4,2	74,3	4,38
30,8	37	4,4	81,5	4,80
32,2	37	4,6	89,1	5,25
33,6	37	4,8	97,0	5,72
35	37	5,0	105,3	6,20
36,4	37	5,2	113,9	6,71
37,8	61	4,2	122,5	7,22
39,6	61	4,4	134,5	7,92
41,4	61	4,6	147,0	8,66
43,2	61	4,8	160,0	9,43
45	61	5,0	173,6	10,23
46,8	61	5,2	187,8	11,06

liche Teile, sogar ganze Stationen (Abb. 506), sind weitgehendst genormt und so eingerichtet, daß sie in jedem Gelände leicht aufgestellt werden können. Diese Bahnen sind den besonderen Bedürfnissen des Heeres angepaßt. Das Hauptaugenmerk ist weniger auf Wirtschaftlichkeit gerichtet

als auf Anpassung an alle vorkommenden Verhältnisse, schnelle und einfache Aufstellung, sofortige Betriebsbereitschaft. Die Versuche von nicht sachverständigen Seiten, diese Bahnen der Heeresverwaltung in der Privatwirtschaft zu verwerten, sind deshalb meistens zum Schaden des Besitzers gescheitert.

Zahlentafel 6. Vollverschlossene Seile.

Seil Ø mm	Mit Runddrähten		Mit Trapezdrähten	
	Rechnerische Bruchfestigkeit bei 95 kg/mm <sup>2</sup> t	Gewicht kg/m	Rechnerische Bruchfestigkeit bei 95 kg/mm <sup>2</sup> t	Gewicht kg/m
20	23,75	2,23	25,98	2,34
22	28,78	2,70	30,21	2,83
24	34,20	3,20	35,86	3,36
26	39,99	3,75	41,94	3,93
28	46,36	4,34	48,54	4,55
30	53,20	4,98	55,72	5,22
32	60,47	5,67	63,27	5,93
34	68,40	6,41	71,68	6,72
36	76,28	7,15	80,27	7,52
38	85,21	7,98	89,11	8,35
40	94,33	8,84	98,89	9,27
42	104,02	9,75	108,92	10,20
44	114,28	10,71	119,51	11,20
46	124,73	11,69	130,91	12,26
48	135,94	12,74	142,40	13,34
50	147,44	13,81	154,37	14,46
52	159,41	14,93	167,01	15,65
54	172,04	16,12	180,17	16,88

Zahlentafel 7. Zugseile.

Litzen × Drähte: 6×7				6×12			6×19		
Seil Ø mm	Draht Ø mm	Gew. <i>q<sub>s</sub></i> kg/m	Quer- schnitt <i>F</i> mm <sup>2</sup>	Draht Ø mm	Gew. <i>q<sub>s</sub></i> kg/m	Quer- schnitt <i>F</i> mm <sup>2</sup>	Draht Ø mm	Gew. <i>q<sub>s</sub></i> kg/m	Quer- schnitt <i>F</i> mm <sup>2</sup>
12	1,3	0,54	55,6						
13	1,4	0,62	64,6						
14	1,5	0,71	74	1,1	0,66	68			
15	1,6	0,81	84	1,2	0,79	81			
16	1,7	0,91	95	1,3	0,92	95			
17	1,8	1,02	106	1,35	1,00	103			
18	1,9	1,14	119	1,4	1,07	110			
19				1,5	1,23	127	1,2	1,23	128
20				1,6	1,40	144	1,3	1,44	151
21				1,7	1,58	163	1,35	1,55	162
22				1,75	1,67	173	1,4	1,67	175
23				1,8	1,77	183	1,5	1,92	201
24				1,9	1,97	204	1,6	2,18	229

## D. Elektrohängebahnen.

### 1. Allgemeines.

Für den Einzelantrieb einschieniger Hängebahnen kommt außer Menschenkraft nur der elektrische Antrieb in Betracht. Solche einschienigen Bahnen mit elektromotorischem Einzelantrieb nennt man **Elektrohängebahnen**. Der Bau derartiger Bahnen wurde um 1900 in England und Amerika aufgenommen und kurze Zeit darauf zuerst von der Firma Bleichert in Deutschland eingeführt und weiter ent-

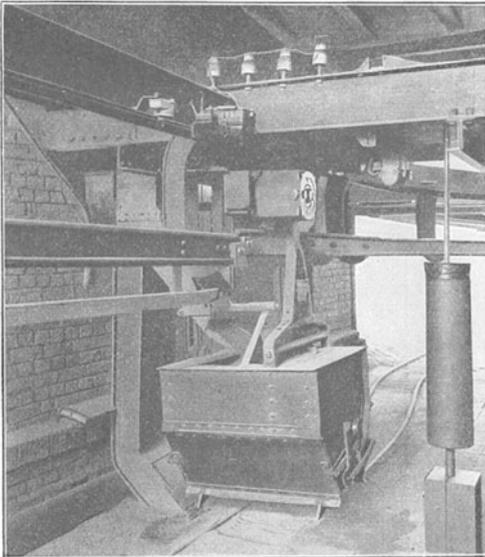


Abb. 507. Elektrohängebahnwagen ohne Winde (Bleichert).

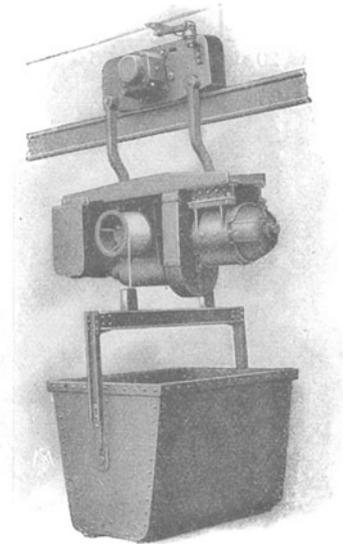


Abb. 508. Elektrohängebahnwagen mit Winde (Heckel).

wickelt. In den folgenden Jahren wurde die Herstellung von Elektrohängebahnen von einer großen Anzahl von Firmen betrieben, so daß dieses Fördermittel heute in Deutschland einen hohen Grad der Vervollkommnung erreicht hat. Die bei der Elektrohängebahn notwendigen Einrichtungen, insbesondere die Schaltungen, haben immer einen großen Anreiz zu Erfindungen gegeben; fast sämtliche Schaltungen der verschiedenen Firmen sind diesen geschützt. Die einzelnen Patente sind heute größtenteils noch in Kraft.

Man unterscheidet:

1. Elektrohängebahnen ohne Winde (einfache Laufwerke mit Kübel o. dgl., Abb. 507),

2. Elektrohängebahnen mit Winde und Fernsteuerung (Abb. 508).

3. Elektrohängebahnen mit Führerbegleitung (Abb. 509).

Ein Elektrohängebahnwagen besteht aus dem zweirädrigen Laufwerk, das durch einen Elektromotor angetrieben wird, dem Gehänge und dem Wagenkasten, bzw. dem Rahmen mit Winde und Fördergefäß. Die Zuleitung des Stromes erfolgt durch am Laufwerk angebrachte Stromabnehmer, die an längs der Fahrbahn isoliert verlegten Fahrleitungen

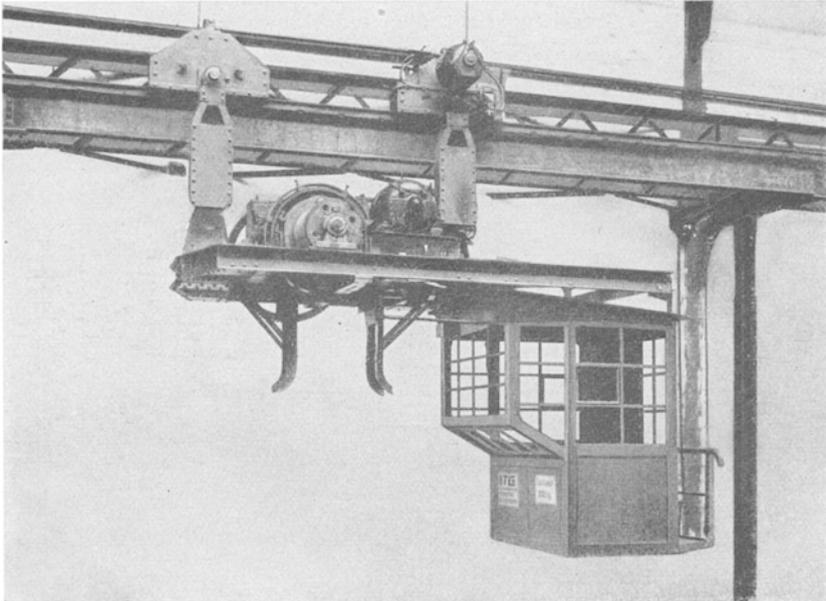


Abb. 509. Elektrohängebahnwagen mit Führerbegleitung (Einschieneführerstandslaufkatze Bauart ATG).

schleifen. Mit Rücksicht auf die Stromzufuhr durch Schleifleitung und Stromabnehmer muß im Gegensatz zur Handhängebahn, wo ein Ausschlagen des Wagens nichts schadet, das seitliche Pendeln nach Möglichkeit abgedämpft werden, da sonst eine gleichmäßige Stromabnahme nicht gewährleistet ist. Deshalb wird das Laufwerk mit einer federnden Führungsrolle oder einem Führungsschuh ausgerüstet, die an einem festen Teil der Fahrbahn, entweder an dem Unterflansch des Laufbahnträgers oder an einer besonders verlegten Führungsschiene abrollen bzw. schleifen, je nachdem ob der Wagen auf einer Grubenschiene oder auf einer Doppelkopfschiene fährt.

Die stündlichen Förderleistungen, die von Elektrohängebahnen bewältigt werden können, betragen durchschnittlich etwa 10 bis 200 t,

doch sind Bahnen mit wesentlich größeren Leistungen — bis zu 500 t — ausführbar und auch ausgeführt (s. S. 336). Handelt es sich um kleinere Förderleistungen, so genügt ein Windenwagen mit Kübel oder Greifer, der im Pendelbetrieb auf einer eingleisigen Strecke zwischen der Belade- und der Entladestelle verkehrt. Soll das Bedienungspersonal voll ausgenutzt sein, so muß bei Kübelbetrieb die Zeit, die für das Einschaufeln erforderlich ist, gleich der Zeit sein, die der Windenwagen für die Ausführung eines ganzen Förderspieles benötigt. Kommen größere Förderleistungen in Frage, die von einem einzigen Wagen selbst bei größeren Fördergefäßen nicht mehr bewältigt werden können, so müssen die Wagen über einen zweiten Strang zur Beladestelle zurück-

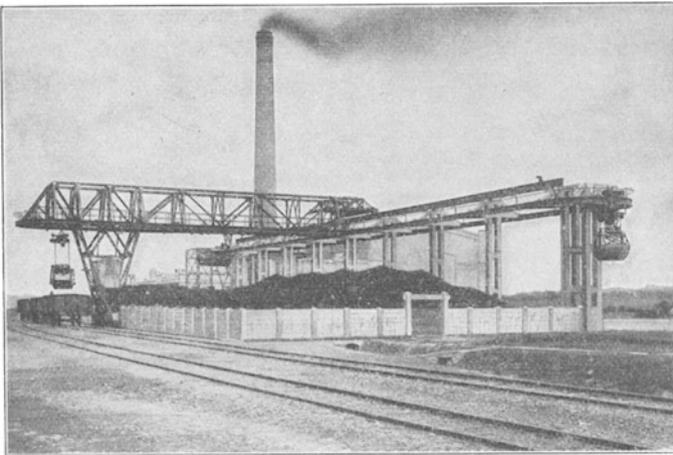


Abb. 510. Lagerplatzbrücke mit ferngesteuerten Greiferwindenwagen (Bleichert).

geführt werden, die Bahn muß zum Kreise geschlossen werden; dann kann eine ganze Reihe Wagen im sog. Kreisbetrieb auf der Bahn verkehren, und man erreicht mit verhältnismäßig kleinen Einzellasten bei rascher Wagenfolge eine große Leistung bei leichter Tragkonstruktion. Vorzugsweise verwendet man auf solchen Bahnen mit Kreisverkehr einfache Laufwerke mit Kübeln und sorgt durch besondere Einrichtungen, wie Krane, Elevatoren, Bänder o. dgl., für die Zuführung des Fördergutes unter Einschaltung von Überladetrichtern. Windenwagen läßt man seltener im Kreisverkehr fahren, weil infolge der hohen rollenden Einzellasten, bedingt durch die sehr schweren Windenwagen, die Tragkonstruktion, die für die ganze Länge der Bahn für die rollende Last eines Windenwagens mit Nutzlast auszuführen ist, zu schwer und zu teuer wird. Beispielsweise wiegt ein einfaches Kübelaufwerk mit einem 1 cbm-Kübel einschl. Gehänge ohne

Nutzlast etwa 650 kg, während ein Greiferwagen mit einem 1 cbm-Greifer einschl. Winde und wiederum ohne Nutzlast etwa 3600 kg wiegt. Windenwagen mit Greiferbetrieb kommen daher für Kreisverkehr nur bei kleineren Bahnanlagen mit Lagerplatzbeschickung in Betracht (Abb. 510), wo die Wagen gleichzeitig zur Wiederaufnahme des Fördergutes herangezogen werden sollen und wo ein Drehkran o. dgl. infolge der hohen Anschaffungskosten unwirtschaftlich sein würde. Ob bei einer bestimmten Förderleistung mit Rücksicht auf ein wirt-



Abb. 511. Elektrohängebahn in einem Lagerschuppen (ATG).

schaftliches Arbeiten Pendel- oder Kreisverkehr zu wählen ist, läßt mit Sicherheit nur die Leistungsberechnung aus dem Förderspiel und eine Gegenüberstellung der Anschaffungs- und Bedienungskosten erkennen<sup>1)</sup>.

## 2. Laufbahnen und Traggerüste.

Die Laufbahn einer Elektrohängebahn muß genau wagerecht liegen, da Steigungen ohne besondere Hilfsmittel nicht überwunden werden können. Die Reibung zwischen Rad und Schiene läßt nur Steigungen bis höchstens 5 vH zu, ein Wert, der aber mit Vorsicht zu verwerten ist, wenn die Bahn durch Regen oder auf andere Weise schlüpfrig werden kann. Als Fahrbahn kommen vornehmlich die

<sup>1)</sup> Vgl. Hanffstengel, Billig Verladen und Fördern, 3. Aufl., S. 172 u. f.

Grubenschiene oder der Grubenschiene ähnliche Sonderprofile in Betracht. Diese Schienen werden auf einem Fahrbahnträger, meist auf I-Profilen, verlegt. Seltener findet man die Doppelkopfschiene mit Aufhängung an Hängeschuhen, wie unter „Handhängebahnen“ dargestellt (Abb. 372); sie ist aus dem Grunde für Elektrohängebahnen weniger geeignet, weil man hier meistens mit größeren rollenden Lasten arbeitet als bei Handhängebahnen, wodurch eine zu enge Anordnung der Unterstützungspunkte einer unmittelbar tragenden Schiene bedingt sein würde. Hinzu kommt, daß für Elektrohängebahnwagen, wie oben erwähnt, eine Führung mittels Führungsrolle oder Führungsschuh notwendig ist; die zugehörige Führungsbahn wird bei Verlegung der Grubenschiene auf einem I-Träger ohne weiteres durch den Unterflansch des Trägers gebildet, während bei der Doppelkopfschiene noch ein besonderes Winkel-

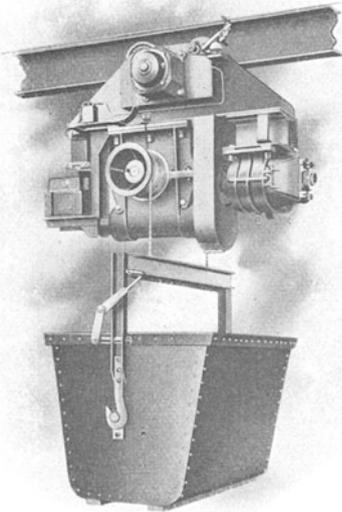


Abb. 512. Elektrohängebahnwagen mit Winde für Unterflanschfahrt (Heckel).

eisen an der Aufhängekonstruktion angebracht werden muß, so daß man schon aus diesem Grunde häufig der Grubenschiene, auf I-Laufbahn verlegt, den Vorzug geben wird. Nur für kleine rollende Lasten, etwa bis 1000 kg, sowie dort, wo ein sehr gedrängtes Durchgangsprofil des Elektrohängebahnwagens verlangt wird, ferner in Lagerschuppen, wo sich eine Aufhängung der Schiene in kurzen Abständen ohne Schwierigkeit durchführen läßt, wird man die Doppelkopfschiene wählen (Abb. 511).

Der Untergurt eines I-Trägers kommt als Laufschiene für Elektrohängebahnwagen ohne Winde kaum in Betracht; Elektrohängebahnwagen mit Winde läßt man dagegen häufiger auf dem Untergurt verkehren (Abb. 512), insbesondere dort, wo ein besonders gedrängtes Durchgangsprofil verlangt wird. Kurven sucht man nach Möglichkeit bei Unterflanschfahrt zu vermeiden, weil infolge der Fliehkraft die Wagen seitwärts ausschlagen und die Räder sich dabei auf der einen Seite von der Fahrbahn abheben können.

Die Traggerüste für Elektrohängebahnen werden in den meisten Fällen aus Eisenkonstruktion, seltener aus Eisenbeton hergestellt. Holz

verwendet man bei Elektrohängebahnen unger, weil Holzkonstruktionen immer etwas arbeiten, wodurch die genaue wagerechte Lage der Fahrbahn in Frage gestellt wird und bei Weichenanschlüssen leicht Klemmungen eintreten. Innerhalb von Gebäuden werden nach Möglichkeit die vorhandenen Dachkonstruktionen bzw. Mauern zur Lagerung der Konstruktion herangezogen; außerhalb der Gebäude wird die Fahrbahn auf einseitigen oder zweiseitigen Stützen verlegt, die in Abständen von etwa 10 m auf Fundamentsockel gesetzt werden. Wo Stützen nicht aufgestellt werden können, wird die Fahrbahn auf Gitterträgerkonstruktionen gelagert. Eine Vergrößerung der Stützenabstände und somit Verminderung der Stützenanzahl erreicht man durch sog. armierte Laufbahnträger, das sind I-Träger, die in geeigneter Weise durch U-Eisen o. dgl. verstärkt sind. Insbesondere bei sehr hohen, auf Stützen verlegten Bahnen — von etwa 10 m Höhe an — sind armierte Träger häufig zu bevorzugen. Die Höhe der Fahrbahn richtet sich ganz nach der Höhe an den Belade- und Entladestellen und der Höhe des Durchgangsprofils des Elektrohängebahnwagens mit Fördergefäß.

Die Tragkonstruktionen müssen durch Horizontal- und Vertikalverbände gut ausgesteift sein; bei längeren Strecken, von etwa 50 m ab, sind, sofern die Konstruktion die Ausdehnung infolge der Temperaturschwankungen nicht selbst aufnehmen kann, Temperaturstöße vorzusehen. Bei Überquerung viel begangener Stellen, insbesondere von Straßen, muß durch Anordnung von Schutzbrücken oder Schutznetzen dafür gesorgt werden, daß etwa herabfallendes Fördergut aufgefangen wird; mitunter verlangen die örtlichen Polizeibehörden, daß diese Brücken oder Netze so stark ausgeführt werden, daß sie sogar etwa herabstürzenden Wagen standhalten.

Besondere Beachtung ist der Konstruktion der Weichen zu schenken. Die Fahrbahn einer Elektrohängebahn muß an jeder Stelle genau wagerecht verlegt und tadellos ausgerichtet sein; daher eignen sich die gewöhnlichen Zungenweichen (Abb. 376), wie sie bei Handhängebahnen und Drahtseilbahnen üblich sind und ohne Schwierigkeit verwendet werden,

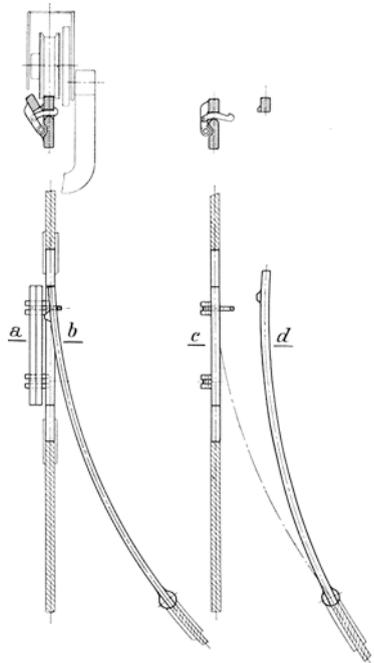


Abb. 513. Doppelzungenweiche (Pohlig).

für den Elektrohängebahnbetrieb nicht. Die Wagen finden bei solchen Weichen so hohe Widerstände vor, daß die Antriebskraft der Motoren oder die Reibung zwischen Laufrad und Schiene nicht ausreicht, um

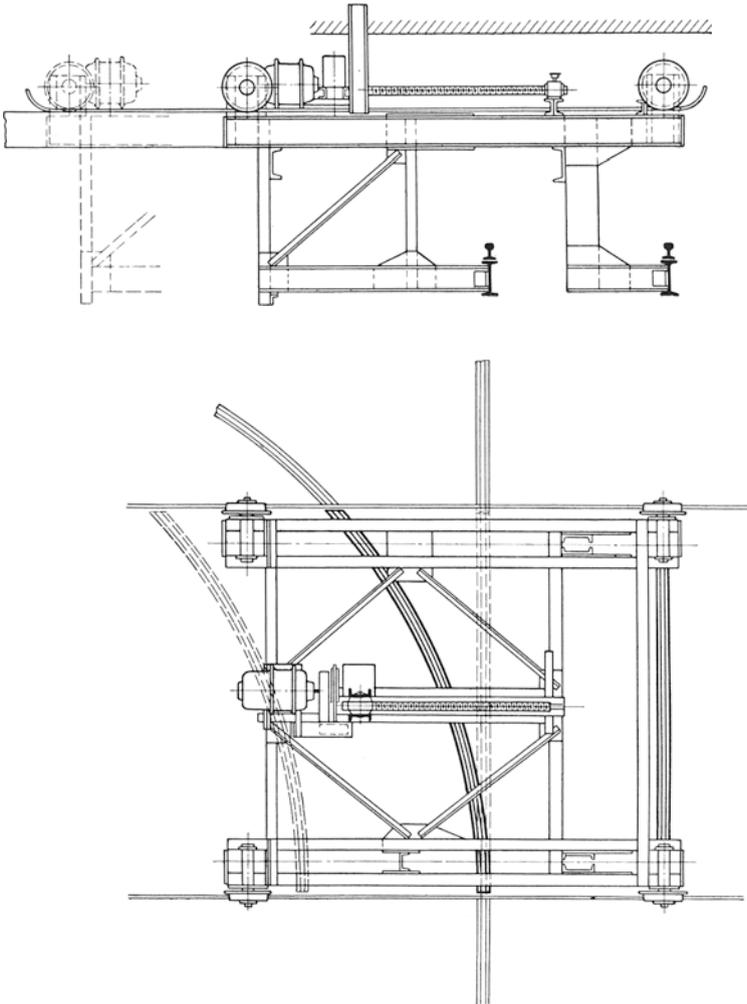


Abb. 514. Schiebeweiche mit elektromotorischem Antrieb (Pohlig).

einen Wagen, der zufällig gerade vor einer Weiche ausgeschaltet worden ist, wieder zum Anfahren zu bringen. Gibt man den Zungen sehr geringe Neigung, so fällt die Spitze sehr dünn aus und wird durch die hohen rollenden Lasten bald stark ausgewalzt; die Zungen werden an den Spitzen sperrig und geben zu Entgleisungen Anlaß. Wenn an

den Weichen keine Erhöhungen auftreten sollen, muß ein kurzes Stück der Fahrschiene sowohl des gebogenen wie des geraden Teiles vollkommen aus der Bahn entfernt werden, was durch die sog. Doppelzungenweichen erreicht wird (Abb. 513). Die Betätigung dieser Weichen geschieht von Hand oder durch entsprechende Zugvorrichtungen. Der gleichen Forderung genügt die Schiebeweiche (Abb. 514), bei der das gebogene und das gerade Schienenstück an einem besonderen Rahmen aufgehängt sind, der auf kleinen gußeisernen Laufrollen in einer U-Eisen-Laufbahn verfahren wird. Je nach der Stellung des Rahmens wird die Verbindung mit der geraden durchlaufenden oder mit der gebogenen, abzweigenden Strecke hergestellt. Die Umstellung solcher Schiebeweichen geschieht durch Seilzug von Hand, häufig aber auch durch elektromotorischen Antrieb mit Selbstschaltung. Schiebeweichen eignen sich vor allem für Anlagen mit Unterflansch-

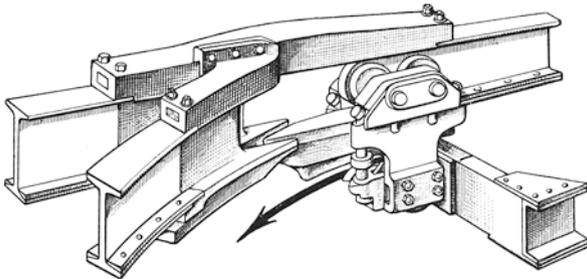


Abb. 515. Feste Zungenweiche mit vorderem Laufwerk einer Katze für Unterflanschfahrt (Kaiser).

laufwerken; wegen des benötigten Raumes und der Lagerung der Weichen stößt ihre Anordnung mitunter auf Schwierigkeiten.

Kaiser umgeht den gesamten Umstellungsmechanismus für Unterflanschfahrwerke mit Führerbegleitung durch die sog. feste Zungenweiche (Abb. 515). Durch am Laufwerk angebrachte Lenkrollen, die vom Führersitz aus geschaltet werden, wird das Laufwerk in die eine oder die andere Fahrbahn geleitet.

Große Schwierigkeiten bereitete lange Jahre bei Elektrohängebahnen in Verbindung mit fahrbaren Lagerplatzbrücken die Abzweigung des Hängebahnstranges der fahrbaren Brücke von dem festen Strang der Bahn. Der Übergang wurde anfangs durchweg mit einfachen Schleppzungen nach Art der gewöhnlichen Zungenweichen ausgeführt, doch zeigte sich auch hier bald das Auswalzen der Spitzen, wodurch die Sicherheit des Betriebes stark beeinträchtigt wurde; das war ganz besonders unangenehm bei Bahnen mit Führerbegleitung. Eine häufige Auswechslung der Spitzen war erforderlich. Heute tritt man diesen

Schwierigkeiten durch die Anordnung von Schleppweichen mit Überhöhung entgegen (Abb. 516 a und b); diese sind so konstruiert, daß

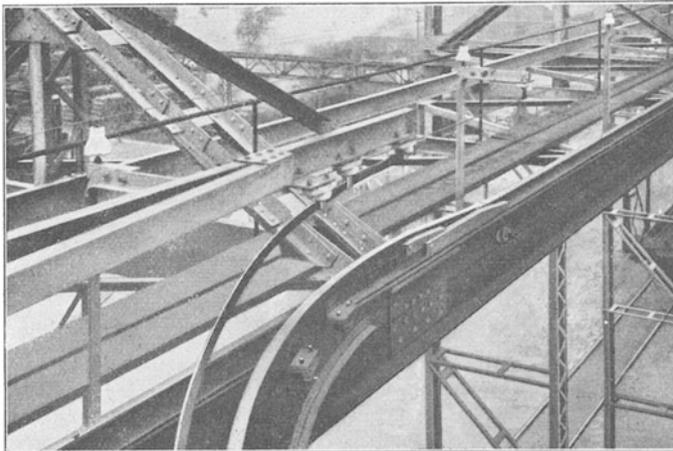
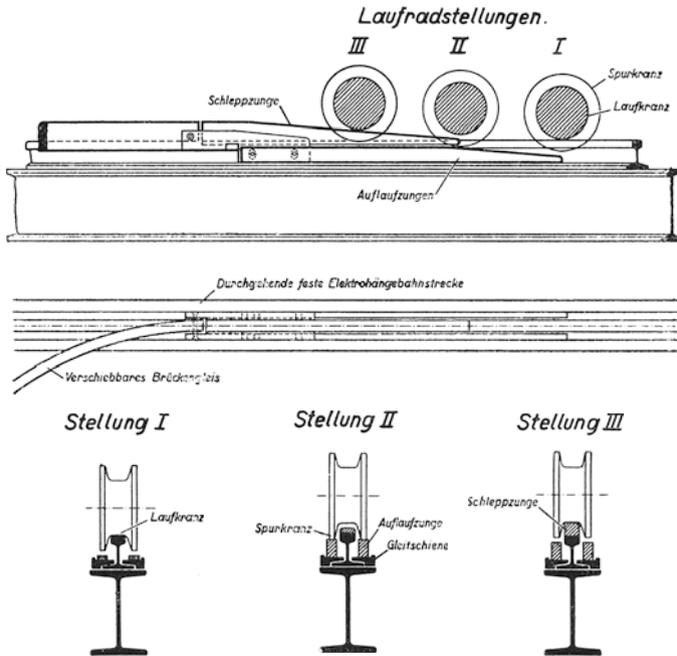


Abb. 516 a und 516 b. Schleppweiche mit Überhöhung (Bleichert).

der Spurkranz des Laufrades auf eine Auflaufzunge, die ganz flach ansteigt, aufläuft und die normale Lauffläche des Laufrades von den

Schienen abhebt. Erst wenn zwischen der Laufschiene und der Lauffläche des Rades eine gewisse Entfernung besteht, läuft das Laufrad auf die Schleppzunge auf, die an dieser Stelle schon so stark gehalten werden kann, daß ein Auswalzen nicht mehr eintritt. Die Auflaufzungen gleiten oder rollen mit der Bewegung der Brücke auf besonders ausgebildeten Schienen, mit denen zugleich die Laufschiene der Elektrohängebahn auf den I-Unterzügen befestigt werden.

Sämtliche ausklappbaren Weichen müssen mit Schaltern versehen sein, die selbsttätig den Strom auf dem geöffneten Strang abschalten, um ein Weiterfahren eines Wagens auf diesem Strang und ein etwaiges Abstürzen mit Sicherheit zu verhindern. Bei Bahnen mit Führerbegleitung empfiehlt es sich, außerdem eine mechanische Sicherung vorzusehen.

### 3. Der Wagen.

a) Lauf- und Windwerke (vgl. Abb. 507, 508 und 512).

Das Laufwerk eines Elektrohängebahnwagens besteht aus zwei schmiedeeisernen Seitenschildern, zwischen denen die Laufräder aus Stahlguß auf fest eingebauten Bolzen gelagert sind. Im allgemeinen werden die Laufräder mit Bronzebüchsen versehen, nur in Sonderfällen sieht man Kugel- oder Rollenlager vor. Der Zahnkranz, in den das Motorritzel eingreift, wird aus dem Vollen gefräst; er ist entweder an das Laufrad angegossen oder als ein besonderes Stück an den Radkörper angeschraubt. Der Antrieb durch das Motorritzel erfolgt bei Gleichstrommotoren, die man in der Umlaufzahl sehr niedrig halten kann, meist unmittelbar ohne Übersetzung, bei Drehstrommotoren, die für niedrige Umlaufzahl wenig geeignet sind, unter Einschaltung eines Zwischenvorgeleges. Der Fahrmotor, als sog. Flanschmotor ausgeführt, ist an der Außenseite des einen Lagerschildes befestigt.

Das Windwerk wird von einem Rahmen aus Walzprofilen getragen, der durch Hängearme beweglich an einem oder an zwei an den Laufwerken angebrachten Laufwerkzapfen aufgehängt ist. Als Antrieb dient ein Hubmotor, der über Schneckenrad- bzw. Zahnradvorgelege auf die Trommeln des Windwerkes arbeitet. Meist sind die Windwerke zweitrümmig, um das Gehänge bzw. den Greifer an zwei Punkten fassen zu können und somit einer Verdrehung des Fördergefäßes während des Hebens entgegenzutreten. Kübel oder Greifer haben hierdurch in tiefster wie in höchster Stellung immer die gleiche Lage; letzteres ist mit Rücksicht auf das Durchgangsprofil und auf die selbsttätigen Auslösevorrichtungen ein unbedingtes Erfordernis. In höchster Stellung schaltet die Last mittels Hebelgestänges durch einen Endausschalter den Strom selbsttätig ab.

Eine Sonderkonstruktion von Elektrohängebahnwagen baut Heckel. Er verbindet Fahr- und Hubwerk durch ein Planetengetriebe und benötigt für den gesamten Antrieb nur einen Motor. Durch diese Anordnung wird zugleich eine Fernsteuerung (s. S. 306) des Fahr- und Hubwerkes auf mechanischem Wege erreicht. Die Wirkungsweise des Antriebes zeigt Abb. 517. Auf die Bremscheiben  $F$  und  $K$  wirken Bandbremsen, die durch je einen Bremshebel betätigt werden. Am äußersten Ende dieser Bremshebel befinden sich kleine Rollen, die an den Stellen, an denen gehalten und gehoben oder gesenkt werden soll, auf Gleitbahnen auflaufen und angehoben werden, so daß eine Lüftung oder Bremsung eintritt. Das Antriebsritzel  $a$  des Motors arbeitet auf das Rad  $b$ , das mit dem Körper  $c$  fest verbunden ist und sich um die Achse  $A-A$  dreht. In dem Körper  $c$  sind die Planetenräder  $d-e$  und  $f-g$  gelagert, die mit den Rädern  $h$  und  $i$  kämmen. Mit  $i$  sind die Zahnräder  $l$  und  $m$ , die die Laufräder  $n$  und  $o$  antreiben, sowie die Bremscheibe  $F$  starr verbunden, mit  $h$  das Rad  $k$ , das das Rad  $p$  der Hubtrommel mit der Bremscheibe  $K$  antreibt. Wird  $K$  gebremst, so arbeitet der Motor auf das Fahrwerk, wird  $F$  gebremst, so arbeitet das Hubwerk. In höchster Stellung der Last wird die Fahrbremse durch die Last freigegeben; der Wagen fährt an, so daß die Hubbremse nach Verlassen der Gleitbahn einfällt. Ist in Senkstellung die Last unten angekommen, so wird der Motor durch Vertauschen zweier Phasen auf Rückwärtslauf geschaltet, wodurch gleichzeitig die Trommel auf Heben und das Fahrwerk nach Beendigung der Hubbewegung auf Rückwärtsfahren geschaltet sind.

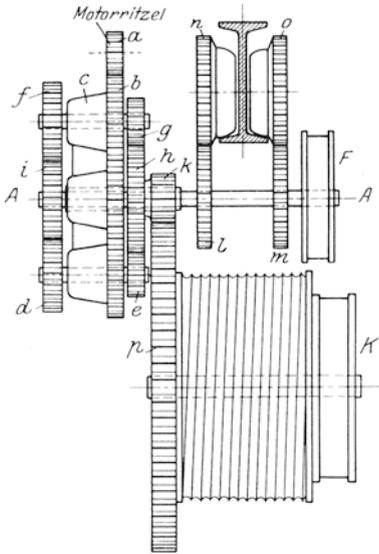


Abb. 517. Hub- und Fahrwerk mit Planetengetriebe für mechanische Fernsteuerung (Heckel).

das Fahrwerk, wird  $F$  gebremst, so arbeitet das Hubwerk. In höchster Stellung der Last wird die Fahrbremse durch die Last freigegeben; der Wagen fährt an, so daß die Hubbremse nach Verlassen der Gleitbahn einfällt. Ist in Senkstellung die Last unten angekommen, so wird der Motor durch Vertauschen zweier Phasen auf Rückwärtslauf geschaltet, wodurch gleichzeitig die Trommel auf Heben und das Fahrwerk nach Beendigung der Hubbewegung auf Rückwärtsfahren geschaltet sind.

#### b) Fördergefäße.

Als Fördergefäße kommen Kippkübel, Kübel mit Bodenentleerung, Einselgreifer, Plattformen, Gurte u. dgl. in Betracht.

Kippkübel (Abb. 508) sind angebracht, wo ein punktliches Ausleeren nicht verlangt wird, so beispielsweise über Lagerplätzen und langgestreckten Bunkern, denn das Kippen erfolgt meist während der Fahrt und nimmt eine bestimmte Zeit in Anspruch, so daß die Ent-

leerung sich über eine gewisse Strecke verteilt. Bei einzelnen kleineren Bunkern oder Überladetrichtern ist deshalb ein Bodenentleerer (Abb. 507) vorzuziehen, bei dem sich nach Lösen des Riegelhebels die Klappen augenblicklich weit öffnen und das geladene Gut plötzlich während der Fahrt abgeben. Ein Bodenentleerer ist auch da zu wählen, wo das Durchgangsprofil klein gehalten werden muß; infolge des Kippkreises fällt dieses bei einem Kippkübel wesentlich größer aus als bei einem Bodenentleerer.

Als Greifer kommen für die ferngesteuerten Winden lediglich Einseilgreifer in Frage, da die beiden auf einer Welle verkeilten Trommeln des Windwerkes starr miteinander gekuppelt sind und ein getrennter Antrieb der Trommeln, wie beim Zweiseilgreifer erforderlich, nicht möglich ist. Greiferbetrieb kommt überall in Betracht, wo größere Mengen Material aufzunehmen sind und das Einschaufeln des Materials in Kübel von Hand zu teuer wird.

Kippkübel wie Bodenentleerer und Greifer werden durch einen Riegelhebel in geschlossener Stellung gehalten; durch Umlegen dieses Hebels erfolgt das Kippen des Kübels bzw. das Öffnen der Bodenklappen oder der Greiferschalen. Die Betätigung des Auslösehebels geschieht in den meisten Fällen selbsttätig während der Fahrt; es werden hierfür an der Entladestelle ein fester Anschlag, sofern es sich um eine einzige Entladestelle handelt, oder mehrere ziehbare ausschaltbare Anschläge, wenn mehrere Entladestellen vorhanden sind, vorgesehen. Soll längs eines Lagerplatzes oder über einer größeren Bunkerbatterie an jeder Stelle entleert werden, so ist ein fahrbarer Anschlag erforderlich. Ein kleines vierrädriges Laufwerk, an dem ein Eisen angebracht ist, das den Auslösehebel des Kübels oder Greifers betätigt, verkehrt dabei auf einer unterhalb der Laufbahn an der Tragkonstruktion der Elektrohängebahn angebrachten I- oder ][-Laufbahn und läßt sich durch ein Zugseil, das über eine kleine Handwinde läuft, beliebig verfahren, so daß an jeder gewünschten Stelle entladen werden kann. Der Auslösehebel wird bei Pendelbetrieb ausklappbar angeordnet, damit die Auslösung nur in einer Fahrtrichtung erfolgt. Nach dem Entleeren verbleiben die Kübel in gekippter bzw. geöffneter Stellung und werden nach ihrer Rückkehr zur Beladestelle durch den dort stehenden Arbeiter wieder aufgerichtet oder geschlossen.

Um in Lagerschuppen mit einer großen Anzahl von Abwurfgleisen die fahrbaren Auslösevorrichtungen auf jedem Gleise zu vermeiden, ordnet man auch die sog. Wegelängenschalter an den Fahrwerken an. Diese Schalter stehen durch Zahnradübertragung mit einem Laufgrad des Wagens in Verbindung und werden am Beginn der Abwurfgleise durch einen dort angebrachten Anschlag in Tätigkeit gesetzt; sie schalten, je nachdem, auf welche Wegelänge sie vom Bedienungs-

mann an der Beladestelle eingestellt sind, nach Ablauf dieser Strecke einen Magneten ein, der die Feststellvorrichtung des Kübels auslöst. Es kann also auch mit dieser Einrichtung eine Entleerung der Kübel an jeder Stelle eines Abwurfgleises erreicht werden.

Muß mit Rücksicht auf das Fördergut oder auf die Staubentwicklung bei Windenwagen ein Entleeren in großer Höhe vermieden werden, so wird an der Windentrommel eine weitere Trommel angeordnet mit einem Entleereseil, das an der Auslösevorrichtung des Fördergefäßes befestigt ist und die gleiche Seilgeschwindigkeit hat wie die Hubseile. Durch einen Bremsmagneten kann diese Trommel abgebremst werden, so daß bei weiterem Senken des Kübels oder Greifers die Auslösevorrichtung betätigt wird und die Entleerung in der gewünschten Höhenlage eintritt.

#### 4. Elektrische Einrichtungen.

##### a) Stromart und Spannung.

Die günstigste Stromart für Elektrohängebahnen ist der Gleichstrom, weil dabei in den meisten Fällen ein Pol geerdet werden kann, so daß nur eine Schleifleitung zu verlegen ist. Die Rückleitung des Stromes erfolgt ähnlich wie bei Straßenbahnen über die Schienen. Erlaubt das Gleichstromnetz aus irgendwelchen Gründen die Erdung eines Poles nicht, so muß die Schleifleitung zweipolig ausgeführt werden. Drehstrom wurde anfangs gänzlich gemieden, weil sowohl die Blockierung der Bahn wie auch das Anlassen der Motoren bei ferngesteuerten Winden Schwierigkeiten bereitete. Man hilft sich durch Aufstellung eines Drehstrom-Gleichstrom-Umformers, der sich bei großen Bahnanlagen leicht bezahlt macht, da man bei Verwendung von Gleichstrom zwei Leitungen sparen kann. Für Anlagen mit Blockierung behält man daher auch heute noch fast ausschließlich den Gleichstrom bei; Blocksysteme für Drehstrom sind vorgeschlagen, werden sich aber nicht so leicht einführen, weil die Aufstellung eines Umformers immer billiger ist als die für Drehstrom erforderlichen vielen Schleifleitungen. Hinzu kommt, daß auch die Apparate bei Drehstrom entsprechend teurer ausfallen.

Der Betrieb ferngesteuerter Windenwagen mit Drehstrom bietet heute keine Schwierigkeiten mehr, nachdem man dazu übergegangen ist, in den Rotorkreis des Hubmotors einen dauernd eingeschalteten Widerstand zu legen. Für Bahnen mit Führerbegleitung treten Schwierigkeiten beim Anlassen der Motoren nicht auf, so daß hier immer die Stromart gewählt werden kann, die jeweils auf dem Werk vorhanden ist. Auch bei Drehstrom erdet man gern eine Phase, um eine Leitung zu ersparen. In den meisten Fällen wird diese Schaltung

aber nur durch Aufstellung eines besonderen Transformators möglich, weil der Drehstrom meist von öffentlichen Elektrizitätswerken bezogen wird und diese die Erdung einer Phase nicht gestatten. Ist der Nullpunkt eines Drehstromnetzes bereits geerdet, so ist die unmittelbare Erdung einer Phase naturgemäß ausgeschlossen.

Hinsichtlich der Spannung bestehen im allgemeinen keine Schwierigkeiten. Man verwendet die vorkommenden gebräuchlichen Spannungen bis 500 Volt, doch ist es empfehlenswert, bei Gleichstromspannungen über 250 Volt für Schutz gegen etwa auftretende Überspannungen durch das harte Einschalten der Motoren zu sorgen, indem man Schutzwiderstände oder dauernd eingeschaltete Vorschaltwiderstände auf den Winden selbst vorsieht.

Als Fahrdraht wird sog. Trolleydraht, hartgezogener Kupferillendraht, verwendet; in die Rillen greifen die Fahrdrahtklemmen (Abb. 518). Zur Aufhängung dieser Klemmen dienen Fahrdrahtisolatoren verschiedener Art, die an eisernen Bügeln aus Winkeleisen befestigt werden. Die Tragbügel werden in geeigneter Weise in Abständen von etwa 3 m an dem Laufbahnträger oder an sonstigen Teilen der Tragkonstruktion befestigt. In Kurven sieht man eine gebogene Flacheisenschiene vor, die durch ähnliche Klemmen von den in Abständen von etwa 1 m angeordneten Isolatoren getragen wird. Der Fahrdraht selbst wird in kurzen Entfernungen von etwa 30 cm an dieser Eisenschiene aufgehängt und folgt somit dem Lauf der Kurve. Die Lage der Schleifleitung richtet sich ganz nach dem zur Verfügung stehenden Raum.

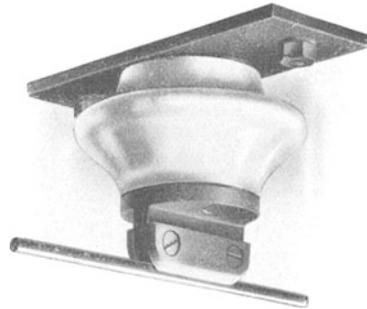


Abb. 518. Fahrdrahtisolator mit Schleifleitung (ATG).

#### b) Die Motoren und Bremsen.

Die Motoren müssen besonders stark gebaut und in den Wicklungen gut isoliert sein, um den durch das harte Schalten auftretenden Spannungen und den sonstigen hohen Beanspruchungen zu widerstehen. Mit Rücksicht auf das Arbeiten im Freien und häufig auch in feuchten oder staubigen Betrieben müssen die Motoren ferner vollkommen gekapselt sein. Die Hauptforderungen für die Fahrmotoren sind ein hohes Anzugsmoment und stets gleichbleibende Geschwindigkeit, für die Hubmotoren lediglich ein starkes Anzugsmoment; gleichmäßige Geschwindigkeit ist für letztere nicht unbedingt erforderlich. Bei Verwendung von Gleichstrom wählt man als Fahrmotor infolgedessen den Doppelschlußmotor, als

Hubmotor den Hauptstrommotor, bei Verwendung von Drehstrom in beiden Fällen den Asynchronmotor. Nebenschlußmotoren für Gleichstrom bieten zwar gleichmäßige Geschwindigkeit, doch ist das Anlaufmoment zu gering; dagegen haben die Hauptstrommotoren, als Fahrmotoren verwandt, wohl ein starkes Anzugsmoment, aber die Umlaufzahl wechselt zu sehr, denn die Wagen müssen mit vollen und entleerten Kübeln fahren, wodurch eine dauernde Änderung des Fahrwiderstandes und somit der Umdrehungszahl des Hauptstrommotors bedingt ist. Die heute allgemein verwendeten Doppelschlußmotoren müssen, da es sich um große Anzugsmomente handelt, mit einer verhältnismäßig starken Hauptstromwicklung versehen sein. Bis zu 2 PS werden die Drehstromfahrmotoren als Kurzschlußmotoren ausgeführt; darüber hinaus verwendet man Motoren mit Schleifringen.

Die durch die Fernsteuerung bedingten Schaltungen lassen bei Gleichstrom ein Anlassen mit Widerstandstufen zu, bei Drehstrom jedoch nicht. Mit an den Laufwerken bzw. Winden angebrachten automatischen Selbstanlassern, die heute so zuverlässig gebaut werden, daß irgendwelche Betriebsstörungen nicht zu befürchten sind, würde man wohl bei Verwendung von Drehstrom den Schwierigkeiten beim Anlassen begegnen können, doch würden hierdurch die Kosten der Laufwerke und Winden beträchtlich erhöht und unter Umständen das Durchgangsprofil ungünstig beeinflusst werden. Um die Anlaufstromstärke trotzdem niedrig zu halten, legt man bei Motorstärken über 2 PS in den Rotorstromkreis über die Schleifringe einen dauernd eingeschalteten Schlupf-

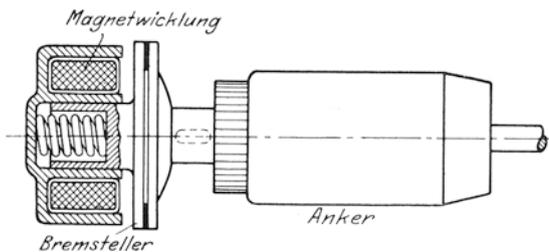


Abb. 519. Tellerbremse (Bleichert).

widerstand, der einen Schlupf bis zu 20 vH verursacht. Der Wirkungsgrad des Motors wird dadurch zwar etwas beeinträchtigt, der Motor erhält aber durch diese Schaltung ein gutes Anzugsmoment, sodaß man die Verringerung des Wir-

Leistungsgrades und den geringen Leistungsverlust sowie einen größeren Motor lieber in Kauf nimmt als Selbstanlaßapparate am Laufwerk bzw. der Winde.

Die Fahr- und Hubmotoren müssen mit durchaus sicher wirkenden selbsttätigen magnetischen Bremsen versehen sein, die sofort nach Ausschalten des Stromes einfallen und den Wagen bzw. das Windwerk augenblicklich zum Stillstand bringen. Die Bremsen selbst werden als Differential-Bandbremsen ausgeführt; sie werden durch

einen Bremsmagnet in normaler wetterfester Ausführung, der an dem Hebel der Bandbremse angreift, betätigt. Bleichert verwendet für Hub- und Fahrmotoren, sowohl für Gleich- wie für Drehstrom, sogenannte Tellerbremsen, die an dem Motor unmittelbar angebaut sind (Abb. 519). Auf der Welle des Motors ist eine Scheibe — der Teller — aufgekeilt, an die der Kern eines davor angeordneten Bremsmagneten durch Federkraft angeedrückt wird. Beim Einschalten des Stromes wird durch Anziehen des Kernes der Teller freigegeben.

Die Bremsmagnete der Fahrmotoren werden bei Gleichstrom als Hauptstrommagnete ausgeführt; Nebenschlußmagnete vermeidet man, da die dämpfende Wirkung der Selbstinduktion der Magnetspulen ein rasches Einfallen verhindern kann. Die Bremsmagnete der Hubmotoren müssen als Nebenschlußmagnete ausgeführt sein, da in der Senkschaltung ein Anziehen im Hauptstromkreis ausbleiben kann.

Die Abbremsung der durch das Niedergehen der Last erzeugten Energie geschieht auf elektrischem Wege. Bei Verwendung von Gleichstrom kommen für diese Schaltungen die im Kranbau üblichen Senkbremss- oder Senkkraftschaltungen in Betracht (Abb.

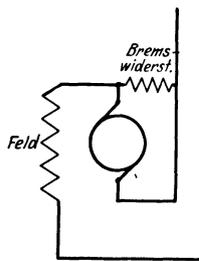


Abb. 520.

Senkbremsschaltung.

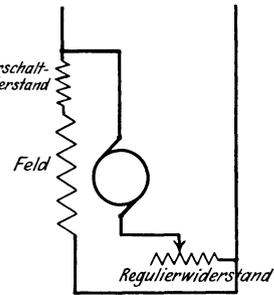


Abb. 521.

Senkkraftschaltung.

520 und 521). Diese Schaltungen bezwecken, daß das Hauptstromfeld beim Senken vom Netz gespeist wird, so daß ein Durchgehen des Motors vermieden wird. Für Drehstrom wählt man allgemein die übersynchrone Bremsschaltung, bei der der Asynchronmotor durch die niedergehende Last angetrieben wird und zum asynchronen Generator übergeht. Die erzeugte Energie wird ins Netz abgegeben.

### c) Die Steuerung.

Die Steuerung einer Bahn für windenlose Wagen ist äußerst einfach. Lediglich durch Ausschalten des Stromes der Fahrleitung mittels eines Handschalters wird der Strom des Fahrmotors unterbrochen, wodurch die Bremse einfällt und den Wagen anhält. Zu diesem Zwecke wird an den Belade- und Entladestellen, also überall, wo der Wagen angehalten werden soll, ein Stück der Fahrleitung isoliert von der übrigen Fahrleitung verlegt und über einen Handschalter, der als einfacher Ausschalter ausgebildet ist, gespeist (Abb. 522). Das Umkehren erfolgt selbsttätig durch Betätigung eines am Fahrwerk ange-

brachten Umkehrschalters, der den Fahrmotor auf Rückwärtsfahrt schaltet und der an der Umkehrstelle mechanisch durch einen an der

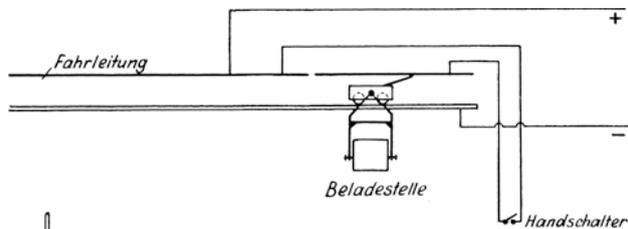


Abb. 522. Steuerung eines windlosen Wagens.

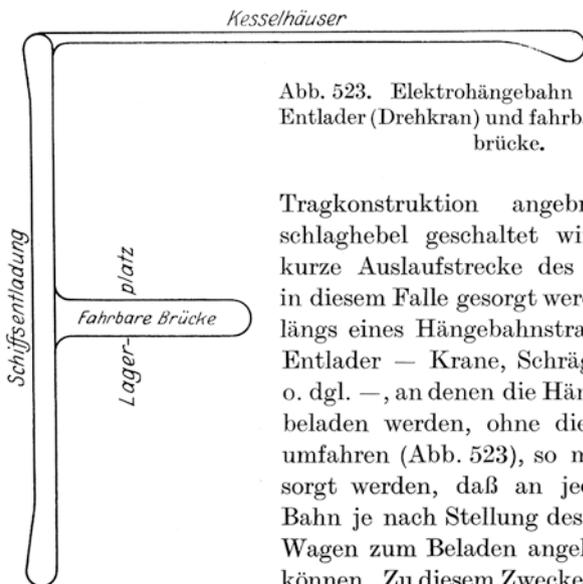
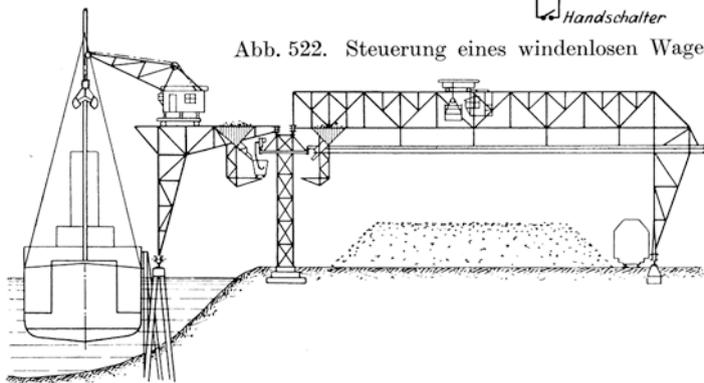


Abb. 523. Elektrohängebahn mit fahrbarem Entlader (Drehkran) und fahrbarer Lagerplatzbrücke.

Tragkonstruktion angebrachten Anschlaghebel geschaltet wird. Für eine kurze Auslaufstrecke des Wagens muß in diesem Falle gesorgt werden. Arbeiten längs eines Hängebahnstranges fahrbare Entlader — Krane, Schrägbahntlader o. dgl. —, an denen die Hängebahnwagen beladen werden, ohne die Entlader zu umfahren (Abb. 523), so muß dafür gesorgt werden, daß an jeder Stelle der Bahn je nach Stellung des Entladers die Wagen zum Beladen angehalten werden können. Zu diesem Zwecke wird mit dem

Entlader eine fahrbare Stromschiene gekuppelt, die auf einer besonderen Laufbahn unterhalb der Laufbahn der Elektrohängebahn mit dem Ent-

lader verfährt (Abb. 524). Die Stromschiene selbst liegt etwas tiefer als der Fahrdrabt der Bahn, so daß der Stromabnehmer vom Fahrdrabt abgedrückt wird und der Wagen zum Stehen kommt. In die Strom-

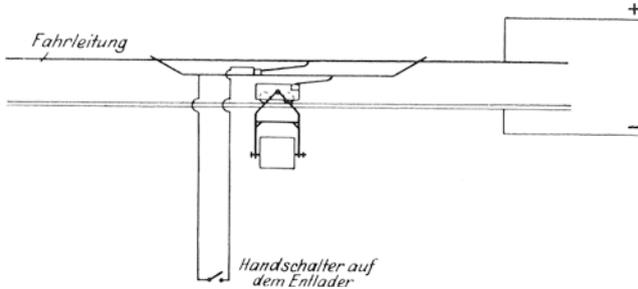


Abb. 524. Fahrbare Stromschiene.

schiene ist ein Handschalter eingebaut, durch den sie unter Spannung gesetzt werden kann, um die Wagen auf Fahrt zu schicken. Auf diese Weise wird in jeder Stellung des Entladers eine Beladestelle für die Elektrohängebahn geschaffen.

Nicht so einfach gestaltet sich die Steuerung bei Windenwagen, wenn man den Wagen an jeder beliebigen Stelle vom Bedienungsstand aus auf Halten, Vor- und Rückwärtsfahrt steuern will. Ist nur eine kurze Strecke zu durchfahren, so daß die Geschwindigkeit des Wagens nicht allzu hoch gewählt zu werden braucht, so hilft man sich durch Betätigung der entsprechenden Schalter am Lauf- oder Windwerk durch herabhängende Ketten (Abb. 525). Bei längeren Strecken ist diese Art der Steuerung nicht möglich. Die Verlegung sämtlicher Leitungen, die zur Steuerung der verschiedenen Motoren erforderlich sind, längs der ganzen Fahrstrecke, wie bei Krankkatzen, wird schwierig und teuer, denn bei einpoliger Zuführung des Stromes kommen für das Fahrwerk schon drei Leitungen und für das Hubwerk weitere drei Leitungen in Frage, bei Hubendschaltung noch eine Leitung. Diese

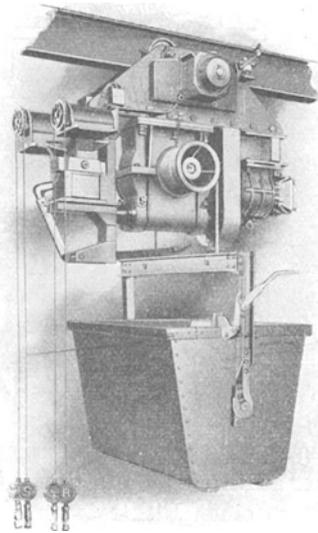


Abb. 525. Elektrohängebahnwagen mit Winde für Unterflanschfahrt und Steuerung durch Seilzüge (Heckel).

schwierig und teuer, denn bei einpoliger Zuführung des Stromes kommen für das Fahrwerk schon drei Leitungen und für das Hubwerk weitere drei Leitungen in Frage, bei Hubendschaltung noch eine Leitung. Diese

Leitungsanhäufung wird durch die sog. Fernsteuerungssysteme umgangen, bei denen auf dem Laufwerk bzw. Windwerk selbsttätige Schalter angebracht sind, die durch Schaltwalzen oder Schütze die einzelnen Stromkreise herstellen. Aus dem Aufzugbau waren bei Einführung der Elektrohängebahnen schon ähnliche selbsttätige Schalter bekannt, doch waren diese für den rauen Elektrohängebahnbetrieb nicht zu verwenden. Von den vielen Erfindungen zur Lösung dieser Aufgabe ist nur ein Teil zur Ausführung gekommen. Nahezu jede Firma, die sich mit dem Bau von Elektrohängebahnen befaßt, hat heute ihre eigene patentierte Schaltung. Die Schaltungen sind immer so gewählt, daß der Wagen auf freier Strecke sich selbst überlassen bleibt und nur

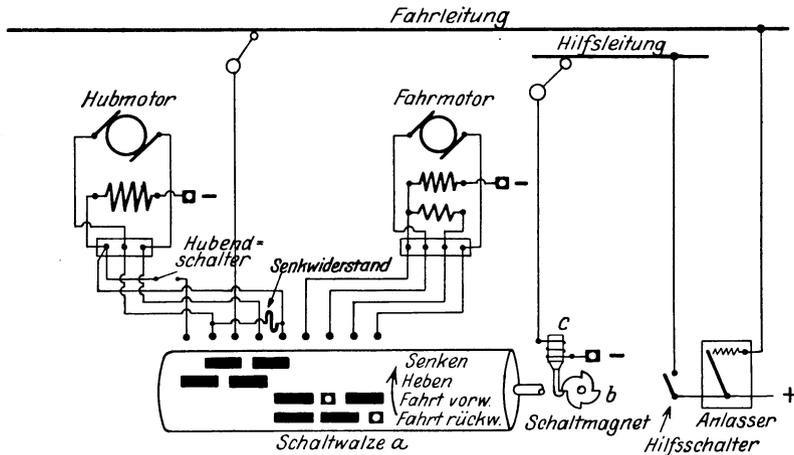


Abb. 526. Fernsteuerung für Gleichstrom (Bleichert).

an den Belade- bzw. Entladestellen auf Vorwärts- und Rückwärtsfahrt, Heben oder Senken geschaltet werden kann.

Eine Bauart, die für Gleichstrom und Drehstrom angewendet werden kann, ist die von Bleichert (Abb. 526). Im Bereich der Belade- bzw. Entladestelle wird neben der Fahrleitung eine zweite Leitung als Hilfsleitung, die sog. Schaltleitung gezogen, an der ein besonderer Stromabnehmer schleift. Der selbsttätige Schalter besteht aus einer Schaltwalze *a*, die durch einen Elektromagneten *c* über das Rad *b* betätigt wird. Die Wicklung dieses Magneten wird über die Schaltleitung durch Druck auf einen am Controller angebrachten Druckknopf gespeist. Der Magnet zieht bei jedesmaligem Druck auf diesen Knopf an und dreht die Schaltwalze um eine Stellung weiter. Ist die gewünschte Stellung erreicht, so gibt der Bedienungsmann durch Drehen der Controllerkurbel dem jeweils eingeschalteten Motor Strom. In der Hubschaltung schaltet die Last den Hubmotor in höchster Stellung durch den Endausschalter

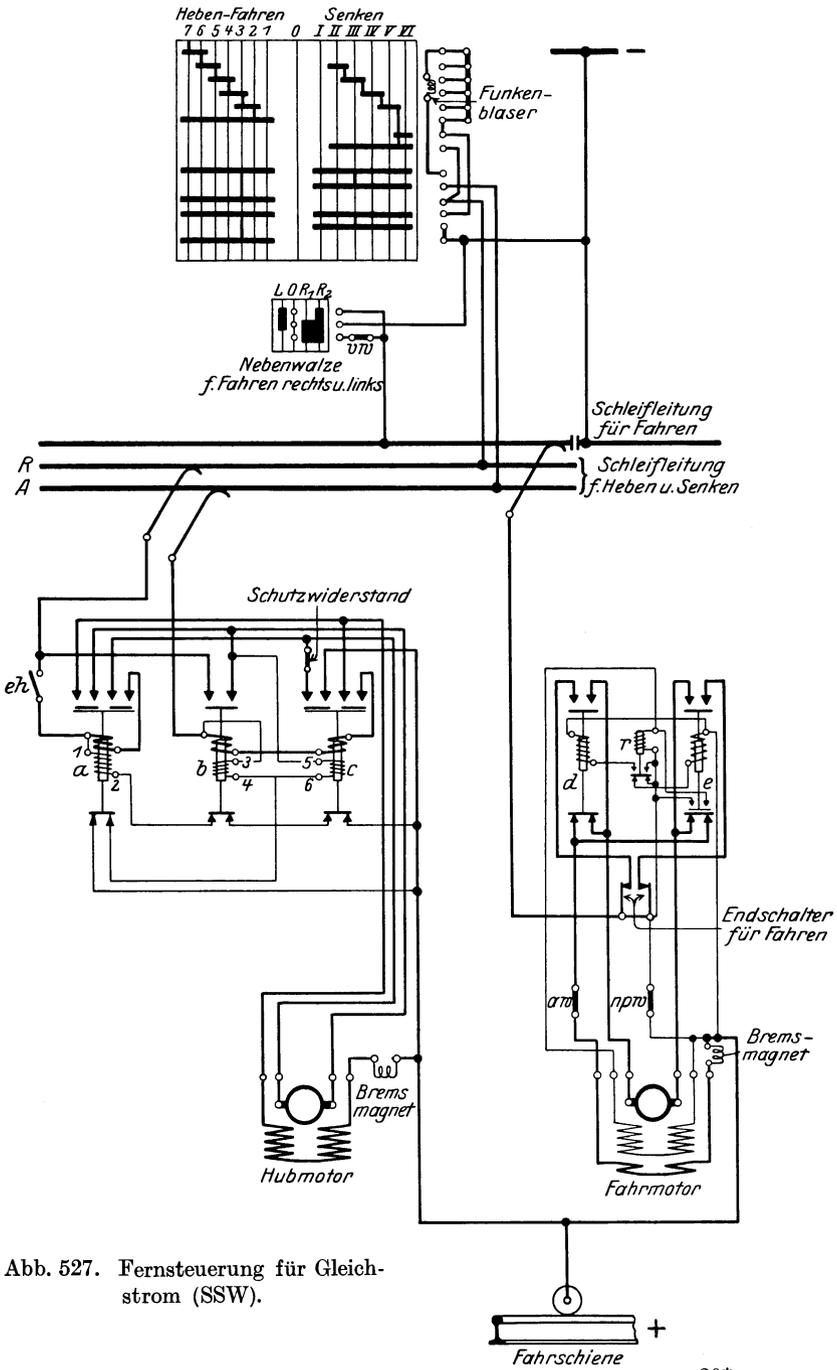


Abb. 527. Fernsteuerung für Gleichstrom (SSW).

selbsttätig aus. Soll selbsttätig umgekehrt werden, so wird an der Umkehrstelle ein Stück Schaltleitung angebracht, das an Spannung liegt. In dem Augenblick, in dem der Schaltstromabnehmer diese Schaltleitung berührt, springt die Schaltwalze um eine Stellung weiter, so daß der Wagen sofort seine Fahrtrichtung wechselt, wenn die Walze so eingerichtet ist, daß auf Vorwärtsfahrt Rückwärtsfahrt folgt. Um allzugroße Stromstöße zu vermeiden, wird an solchen Umkehrstellen in die Fahrleitung ein Widerstand gelegt. Bei Drehstrom wird die Schaltwalze entsprechend für zweipolige Schaltung eingerichtet.

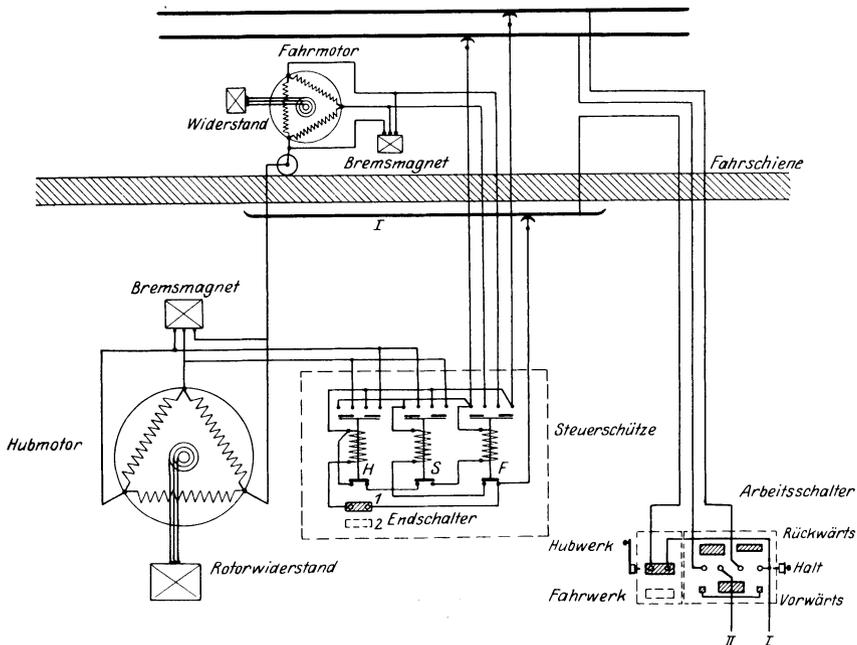


Abb. 528. Fernsteuerung für Drehstrom (Pohlig).

Die Siemens - Schuckert - Werke ermöglichen die Fernsteuerung für Gleichstrom durch Einbau von Schützen auf den Windenwagen (Abb. 527). Außer der Fahrleitung sind an den Schaltstellen zwei besondere Schleifleitungen vorzusehen. In der Hubstellung erhält Schleifleitung *R* Spannung; der Endausschalter *eh* ist eingeschaltet, so daß ein Strom über die Spule 1—2 des Schützes *a* nach Erde fließt; Schütz *a* zieht an, wodurch der Motor im Hubsinne eingeschaltet ist. In höchster Stellung der Last schaltet der Endausschalter aus. Für Senken erhält zunächst Leitung *A* in der Vorbereitungsstellung *I* des Kontrollers Spannung, wodurch Schütz *b* über 3—4 Strom erhält und anzieht. Beim Weiterschalten des Kontrollers auf Stellung *II*

erhält Leitung  $R$  über den Anlaßwiderstand Strom, so daß Schütz  $c$  über Wicklung 5—6 anzieht. Damit befindet sich der Motor in Senkschaltung. Bei Fahren rechts bekommt die Fahrleitung Spannung, so daß ein Strom einerseits über das Relais  $r$  und die Nebenschlußwicklung des Motors, andererseits über Schütz  $e$  nach Erde fließt.  $e$  zieht sofort an, während  $r$  infolge der hohen Selbstinduktion der Nebenschlußspulen des Fahrmotors erst nach etwa einer Sekunde anziehen würde. Durch das Anziehen von  $e$  wird die Wicklung des Relais aber bereits kurzgeschlossen, so daß es gar nicht mehr zur Wirkung kommt. Durch Anziehen von  $e$  wird ferner der Motor auf Rechtsfahrt geschaltet;  $aw$  und  $npw$  sind Vorschalt- bzw. Parallelwiderstände, die die Spulen gegen Durchschlag schützen sollen. Für Linksfahrt gibt die Vorbereitungsstellung  $R_1$  über den Widerstand  $vw$  einen schwachen Strom, der nur das Relais  $r$  betätigt, das Schütz  $e$  aber nicht zum Ansprechen bringt. Durch Anziehen von  $r$  wird die Spule von Schütz  $d$  eingeschaltet, die das Schütz aber erst dann zum Anziehen bringt, wenn durch den Fahrkontroller in Stellung  $R_2$  der Vorschaltwiderstand  $vw$  kurzgeschlossen ist und der normale Strom fließt. Durch Schütz  $d$  ist der Fahrmotor auf Linksfahrt geschaltet.

Abb. 528 zeigt eine Fernsteuerung von Pohlig für Drehstrom. Eine Phase des Drehstromnetzes ist geerdet. Es sind 3 Schütze vorgesehen, je eines für Fahren, Heben und Senken. An den Schaltstellen ist eine dritte Leitung zu ziehen, die für das Heben und Senken über den mit zwei Walzen ausgerüsteten Kontroller an Phase  $I$  gelegt wird. Durch verschieden lange Kontakte am Arbeitsschalter wird erreicht, daß das Schütz für Fahren in Hub- und Senkstellung immer zuletzt anzieht, so daß nach Anziehen des Hub- oder Senkschützes der Stromkreis für das Fahrerschütz unterbrochen ist, ehe es anziehen kann. Bei Rückwärtsfahrt bzw. Senken ist die obere Leitung Phase  $I$  und die untere Phase  $II$ , bei Vorwärtsfahrt bzw. Heben werden die Phasen in diesen beiden Leitungen vertauscht. Bei den einzelnen Schaltstellungen zieht das entsprechende Schütz an und schaltet den Fahr- bzw. Hubmotor unter gleichzeitiger Trennung der anderen Motorkreise ein oder aus.

Die Allgemeine Transportanlagen-Gesellschaft löst die Aufgabe der Fernsteuerung für Drehstrom mit Schaltwalzen, die durch einen Steuermotor betätigt werden (Abb. 529). Durch Vertauschen zweier Phasen wird der Steuermotor für die eine oder die andere Drehrichtung geschaltet. In der einen Drehrichtung wird die Schaltwalze für den Fahrmotor, in der anderen Drehrichtung die Schaltwalze für den Hubmotor um je eine Schaltstellung gedreht. Beide Schaltwalzen sind so eingerichtet, daß auf die Vorwärtsfahrt bzw. Hubstellung die Rückwärtsfahrt bzw. Senkstellung folgt. Parallel zum Stator liegt

ein Schalter mit Verzögerung, der den Rotorwiderstand nach dem Anlaufen kurzschließt.

Verkehren auf einer Bahn mit Kreisbetrieb mehrere Fahrzeuge, so ist eine Blockierung erforderlich, d. h. es muß dafür gesorgt werden, daß die Fahrzeuge immer in einem bestimmten Abstand voneinander bleiben, da die Tragkonstruktion nur für die rollende Last eines Wagens

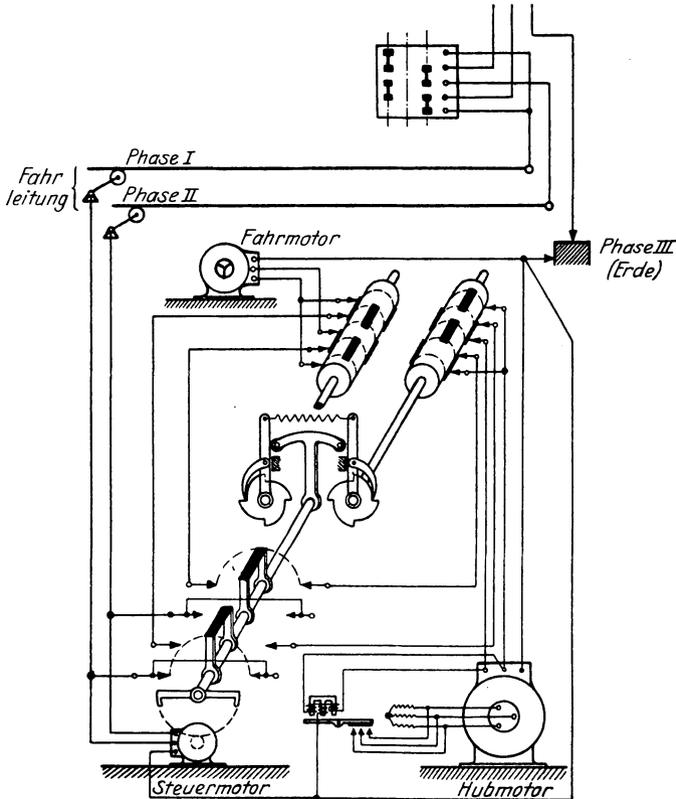


Abb. 529. Fernsteuerung für Drehstrom (ATG).

berechnet wird. Ein Ablassen der Wagen in bestimmten Zeitabständen durch den Bedienungsmann gibt keine Gewähr dafür, daß der vorgeschriebene Abstand auf der Fahrt immer gewahrt wird, denn abgesehen davon, daß die Geschwindigkeit der Fahrzeuge immer kleine Unterschiede aufweist, kann ein Fahrzeug aus irgendeinem Grunde auf der Strecke stehen bleiben, so daß die nachfolgenden Fahrzeuge bis an dieses stehengebliebene heranzufahren würden. Die hierdurch eintretende Überlastung der Tragkonstruktion kann unter Umständen zu deren Zusammenbruch führen. Die Aufgabe, die Wagen in vorge-

schriebenen Abständen zu halten, wird durch Unterteilung der Fahrleitung in voneinander isolierte Strecken — die Blockstrecken — gelöst. Durch den fahrenden Wagen bzw. durch den aufgenommenen Strom werden mechanisch oder elektrisch Schalter gesteuert, welche die hinter dem Fahrzeug liegende Blockstrecke stromlos machen und gleichzeitig die hinter dieser liegende, vorher stromlos gemachte Strecke wieder einschalten, so daß der nachfolgende Wagen auf der stromlosen Strecke zum Stehen kommt und erst wieder weiterfahren kann, wenn die Strecke durch den vorher fahrenden Wagen wieder freigegeben ist. Auch auf diesem Gebiete sind, wie auf dem Gebiete der Fernsteuerung, zahlreiche Schaltungen erfunden worden und zumeist den betreffenden Firmen geschützt.

Man unterscheidet die Blocksysteme nach folgenden Gesichtspunkten:

1. rein mechanisch betätigte Systeme,
2. gemischte Systeme, d. h. mechanisch betätigte und elektrisch auslösende Systeme (oder umgekehrt),
3. rein elektrisch betätigte Systeme, auch Zentralblockierungen genannt.

Vornehmlich haben sich die unter 1 und 3 genannten Systeme in der Praxis eingeführt und bewährt. Welcher Art der Vorzug zu geben ist, läßt sich schwer entscheiden. Bei einem rein mechanisch betätigten System befinden sich die blockierenden Schalter — die Blockschalter — auf der Strecke verteilt, unmittelbar an den Blockstrecken und werden von den Stromabnehmern der vorbeifahrenden Wagen betätigt. Dagegen liegen bei dem rein elektrisch arbeitenden System sämtliche Blockschalter, deren Betätigung durch Magnetspulen erfolgt, an einer, bzw. zu Gruppen zusammengestellt, an verschiedenen geschützten Stellen der Bahnanlage. Die Zentralblockierung hat zwar den Vorzug, daß infolge der Anordnung sämtlicher Blockschalter an einer Stelle die Überwachung der Blockanlage sehr leicht ist, dagegen sind die Blockschalter der mechanisch betätigten Blockierung in der Schaltung äußerst einfach und daher so betriebssicher, daß ein Fehlschalten kaum vorkommt. Da es ferner bei jeder Elektrohängebahn mit größeren Leistungen erforderlich ist, längs der Laufbahn einen Laufsteg vorzusehen, um die Bahnanlage begehen und warten zu können, ist auch die Überwachung der mechanisch betätigten Blockanlage leicht durchführbar. Von jedem Blocksystem muß gefordert werden, daß beim Ausbleiben des Stromes die Blockierung nicht in Unordnung gerät, und daß ferner die Betätigung der Schalter nicht versagt, wenn die Fahrmotoren zeitweise keinen Strom aufnehmen oder infolge geringer Neigung eines Abschnittes der Fahrstrecke ein Fahrmotor vorübergehend zum Generator umpolt und Strom ins Netz abgibt.

Ein rein mechanisch betätigtes Blocksystem verwendet Bleichert; die Schaltung ist in Abb. 530 dargestellt. Die einzelnen Blockstrecken sind mit 1, 2, 3, 4 bezeichnet. Zwischen den einzelnen Blockstrecken liegen die Blockschalter *a*–*e*, kleine Walzenschalter, deren Walzen

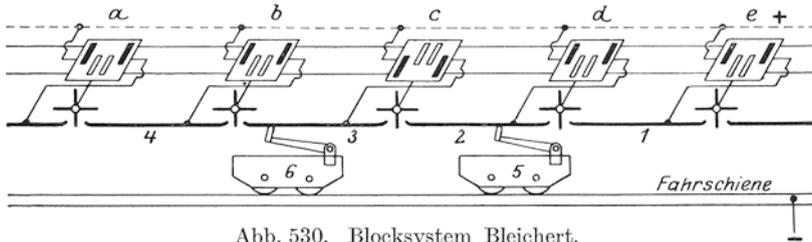


Abb. 530. Blocksystem Bleichert.

mit einem Hebelkreuz ausgerüstet sind, das durch den Stromabnehmer eines vorbeifahrenden Wagens um eine Stellung weiter gedreht wird (Abb. 531). Die Blockschalter sind, da sie mit dem Stromabnehmer

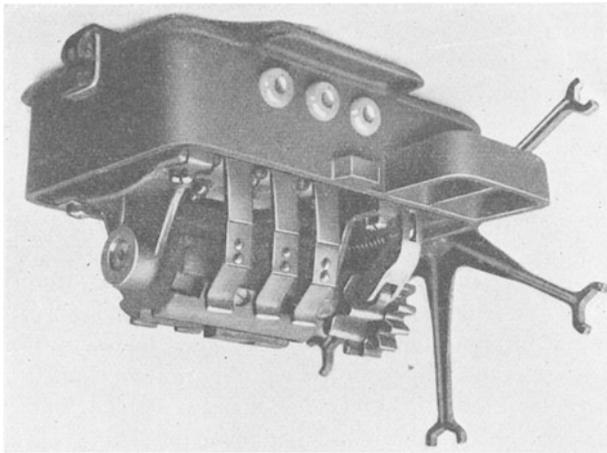


Abb. 531. Blockschalter Bauart Bleichert, geöffnet (Ölbehälter ist abgenommen).

in Berührung kommen, isoliert aufgehängt. Die gestrichelte Linie stellt die Speiseleitung dar; die Rückleitung des Stromes erfolgt durch die Schienen. Die Strecken 1 und 2 sind im Augenblick über die Schalter *e* und *d* gespeist, während die Strecken 3 und 4 blockiert sind, da durch den Wagen 5 der Schalter *c* soeben gedreht wurde und Wagen 6, der vorher auf Strecke 4 noch fahren konnte, den Schalter *b* betätigte. Wagen 5 befindet sich also in Fahrt, während Wagen 6 auf der blockierten Strecke 3 zum Stillstand kam. Dreht Wagen 5 auf seiner Weiterfahrt

das Hebelkreuz von Schalter *d* um einen Kontakt weiter, so wird Strecke 2 stromlos, während Strecke 3 über Schalter *d* und *c* Strom erhält. Zwischen Wagen 5 und 6 liegt also wieder eine blockierte stromlose Strecke. Wagen 6 fährt sofort an und gelangt nach Drehen des Schalters *c* um eine Stellung auf die blockierte Strecke 2, um hier wieder zu halten. Durch die Betätigung des Schalters *c* wird Strecke 4 unter Strom gesetzt, während Strecke 3 blockiert wird; auch dieser Wagen hinterläßt hinter sich eine blockierte stromlose Strecke. Sollte

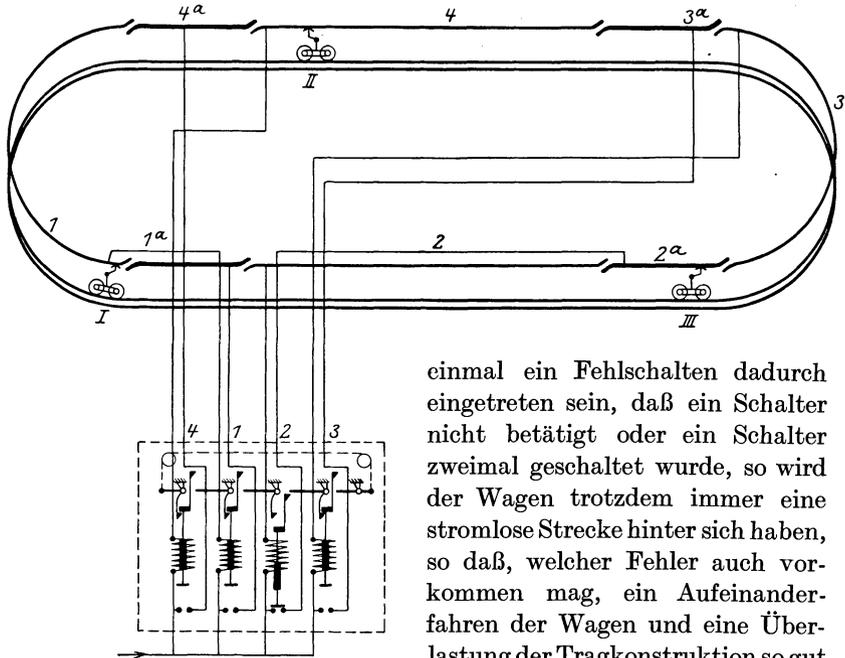


Abb. 532. Zentralblockierung (Pohlig).

einmal ein Fehlschalten dadurch eingetreten sein, daß ein Schalter nicht betätigt oder ein Schalter zweimal geschaltet wurde, so wird der Wagen trotzdem immer eine stromlose Strecke hinter sich haben, so daß, welcher Fehler auch vorkommen mag, ein Aufeinanderfahren der Wagen und eine Überlastung der Tragkonstruktion so gut wie ausgeschlossen ist. An den Beladestellen wird die vom Block-

schalter kommende Speiseleitung über einen Handschalter, der als einfacher Ausschalter ausgebildet ist, an die Blockstrecke der Fahrleitung gelegt. Ist der Wagen beladen, so schaltet der Bedienungsmann durch den Handschalter die Fahrleitung ein, die aber erst dann Strom bekommt, wenn der vorher abgelassene Wagen die Blockstrecke freigegeben hat.

Errechnet sich nach der verlangten Leistung die Wagenentfernung zu beispielsweise 50 m, so müßte alle 25 m ein Schalter vorgesehen sein. Um nun an Schaltern zu sparen, werden die Blockstrecken nur so lang ausgeführt, daß ein Wagen mit Sicherheit auf dieser Strecke zum Stehen kommt; auf der übrigen Strecke wird die Fahrleitung unmittelbar gespeist. Bei der angenommenen Wagenentfernung von

50 m ergibt sich dann eine Schalterentfernung von 50 m abzüglich der Blockstrecke von etwa 5 m = 45 m.

Die Betätigung der Schalter erfolgt bei umfangreicheren Bahnen mit großer Leistung außerordentlich häufig; bis zu 3000 Schaltungen je Tag und Schalter sind keine Seltenheit. Zur Schonung der Schalter laufen die Walzen daher in Öl.

Pohlig verwendet ein rein elektrisches System (Abb. 532), bei dem die Schalter in Form von Schützen auf einer Tafel zusammengestellt

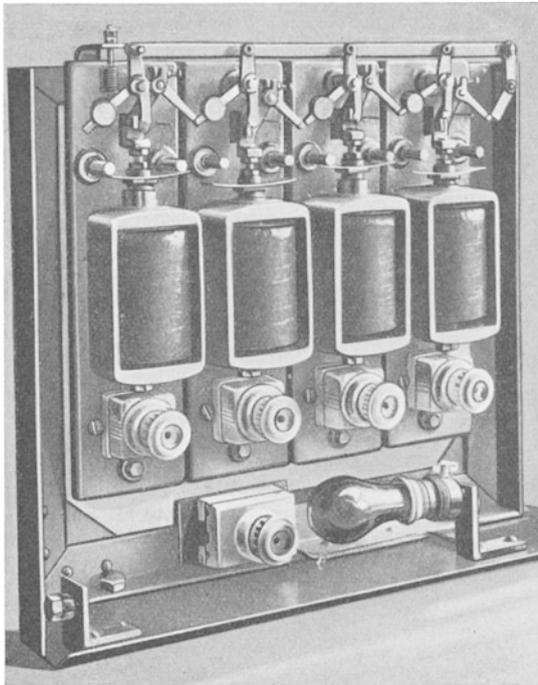


Abb. 533. Blockschalter (Pohlig).

werden (Abb. 533). Die Erregung der einzelnen Blockschützen erfolgt im Hauptstromkreis durch den vom Fahrzeug aufgenommenen Fahrstrom. Die Sicherstellung eines Stromverbrauches auch beim Befahren von Gefällen ist durch die Verwendung von Doppelschlußmotoren als Fahrmotoren gegeben. Die Strecken 1, 2, 3 und 4 stellen die durch die Hauptstrom-Magnetwicklung gespeisten Arbeitsstrecken dar, während die Strecken 1a, 2a, 3a und 4a die in Abhängigkeit von den Blockschützen gebrachten Blockstrecken bedeuten. Die einzelnen Schütze werden,

nachdem sie angezogen haben, arretiert und geben beim Anziehen das danebenliegende Schütz frei. Damit wird die hinter der Arbeitsstrecke liegende Blockstrecke abgeschaltet und gleichzeitig die weiter dahinterliegende Blockstrecke wieder unter Spannung gesetzt. Die Strecken 1a, 3a, und 4a sind in der Abbildung im Augenblick durch die entsprechenden Wagen blockiert worden, Strecke 2a ist frei. Wagen I fährt bis 4a, Wagen II bis 3a, wo sie anhalten werden. Wagen III ist über Blockstrecke 2a und Schalter 2 gespeist, er fährt weiter und gelangt auf Strecke 2. In diesem Augenblick zieht Schütz 2 an und gibt Schütz 3

frei, dadurch wird 2a blockiert und 3a frei. Auf 1a hält der Wagen an und kann erst wieder weiterfahren, wenn diese Strecke durch den vorher fahrenden Wagen I nach Verlassen der Strecke 4a freigegeben ist; er blockiert dann bei Erreichen der Strecke 1 die Strecke 1a über Schalter 1, der gleichzeitig den noch angezogenen Schalter 2 auslöst und somit Strecke 2a freigibt. Bei Beladestellen wird die Zuleitung von dem Blockschalter nach dem Blockstück der Fahrleitung über einen Handschalter, wie bei der mechanisch betätigten Blockierung beschrieben, geführt.

Eine Blockierung, die viel von Firmen verwendet wird, die keine eigenen Systeme herstellen, ist die der Siemens-

Schuckert-Werke, ebenfalls eine rein elektrisch betätigte Zentralblockierung. Ein solcher Blockschalter ist in Abb. 534 dargestellt. Er besitzt zwei Spulen, von denen die eine als Entblockungsspule, die andere als Blockungsspule wirkt. Ist der Anker durch Erregung eines der beiden Magnet-schenkel durch die entsprechende Spule nach diesem hingezogen, so

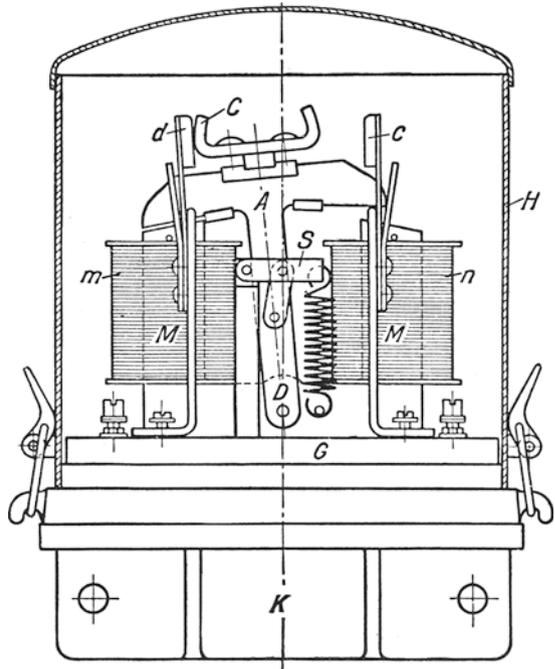


Abb. 534. Blockschalter Bauart SSW.

wird er durch ein federndes Kippgesperre in der betreffenden Stellung festgehalten, auch wenn der Strom der Spule bereits wieder unterbrochen ist. Abb. 535 zeigt schematisch die Schaltung. Auf jede Blockstrecke ( $b_1-b_n$ ) folgt eine dauernd unter Spannung stehende Frischstromstrecke ( $f_1-f_n$ ), neben der isoliert und pendelnd aufgehängte Hilfsschienen ( $s_1-s_4$ ) angebracht sind, die beim Vorbeifahren des Wagens vom Schleifstromabnehmer gleichzeitig mit der Frischstromstrecke berührt werden. Strecke  $b_4$  und  $b_1$  sind frei, Strecken  $b_3$  und  $b_2$  durch die Wagen A und B geblockt. Wagen A hat freie Fahrt; er verläßt  $b_4$ , gelangt auf die Frischstromstrecke  $f_4$  und verbindet durch seinen Stromabnehmer  $f_4$  mit der Hilfsschiene  $s_4$ , so daß ein Strom von P über  $f_4-s_4-n_4$  nach N fließt und Spule  $n_4$

erregt wird, wodurch die Kontakte  $c_4$  geschlossen werden. Es fließt dann ein Strom von  $P$  über  $f_4-s_4-c_4$  durch  $m_3$  nach  $N$ , wodurch die Strecke  $b_3$  entblockt wird. Die Blockschalterspulen sind für volle Spannung zu bemessen; sie liegen unmittelbar an Spannung und werden nicht durch den Fahrmotorstrom erregt. Die Frischstromstrecken sind nur mit einer Länge von etwa 1,5 m anzuordnen, so daß die Spulen immer nur kurze Zeit unter Spannung stehen, also bei einer Fahrgeschwindigkeit von etwa 60 m/min nur etwa 1,5 Sekunden. An den Beladestellen werden wiederum die von den Schaltern kommenden Zuleitungen zur Blockstrecke, wie schon früher beschrieben, über Handausschalter gelegt, um die Wagen zwecks Beladung anhalten zu können.

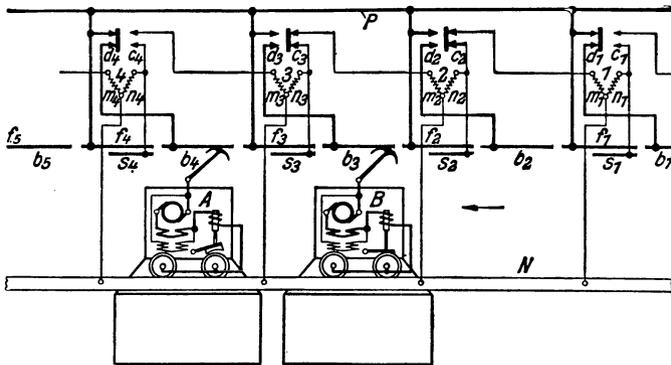


Abb. 535. Blocksystem Bauart SSW für Gleichstrom.

Auf fahrbaren Lagerplatzbrücken wird die gleiche Blockschaltung vorgesehen wie auf der übrigen Strecke, denn auch hier muß der vorgeschriebene Wagenabstand eingehalten werden, zumal auf den Brücken meistens Beladestellen vorhanden sind, wo eine Anhäufung der Wagen eintreten könnte. Die Blockierung auf dem festen Strang der Bahn muß unabhängig vom Verfahren der Brücke sein, aber mit der Blockierung auf der Brücke zusammenarbeiten. Die hierfür in Betracht kommenden Schaltungen und Schalter sind verwickelter, lehnen sich aber an die beschriebenen Blockschaltungen an.

Arbeiten längs eines Hängebahnstranges fahrbare Entlader, von denen die Hängebahnwagen beladen werden, ohne die Entlader zu umfahren, so liegt die fahrbare Stromschiene (vgl. S. 304, Abb. 523 und 524), die von dem fahrbaren Entlader verfahren wird, ohne weiteres im Blocksystem, denn die Speisung dieser fahrbaren Stromschiene erfolgt über die normale Fahrleitung, die in Blockstrecken unterteilt ist. Die Blockierung bleibt dadurch, unabhängig von der Stellung des Entladers und der Beladestelle, immer in Takt.

### 5. Überwindung von Höhenunterschieden.

Besteht zwischen Belade- und Entladestelle ein Höhenunterschied, so läßt sich dieser, wie auf Seite 291 bereits gezeigt wurde, durch eine geneigte Laufbahn nur dann überwinden, wenn die Neigung nicht mehr als 3 bis höchstens 5 v. H. beträgt. Bei größeren Höhenunterschieden kann man sich in sehr vielen Fällen durch Anordnung von Windenwagen helfen, doch ist eine solche Lösung nur möglich, wenn die geforderte Leistung noch erreicht wird. Ist die Leistung jedoch so groß, daß eine stetige Wagenfolge auf einer Kreisbahn Bedingung ist und ein jedesmaliges Heben und Senken bei Anordnung von Windenwagen an den Beladestellen zuviel Zeit beanspruchen würde, so muß, damit nur einfache windenlose Laufwerke auf der Bahn verkehren können, der Höhenunterschied durch besondere Einrichtungen überwunden werden. Die Versuche, die Reibung dadurch zu erhöhen, daß man mittels selbsttätiger Vorrichtungen in den Steigungen Sand auf die Schienen bringt oder durch eine Hebelübersetzung eine Rolle von unten gegen die Fahrbahn drückt, haben in der Praxis keine Anwendung gefunden. Vereinzelt ist Zahnstangenantrieb angewandt worden, der aber unzweckmäßig erscheint, weil an sämtlichen Laufwerken die Motoren entsprechend stark ausgeführt werden müssen und die Laufwerke dadurch zu unförmig werden, denn schon bei geringen Steigungen erhöht sich der Kraftbedarf erheblich. Auch Einrichtungen, die bei Verwendung von Zahnstangen das Übersetzungsverhältnis zwischen Motor und Laufrad auf der Schrägstrecke verkleinern sollen, um bei langsamerer Fahrt eine größere Umfangskraft an den Rädern zu erhalten, haben keine Verbreitung gefunden.

Ist die erforderliche Leistung der Bahn nicht allzugroß, so sind für die Überwindung von Höhenunterschieden zweitrümmige Vertikalaufzüge sehr geeignet. Die Förderschalen solcher Aufzüge sind so eingerichtet, daß die Elektrohängebahnwagen ohne weiteres einfahren können. Die Aufzüge werden vollkommen selbsttätig arbeitend gebaut, derart, daß sie nach der Einfahrt und Verriegelung des vollen wie des leeren Wagens sich durch Selbstschaltung in Bewegung setzen. Beim Erreichen der Endstellung erfolgt selbsttätiges Anhalten, Entriegeln und Ausfahren der Wagen. Derartige Schaltungen sind nicht einfach, erfordern viel Überwachung und sind somit für einen angestregten Betrieb nicht immer geeignet, so daß es sich aus Gründen der Betriebsicherheit empfiehlt, in Fällen, wo von der Bahn eine große Leistung verlangt wird und häufiges Arbeiten der Aufzüge Bedingung ist, Bedienungspersonal einzustellen und die Aufzüge durch Controller zu steuern. Besonders bei großen Höhen ist die Leistung einer Bahn mit Vertikalaufzügen beschränkt, denn die Dauer eines Fahrstuhlförderspieles schreibt den Wagenabstand auf der Bahn vor.

Eine Einrichtung, die den steten Kreislauf der Wagen in jedem gewünschten Abstand gestattet, ist die von Bleichert eingeführte Schrägstrecke mit ständig umlaufendem Zugorgan. Man verwendet Zugseilbetrieb bei starken Steigungen und enger Wagenfolge, Kettenbetrieb für kleinere Zugkräfte, also bei solchen Schrägstrecken, bei denen nur ein oder höchstens zwei Wagen zugleich emporzuziehen sind. Die Neigung solcher Schrägstrecken kann bis zu 35 vH betragen. Da bei Kreisverkehr immer eine Strecke für die aufwärtsfahrenden und eine für die abwärtsfahrenden Wagen vorhanden sein muß, ordnet man die beiden Strecken, ähnlich den zweitrümmigen Vertikalaufzügen, nebeneinander an und läßt das Zugorgan so umlaufen, daß das ansteigende Trum die Wagen nach oben befördert, während das abwärtsgehende die leeren Wagen abläßt.

Das Seil oder die Kette ist so geführt, daß sich die Wagen der Reihe nach in den durch die Blockierung der Bahn vorgeschriebenen Ab-

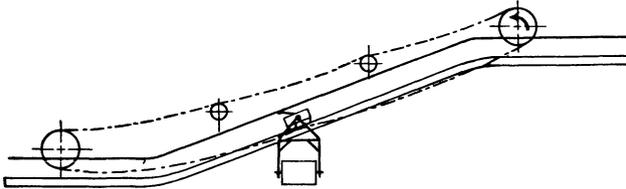


Abb. 536. Schrägstrecke mit Seil- oder Kettenbetrieb (Bleichert).

ständen selbsttätig ein- bzw. aushängen (Abb. 536). Für Kettenbetrieb werden die Wagen mit einfachen Gabeln ausgerüstet, in die sich die Kette einlegt, während bei Seilantrieb die Elektrohängebahnen mit einem Seilklemmapparat ähnlich dem der Drahtseilbahnwagen ausgerüstet werden. Das An- bzw. Abkuppeln erfolgt in genau der gleichen Weise, wie bei den Drahtseilbahnen beschrieben. Das Zugmittel wird durch eine besondere Antriebsmaschine elektromotorisch über Seilscheiben bzw. Kettengreiferscheiben angetrieben und durch eine Gewichtspannvorrichtung unter der erforderlichen Spannung gehalten. Da Ketten sich mit der Zeit längen, muß die Kettengreiferscheibe so ausgeführt sein, daß die einzelnen Greifer in radialer Richtung nachgestellt werden können, ähnlich wie bei Kettenbahnen. Da aber hiermit eine Erhöhung der Umlaufgeschwindigkeit der Kette verbunden ist, die vermieden werden muß, ist für Regelung der Geschwindigkeit zu sorgen, was bei Gleichstrom und Verwendung eines Nebenschlußmotors leicht durch Änderung des Nebenschlußwiderstandes erreichbar ist, bei Drehstrommotoren hingegen, bei denen die Umdrehungszahl nicht regelbar ist, nur durch Auswechseln der Antriebsritzel gegen entsprechend kleinere ermöglicht wird.

Ein weiteres Mittel, um bei Bahnen mit rascher Wagenfolge und großer Leistung den vorgeschriebenen Wagenabstand bei Überwindung von Höhenunterschieden einzuhalten, gibt der ebenfalls von Bleichert zuerst ausgeführte Spiralaufzug. Die schräge Strecke ist hier zu einer Schraubenlinie aufgewickelt (Abb. 537 u. 538). Durch eine ständig sich drehende senkrechte „Druckschiene“, die über die ganze Höhe des Aufzuges reicht, werden die einzelnen Wagen über die Spiralbahn hinaufgedrückt oder herabgelassen. Die Elektrohängebahnwagen sind mit einer Druckrolle versehen, die während des Hochdrückens bzw. Ablassens an der senkrechten Druckschiene abwältzt. Unten bzw. oben sind Vorrichtungen erforderlich, die verhin-

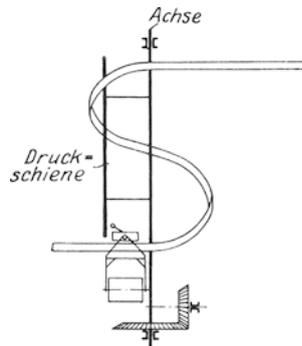


Abb. 537. Schematische Darstellung eines Spiralaufzuges (Bleichert).

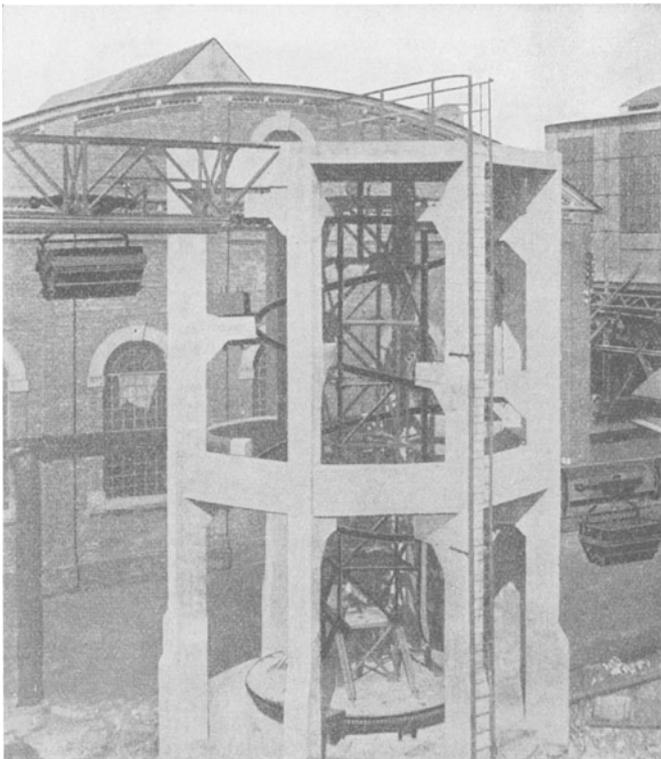


Abb. 538. Spiralaufzug (Bleichert).

dem, daß die einzelnen Wagen zu einem ungeeigneten Zeitpunkte ein- oder ausfahren, da andernfalls die Wagen seitlich von der Druckschiene gefaßt und aus dem Gleise geworfen werden könnten. Die Ausfahrtstrecken werden etwas geneigt, um ein sicheres sofortiges Weiterfahren der Wagen nach Verlassen des Aufzuges zu gewährleisten; ein durch die Druckschiene selbsttätig gesteuerter Anschlag verhindert, daß ein Wagen, der aus irgendeinem Grunde nicht sofort anfährt, nachdem die Druckschiene die Druckrolle verlassen hat, in die Spirale zurückrollt. Der Antrieb der Druckschienen erfolgt elektromotorisch über Schnecken- und Triebstockgetriebe.

Durch einen solchen Spiralaufzug können gleichzeitig mehrere Wagen gehoben werden. Der Wagenabstand ist bei Anordnung einer Druckschiene gleich der gestreckten Länge der Laufbahn zwischen zwei übereinanderliegenden Punkten der Schraubenlinie; ist eine zweite Druckschiene diametral zur ersten Druckschiene angeordnet, so wird der Wagenabstand halb so groß. Die Geschwindigkeit, mit der die Druckschienen umlaufen müssen, ergibt sich aus der Wagenfolge und dem Wagenabstand innerhalb der Schraubenlinie; es ist nicht erforderlich, daß die Umfangsgeschwindigkeit der Druckschiene genau gleich der Fahrgeschwindigkeit der Wagen auf der Strecke ist. Die Gerüste der Spiralaufzüge werden in Eisenkonstruktion oder Eisenbeton hergestellt. Als Laufschiene dient eine Doppelkopfschiene, die etwa alle 3 m an Konsolen aufgehängt wird. Die Leistung derartiger Aufzüge ist zwar außerordentlich groß, sie sind aber infolge der umfangreichen Konstruktionen sehr kostspielig und kommen nur da in Betracht, wo ganz besonders große Leistungen gefahren werden müssen und sich Vertikalaufzüge, Kettenstrecken o. dgl. nicht verwenden lassen.

Weitere Versuche, bei Überwindung von Höhenunterschieden bei Elektrohängebahnen einen kurzen Wagenabstand beizubehalten, wurden mit Einrichtungen, ähnlich den Paternosteraufzügen, gemacht, doch konnten sich diese Einrichtungen nicht einführen.

## 6. Leistung.

Die wichtigsten Größen für die Bestimmung der Leistung einer Elektrohängebahn und für die Berechnung der Traggerüste, Bemessung der Leitungen usw. sind:

der Inhalt des Fördergefäßes und die Größe der rollenden Last,  
 die Größe des Fahr- und des Hubmotors,  
 die Fahr- und Hubgeschwindigkeiten,  
 die Dauer eines Förderspieles bzw. der Abstand der einzelnen Wagen voneinander.

Aus dem Inhalt des Fördergefäßes und dem Raumgewicht des Fördergutes sowie dem Eigengewicht des Gefäßes mit Gehänge er-

rechnet sich — bei Wagen mit Winde — die Last am Seil. Zu dieser das Eigengewicht des gesamten Wagens mit Winde hinzugezählt, ergibt die rollende Last und die Einzelraddrücke. Diese sind grundlegend für den Entwurf und für die Berechnung der Traggerüste.

Aus der rollenden Last bzw. dem Gesamtraddruck  $P$  ergibt sich der Fahrwiderstand  $W_r$  in kg zu

$$W_r = \frac{P(m + \mu \cdot \rho)}{R}.$$

Hierin ist  $R$  der Halbmesser des Laufrades in cm,  $\rho$  der Zapfenhalbmesser in cm,  $\mu$  der Reibungskoeffizient der gleitenden Reibung und  $m$  der Hebelarm der wälzenden Reibung<sup>1)</sup>. Man pflegt  $\mu = 0,1$  und  $m = 0,07$  mm anzunehmen. Bei einem einfachen Kübel-Laufwerk ohne Winde für etwa 1 t Kohle Nutzlast, mit einer gesamten rollenden Last von etwa 1700 kg errechnet sich somit der Fahrwiderstand auf ebener Bahn, wenn der Laufraddurchmesser 220 mm und der Zapfendurchmesser 35 mm ist, zu 32,5 kg. Das ergibt bei einer Fahrgeschwindigkeit von 60 m/min einen Kraftbedarf von 0,52 PS, wenn man den Wirkungsgrad des Fahrwerkes mit 0,85 einsetzt. Für Gegenwind und erhöhte Schienenreibung beim Durchfahren von Kurven oder Weichen muß zu dem errechneten Kraftbedarf noch etwa 25 bis 50 vH, je nach der Art der Anlage, hinzugeschlagen werden.

Die Leistung des Hubmotors in PS errechnet sich aus:

$$N = \frac{G \cdot v}{75 \cdot 60 \cdot \eta}.$$

Hierin ist  $G$  die Last am Seil in kg,  $v$  die Hubgeschwindigkeit in m/min und  $\eta$  der Wirkungsgrad des Getriebes, der bei Schneckenradübersetzung mit etwa 0,65 bis 0,7, bei Stirnradübersetzung mit etwa 0,8 bis 0,85 einzusetzen ist.

Bei Verwendung von Drehstrom ist in beiden Fällen noch ein Zuschlag entsprechend dem vorgeschalteten Schlupf Widerstand im Rotorkreis zu machen.

Fahr- und Hubgeschwindigkeiten richten sich ganz nach der verlangten Leistung, der Linienführung und der Höhe der Bahn. Als normal wird eine Fahrgeschwindigkeit von 60 bis 78 m/min angesehen, nur auf Bahnen mit gerader Strecke läßt man Geschwindigkeiten bis zu 90 m/min zu. Darüber hinaus zu gehen, ist bei ferngesteuerten Bahnen nicht angängig. Wagen mit Führerbegleitung fahren normal auf Kurven mit etwa 60, auf gerader Strecke mit etwa 120 m/min, doch sind je nach der Art der Anlage auch weit größere Geschwindigkeiten zulässig (vgl. S. 332).

<sup>1)</sup> Vgl. Hütte, 23. Aufl., Bd. II, S. 459.

Als Hubgeschwindigkeiten wählt man bei Höhen bis zu 10 m etwa 15 bis 20, bei größeren Höhen bis zu 25 m/min. Noch größere Hubgeschwindigkeiten sind für Fernsteuerungsbetrieb mit Vorsicht zu verwenden, da der Nachlauf des Windwerks vom Augenblick des Abschaltens des Stromes und Einfallens der Bremse an bis zum Anhalten der Last von der Beschaffenheit des Bremsbelages abhängig ist und es bei großen Hubgeschwindigkeiten leicht vorkommen kann, daß die Bremse infolge irgendwelcher Zufälligkeiten nicht rasch genug zur Wirkung kommt, so daß die Last an den Windenrahmen schlägt. Läßt sich bei gegebenen Verhältnissen zur Erreichung der geforderten Leistung eine größere Hubgeschwindigkeit nicht vermeiden, so muß durch entsprechende Schalter und Schaltungen die Geschwindigkeit kurz vor Anschlagen der Last an den Endausschalthebel auf geringere Geschwindigkeit geschaltet werden, damit nach Betätigung der Endausschaltung das Hubwerk auf jeden Fall in kurzer Zeit zur Ruhe kommt. Sich in solchen Fällen auf den Bedienungsmann zu verlassen, der kurz vor der höchsten Stellung der Last durch seinen Kontroller die Geschwindigkeit verlangsamt, sofern die Schaltung dies überhaupt zuläßt, ist nicht angängig, da er die Last meist nicht so genau verfolgen kann und immer damit gerechnet werden muß, daß nicht geübtes Aushilfspersonal mit den Anlagen zu arbeiten hat, so daß Unglücksfälle entstehen könnten.

Große Fahrgeschwindigkeiten, ebenso wie große Hubgeschwindigkeiten kommen nur bei langen Förderstrecken bzw. großen Hubhöhen in Betracht, bei denen durch die hohen Geschwindigkeiten das Förderspiel merklich so abgekürzt werden kann, daß eine entsprechende Leistungssteigerung erreicht wird. Bei kleinen Fahrstrecken und kleinen Hubhöhen wird durch große Geschwindigkeiten nur wenig an Zeit gewonnen, während für das Erreichen hoher Geschwindigkeiten immer entsprechend starke Motoren notwendig sind, die die Anlage verteuern.

Aus der gewünschten stündlichen Förderleistung, dividiert durch den Inhalt eines Fördergefäßes, ergibt sich die Anzahl der Wagen, die in einer Stunde zwischen Belade- und Entladestelle verkehren müssen. Bei Pendelbetrieb, bei dem die gesamte Förderleistung nur durch ein Fahrzeug bewältigt wird, deckt sich diese Zahl mit der Zahl der Förderspiele. Ein Spiel besteht aus Hin- und Rückfahrt, Heben und Senken und einer Zeit für Beladen und Hantieren, die mit etwa 20 bis 30 Sekunden, bei zeitraubenden Arbeiten, wie Umhängen von Kübeln o. dgl., entsprechend höher in Ansatz zu bringen ist. Bei Kreisverkehr ist zunächst aus der errechneten Anzahl Wagen, die in der Stunde zwischen Belade- und Entladestelle verkehren müssen, das Wagenintervall zu bestimmen, d. h. die Zeit in Sekunden, in der die einzelnen Wagen aufeinander folgen müssen:

$$\text{Wagenintervall} = \frac{3600}{\text{Anzahl der Wagen in der Stunde}} .$$

Hieraus ergibt sich der Wagenabstand in m zu

$$\text{Wagenintervall} \cdot v,$$

worin  $v$  die Geschwindigkeit der Wagen in m/sek ist. Ist nun die Dauer eines Förderspieles, bestehend aus der Beladezeit und der Zeit für das einmalige Durchfahren der ganzen Strecke =  $T$ , so ist die Leistung  $Q_w$  in Tonnen, die ein einzelner Wagen in einer Stunde bewältigt:

$$Q_w = \frac{3600}{T} g ,$$

worin  $g$  der Inhalt eines Wagens in Tonnen ist. Ist die verlangte Leistung der Bahn =  $Q$  t/st, so ergibt sich die für die Bewältigung der gesamten Leistung erforderliche Anzahl Wagen zu  $\frac{Q}{Q_w}$ .

Um zu untersuchen, welche Leistung auf einer Bahn höchstens erreicht werden kann, errechnet man aus der Zeit, die für das Beladen einschl. Heranholen und Hantieren für jedes Fahrzeug notwendig ist, wieviel Wagen in einer Stunde beladen werden können, woraus sich ohne weiteres die größte Anzahl der Fahrzeuge sowie Wagenintervall und Wagenabstand ergeben. Der errechnete Wagenabstand ist immer für die Anordnung der Blockstrecken maßgebend.

## 7. Sonderausführungen von Elektrohängebahnen.

In besonderer Ausführung wird die Elektrohängebahn vielfach für Hochofenbegichtungsanlagen verwendet. Die bei diesen Anlagen auftretenden beträchtlichen Höhenunterschiede werden durch Seilschrägstrecken überwunden, weshalb solche Anlagen auch „Elektrogichtseilbahnen“ genannt werden. Dem Umstand, daß auch bei schwierigen örtlichen Verhältnissen ein vollkommen selbsttätiger Betrieb zwischen den Lagern bzw. der Kokerei und der Hochofengicht eingerichtet werden kann, ist es zu verdanken, daß sich die Elektrogichtseilbahn auch bei großen Anlagen einführen konnte, obwohl die Anlagekosten höher sind als die anderer Formen von Begichtungsanlagen. Eine der bedeutendsten Ausführungen stellt die Begichtungsanlage der Iseder Hütte dar (Abb. 539 u. 540).

Die ganze Anlage ist in eine Koks- und eine Erzbahn unterteilt, die in ihren Beladestellen und Zufuhrgleisen räumlich voneinander getrennt sind; lediglich das Umfahren der Gicht geschieht mit den Erz- und Kokswagen auf den gleichen Gleisen. An den Beladestellen für Erz sind sog. Aufstellgleise vorgesehen, so daß die leer zurück-



kehrenden Wagen unter den verschiedenen Erzbunkern sofort wieder beladen werden können und die beladenen Wagen auf diesen Gleisen als eine „Gicht“ aufgestellt werden können. Eine solche auf einem Aufstellgleis zusammengestellte Gicht enthält also sämtliche für die Begichtung eines Hochofens erforderlichen Rohstoffe, auf die einzelnen Wagen verteilt. Vor je einem Ofen befindet sich ein weiteres Aufstellgleis. Soll ein Ofen begichtet werden, so wird von dem betreffenden Hochofen aus ein Signal nach unten zu den Aufstellgleisen gegeben, worauf die verlangte zusammengestellte Gicht von dem unten stehenden Bedienungspersonal auf Fahrt geschickt wird. Die Wagen überfahren zunächst eine voll selbsttätige Wage, wo jeder Wagen gewogen wird, und stellen sich auf dem Aufstellgleise vor dem betreffenden Hochofen auf; durch Einlegen eines Hand-

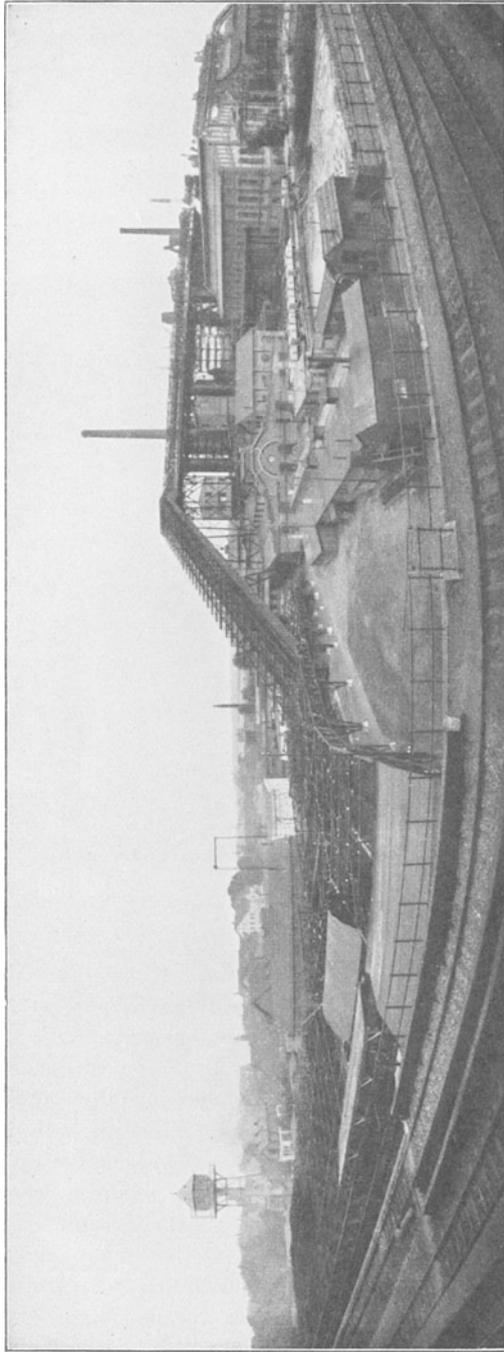


Abb. 540. Erzbahn der Ilseer Hütte (Bleichert). Schrägstrecke mit Aufstellgleisen.

schalters werden die Wagen dann auf den Ofen geholt. Die Weichen sind bei dieser Anlage zumeist als Schiebe- oder Drehweichen mit elektromotorischem Antrieb und selbsttätiger Steuerung ausgebildet, so daß, wenn ein Wagen vor eine ausgelegte Weiche gelangt, dieser nach Betätigung eines Schalters sich die Weiche selbst umlegt und die Fahrt frei macht.

In anderer Sonderausführung dient die Elektrohängebahn zur Beschickung von Kuppelöfen. Bei diesem Begichtungsverfahren

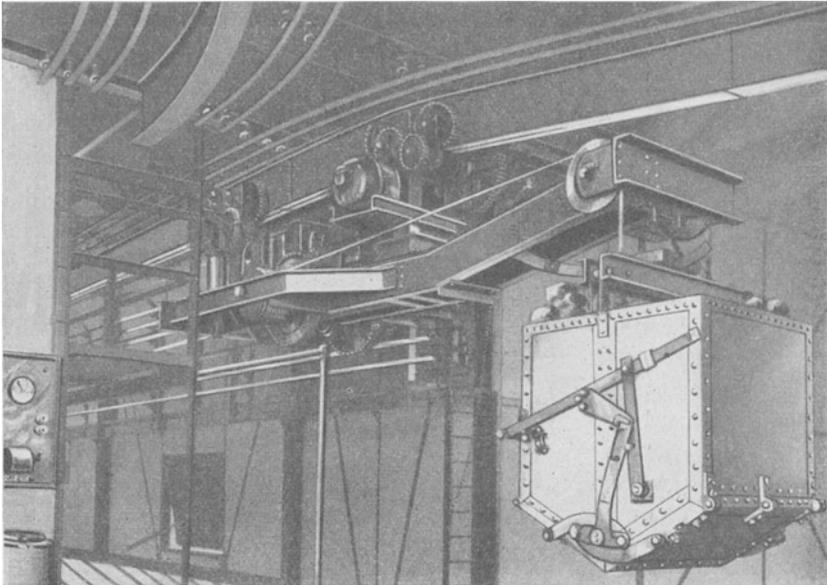


Abb. 541. Elektrowindenwagen für Kuppelofenbegichtung (Kaiser).

werden die einzelnen aus Eisen, Koks und Kalk bestehenden Chargen auf dem Gattierungsplatz auf fahrbaren Gattierungswagen in Kübeln für Bodenentleerung zusammengestellt, die von einem Elektrowindenwagen aufgenommen werden. Dieser Wagen verkehrt auf einer Laufbahn, die bis an die Gichtbühne geführt und oberhalb dieser verlegt ist. Man läßt bei derartigen Windenwagen die Seile über einen am Windenrahmen angebrachten Ausleger laufen (Abb. 541), so daß der Kübel unmittelbar in den Ofen gefahren werden kann, wo er durch einen dort angebrachten Anschlag zum Entleeren gebracht wird. Sind mehrere Öfen in einer Reihe zu beschicken, so wird der Elektrohängebahnwagen auf einem fahrbaren Schienenstück *S* — ähnlich einer Schiebebühne — vor die einzelnen Öfen gefahren (Abb. 542),

von wo aus die Begichtung erfolgen kann. In anderer Ausführung wird für das Einbringen der Kübel in die Öfen ein besonderer Unterwagen mit einem Ausleger vorgesehen, auf den der Kübel von dem

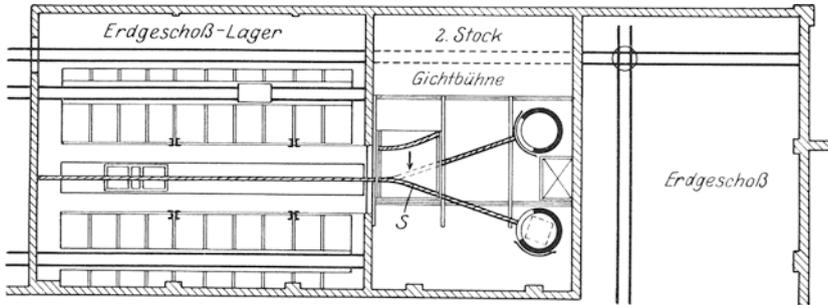


Abb. 542. Darstellung einer Kuppelofenbegichtung für zwei Kuppelöfen (Kaiser).

Windenwagen abgesetzt wird. Dieser Begichtungswagen (Abb. 543) wird mit Zahnstangentrieb entweder von Hand durch ein Kurbelgetriebe oder elektromotorisch in den Ofen eingefahren, wo der Kübel

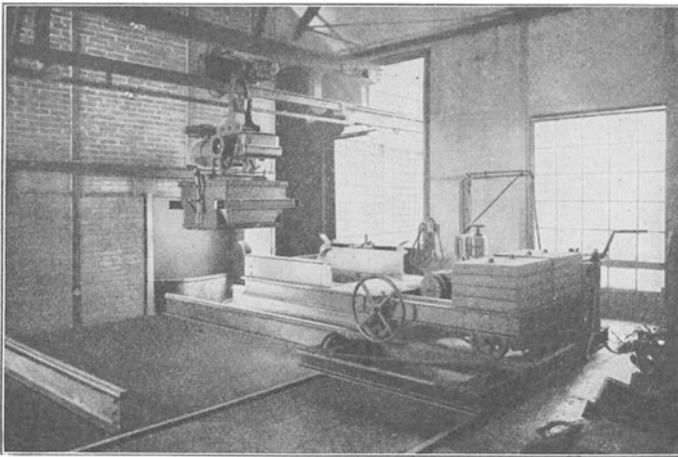


Abb. 543. Kuppelofenbegichtung durch Elektrohängebahnwagen mit Unterwagen (Bleichert).

ebenfalls durch einen im Ofen oder auch durch einen am Begichtungswagen angebrachten Anschlag, der von Hand über ein Gestänge betätigt wird, entleert wird. Sind wiederum mehrere Öfen zu begichten, so wird der Begichtungswagen auf einem weiteren Unterwagen vor jeden Ofen verfahren. Diese Begichtungsweise, auch Zentralbegichtung genannt, hat gegenüber der Begichtung durch Schrägaufzüge o. dgl.

den Vorzug, daß das Material zentral in gleichmäßiger Verteilung dem Ofen zugeführt wird und die Wandungen geschont werden.

## 8. Nicht selbsttätig arbeitende elektrische Hängebahnen.

### a) Elektrozüge.

Eng verwandt mit den Elektrohängebahnen sind die heute sich immer mehr einbürgernden Elektrozüge, elektrisch angetriebene Hubwerke, deren Triebwerksteile auf einem möglichst kleinen Raume untergebracht sind. Sie werden von 500 kg bis 5000 kg Tragkraft

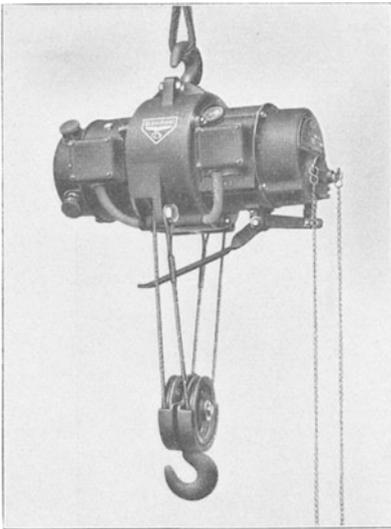


Abb. 544. Elektrozug für ortsfeste Aufhängung (Bleichert).

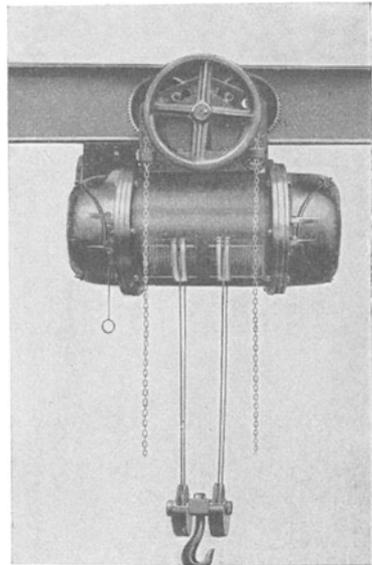


Abb. 545. Elektrozug mit Handfahrwerk (Demag).

für Hubhöhen bis etwa 15 m und Hubgeschwindigkeiten bis 15 m/min gebaut. Als Stromart kommen Drehstrom und Gleichstrom in den normalen Spannungen bis 500 Volt in Betracht. Die Elektrozüge werden ausgeführt als:

1. ortsfest aufgehängte Elektrozüge (Abb. 544),
2. mit Handfahrwerk (Abb. 545),
3. mit elektrisch angetriebenem Fahrwerk (Abb. 546).

Bei der letztgenannten Art werden zuweilen kleine Fernsteuerungsautomaten vorgesehen, mit denen diese Elektrozüge genau so selbsttätig arbeiten können wie die ferngesteuerten Elektrohängebahnen. Häufig werden die mit elektrisch angetriebenem Fahrwerk ausgerüsteten

Elektrozüge mit einem Führersitz versehen, an dem die Schalter für Fahr- und Hubwerk untergebracht sind (Abb. 546).

Die Anpassungsfähigkeit an bestehende Verhältnisse ist bei Elektrozuganlagen noch größer als bei Elektrohängebahnen, da das Durchgangsprofil infolge der sehr gedrängten Anordnung des Hubwerkes wie des Fahrwerkes sehr klein gehalten werden kann, andererseits mit den kleinen Fahrwerken noch kleinere Kurven als mit Elektrohängebahnen befahren werden können; es werden Radien bis zu 2 m zugelassen. Als Laufbahn für die Fahrwerke kommen ausnahmslos die Unterflanschen von I-Trägern in Betracht. Die Stromzuführung erfolgt entweder durch ein bewegliches Kabel oder durch Schleifleitungen mit kleinen Schleif- oder Rollenstromabnehmern. Zur Steuerung dienen ortsfest aufgestellte Controller oder am Fahr- bzw. Hubwerk angebrachte Schalter, die durch herabhängende Ketten von einem dem fahrenden Zuge folgenden Mann bedient werden.

Elektrozuganlagen kommen in Betracht, wo es sich lediglich um Beförderung schwerer Güter in größeren Zeitabständen handelt und große stündliche Leistungen nicht verlangt

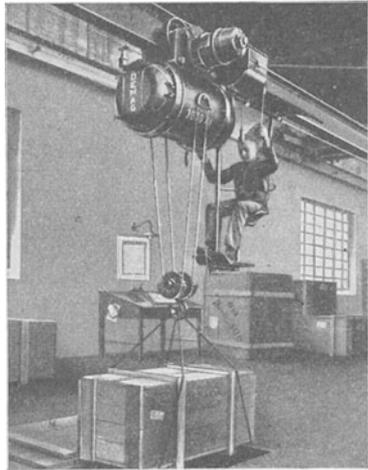


Abb. 546. Elektrozug mit elektrisch angetriebenem Fahrwerk u. Führersitz (Demag).

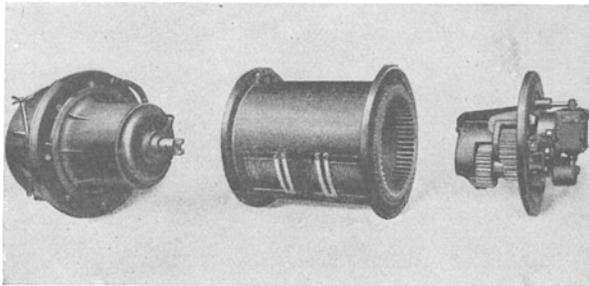


Abb. 547. Getriebe des Demag-Elektrozuges.

werden. Für Dauerbetrieb mit hoher Stundenleistung, wie sie von Elektrohängebahnen gefordert wird, sind sie nicht geeignet.

Die Triebwerke haben sehr verschiedenartige Bauart.

Die Demag hat das Übersetzungsgetriebe und den Motor selbst

in das Innere der Trommeln verlegt, die mit Innenverzahnung versehen sind (Abb. 547). Besonderer Wert wurde darauf gelegt, eine fliegende Anordnung von Rädern und Trommeln zu vermeiden.

Bleichert verwendet ein Umlaufrädergetriebe (Planetengetriebe) nach Abb. 548. Rechts an dem Wellenstumpf *k* der Welle mit dem Antriebsritzel *g* sitzt der Antriebsmotor, links die als Tellerbremse ausgebildete Bremse. Die Welle ist in dem Gehäuse gelagert; auf zwei Ansätze des Gehäuses stützt sich der frei umlaufende Steg *s*, der zugleich die Trommeln *e* und *f* trägt. Auf drei um  $120^\circ$  gegeneinander versetzten Achsen in dem Steg sind je miteinander fest verbundene Schweserräder *a* und *b* gelagert, deren Zahnkränze mit der Innenverzahnung der Trommeln *c* und *d* kämmen. Die Verzahnung der beiden Schweserräder

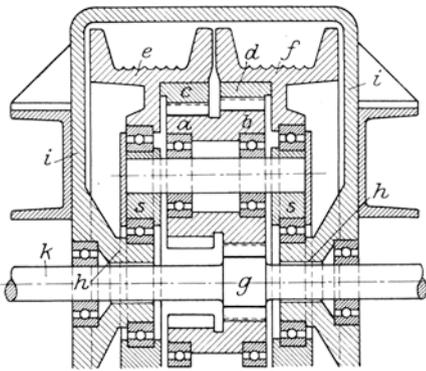


Abb. 548. Darstellung des Getriebes des Bleichert-Elektrozuges.

unterscheidet sich um einige Zähne. Das Ritzel *g* kann auf der Welle versetzt werden und arbeitet entweder mit dem rechten oder dem linken Zahnkranz der Schweserräder, je nachdem ob der Flaschenzug für eine größere oder kleinere Hubgeschwindigkeit eingerichtet werden soll. Sämtliche umlaufenden Teile laufen wegen der hohen Relativgeschwindigkeiten auf Kugeln. Da die Seiltrommeln gegenläufig bewickelt sind, zeigen sie auch das Bestreben, sich gegenläufig zu drehen, wobei der

zwischen *a*—*c* einerseits und *b*—*d* andererseits wirkende Zahndruck entgegengesetzte Krafrichtung hat. Weil nun beide Hubseile an der gleichen Last angreifen, muß gleiche Hub- und Wickelgeschwindigkeit für beide Seile und somit gleiche Umfangsgeschwindigkeit für beide Trommeln herrschen; ein Kraftausgleich findet innerhalb des Getriebes statt, die Planetenräder wirken also praktisch als Differentialgetriebe. Dabei können die Seile übereinander aufwickeln, denn das Getriebe sorgt für den Ausgleich, falls die Lagen auf den beiden Trommeln nicht gleichmäßig eingehalten werden. Die Wickelgeschwindigkeit bleibt immer dieselbe. Die Seiltrommeln können also schmal und hochbordig ausgeführt werden, wodurch die äußerst gedrängte Bauart erreicht wird.

#### b) Bahnen mit Führerbegleitung.

Große Leistungen lassen sich mit der ferngesteuerten Elektrohängebahn mit Windenbetrieb schwer erreichen, da einerseits der

Fahrtgeschwindigkeit durch das Befahren der geraden Strecken und Kurven mit stets gleichbleibender Geschwindigkeit, anderseits der Hubgeschwindigkeit infolge des selbsttätigen Arbeitens Grenzen gesetzt sind; ferner ist die Leistung dadurch beschränkt, daß man als höchste Nutzlast nur etwa 2—3000 kg zulassen kann. Größere Nutzlasten sind zwar ausführbar, aber die Windenwagen werden dann so unförmig



Abb. 549. Elektrowindenwagen mit Führersitz (ATG).

und schwer, daß Gewähr für einen einwandfreien Betrieb nicht mehr gegeben ist. Selbsttätige Schaltungen, die in den Kurven die Fahrtgeschwindigkeiten verlangsamen, um so auf den geraden Strecken mit entsprechend höheren Geschwindigkeiten fahren zu können, sind vereinzelt zu finden. Wenn jedoch, was immer vorkommen kann, diese Schaltung einmal versagt, so kann großes Unheil entstehen; solche Schaltungen werden deshalb heute kaum mehr ausgeführt. Um dennoch Tragkraft und Geschwindigkeit zu erhöhen, rüstet man die Windenwagen mit einem Führersitz aus (Abb. 549), an dem alle Schaltapparate untergebracht sind. Die Apparate werden von dem Führer bedient,

so daß die selbsttätigen Schaltungen entfallen. Für große Bahnen und Leistungen werden die Fahrzeuge als Führerstandskatzen ausgebildet (Abb. 509 u. 550). Die Fahr- und Hubmotoren werden vom Führer mittels Anlaßkontrollers über Anlaßwiderstände geschaltet, so daß die Wahl der Geschwindigkeit ganz in der Hand des Führers liegt. Infolgedessen können bei diesen Anlagen Fahrgeschwindigkeiten bis zu 180, selbst bis zu 240 m/min zugelassen werden, weil der Führer für entsprechende Verlangsamung in den Kurven sorgt. Auch die Hub-



Abb. 550. Schiffsentladung mittels Führerstandskatze mit Greifer. Bekohlungsanlage eines Elektrizitätswerkes (Kaiser).

geschwindigkeit wählt man wesentlich höher als bei den ferngesteuerten Katzen; je nach der Hubhöhe kommen Geschwindigkeiten bis zu 60 m/min vor. Führerstandskatzen weisen gegenüber den Anlagen mit Fernsteuerung noch den Vorteil auf, daß der Führer die Anlage überall gut übersehen kann, was insbesondere beim Greifen unmittelbar aus Eisenbahnwagen sehr zu beachten ist.

Die Schaltung der elektrischen Einrichtung gleicht den normalen Kranschaltungen. Man wählt bei Gleichstrom als Bremschaltung die Senkbrem- oder Senkkraft-

schaltung (vgl. S. 303), bei Drehstrom die übersynchrone Bremschaltung; auch andere Sonderschaltungen werden häufig angewandt. Fahrwerke wie Hubwerke sind mit magnetischen Bremsen ausgerüstet, und ein Endausschalter sorgt für Abschaltung des Stromes in höchster Stellung der Last.

Führerstandskatzen kommen vornehmlich für Greiferbetrieb in Betracht. Da die Bedienung der Winde vom Führerstande aus erfolgt, werden Hub- und Entleertrommeln vorgesehen, so daß mit Zweiseilgreifern gearbeitet werden kann. Die Winden werden größtenteils, ähnlich den Greiferwinden der Krane, mit Stirnradübersetzungen versehen, bei denen der Motor für Heben und Senken seine Drehrichtung wechselt. Abweichend hiervon läßt Kaiser den Motor in einer Dreh-

richtung durchlaufen und erreicht mittels Druckluftsteuerung und Kupplungen die Umschaltung auf Heben oder Senken. Dadurch, daß der Motor und sämtliche Triebwerksteile bis zu den Trommeln ständig ihre Drehrichtung beibehalten und nicht bei jedesmaligem Ein- oder Ausschalten die lebendige Kraft der rotierenden Massen abgebremst bzw. wieder in Bewegung gesetzt werden muß, können die Schaltvorgänge beschleunigt werden. In Abb. 551 bedeuten: *A* den Elektromotor, der ständig in Bewegung ist und zugleich die Druckluftpumpe *L* antreibt, *N* den Druckluftbehälter, *B* die Haupttreibungskupplung, *C* die Bremse, die allein die Last in der Senkstellung abbremst, *D* die Vorgeachse, die durch Zahnräder mit der Schließtrommel *E* fest verbunden

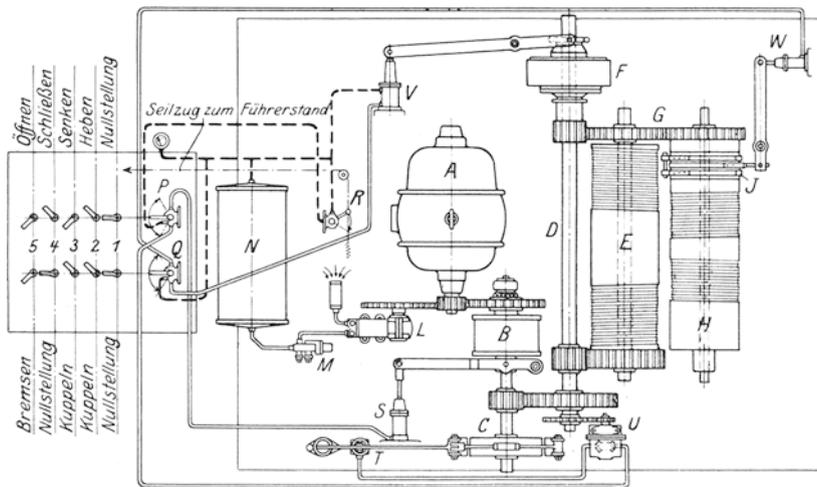


Abb. 551. Druckluftsteuerung für Führerstandskatzen (Kaiser).

ist und über die Greiferkupplung *F* und das lose Zahnrad *G* auf die Entleertrommel *H* mit der Bremse *I* arbeitet. *P* und *Q* sind die Steuerventile im Führerhaus, *R* der Endausschalter, *M* der Druckregler, *S*, *T*, *V* und *W* die Steuerzylinder. Der Fliehkraftregler *U* sorgt für das Einspielen der Bremsen beim Senken auf eine Höchstgeschwindigkeit. Die gestrichelten Linien bezeichnen die ständig unter Druck befindlichen Rohrleitungen. Infolge der Betätigung der Bremsen und Kupplungen durch Druckluft erreicht man ein äußerst elastisches und stoßfreies Lüften und Kuppeln und dabei eine sehr einfache Bedienung.

Bleichert verwendet auch für Führerstandskatzen mit Greiferbetrieb ein Planetengetriebe (Abb. 552), ähnlich dem der Elektrozüge (vgl. S. 330). Da aber die Betätigung eines Zweiseilgreifers neben der Verteilung der Last auf zwei Hubseile und Relativbewegung des einen

Seiles gegen das andere noch den zwangsweisen Gleichlauf beider Trümmer und entsprechende Drehung der zugehörigen Seiltrommeln verlangt, so ist bei diesen Winden noch ein abbrensbare Zentralrad *w* angeordnet, das bei gleichmäßig in entgegengesetzter Richtung umlaufenden und dabei gleichmäßig belasteten Trommeln in Ruhe ist. Festgebremst erzwingt dieses Zentralrad bei ungleicher Belastung einen gleichen Lauf der Trommeln.

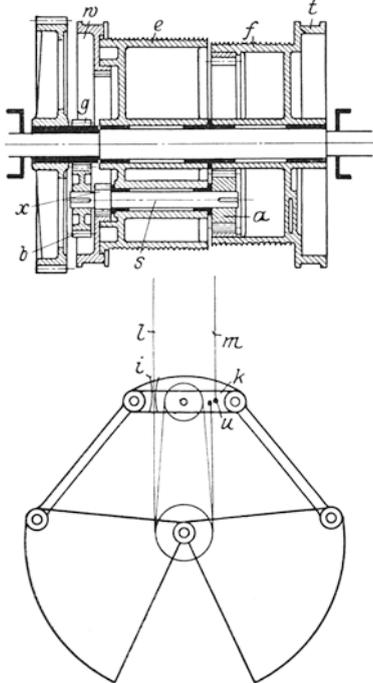


Abb. 552. Windwerk mit Umlauf-  
rädergetriebe für Führerstands-  
greiferkatzen (Bleichert).

Auf einer feststehenden Mittelachse sind das Antriebszahnrad nebst Ritzel *g* und die beiden gegenläufigen Trommeln *e* und *f*, an der Lasttrommel *e* (Schließseiltrommel) die Bremsscheibe *w* frei drehbar gelagert; die Lasttrommel *f* ist mit der Bremsscheibe *t* verbunden. In der Lasttrommel *e* ist die Stegwellen *s* des Umlaufrädergetriebes angeordnet; sie ist mit drei Schwesterrädern verbunden, von denen das eine *b* mit dem auf der mittleren Welle drehbaren Antriebsritzel *g*, das zweite *x* mit einem innen verzahnten, mit der Bremsscheibe *w* verbundenen Zentralrad, und das dritte *a* mit einem innen verzahnten, mit der Trommel *f* und dadurch mit der Bremsscheibe *t* verbundenen Zentralrad kämmt. Von der Trommel *e* läuft ein Seil *l* durch die Klüsen *i* des Greiferkopfes *k* und durch den Flaschenzug zum Greiferkopf; von der Trommel *f* läuft ein Seil *m* unmittelbar zu seiner Befestigungsstelle *u* am Greiferkopf. Die Seile sind in einander

entgegengesetztem Sinne auf ihre Trommeln aufgewickelt, so daß sie sich bei gegenläufigen Trommeln gleichzeitig auf- oder abwickeln.

Die Übersetzungen zwischen den Schwesterrädern *x* und *a* und den zugehörigen Zentralrädern sind so bemessen, daß die Trommeln sich nicht nur bei gelösten Bremsen *w* und *t*, sondern auch bei Feststellung der Bremsscheibe *w* gegenläufig bewegen. Bei gelösten Bremsen wirkt das Umlaufrädergetriebe zwischen beiden Trommeln ausgleichend derart, daß sich ein durch die Übersetzung bestimmtes feststehendes Verhältnis zwischen den Spannungen der beiden Seile einstellt, unabhängig davon, ob der Antriebsmotor stillsteht oder sich bewegt. Dieses

Verhältnis wird auch bei ungleichmäßigem Aufspulen der Seile während des Greiferschließens aufrecht erhalten. Die Umlaufgeschwindigkeit der Trommeln stellt sich bei gelösten Bremsen kraftschlüssig so ein, daß das Verhältnis gewahrt bleibt. Bei festgestellter Bremsscheibe  $t$  läuft nur die Trommel  $e$  um, bei festgestellter Bremsscheibe  $w$  laufen beide Trommeln mit der durch die Räderübersetzung erzwungenen Geschwindigkeit um. Diese Übersetzung ist auf gleiche Wickelgeschwindigkeit eingerichtet.

Zum Schließen des auf das Fördergut abgesehenen Greifers wird der Motor auf „Heben“ geschaltet und beide Bremsen  $w$  und  $t$  gelöst. Die Trommel  $f$  strafft das Seil  $m$ , steht aber im wesentlichen, wie auch der Greiferkopf selber, still oder spult sogar etwas ab, wenn der Greifer in das Fördergut eindringt, während die Trommel  $e$ , entsprechend schneller umlaufend, dafür mehr Seillänge des Trumms  $l$  einholt. Dieses Geschwindigkeitsverhältnis der beiden Trommeln wird dadurch erzwungen, daß beim Anheben des Greiferkopfes in dem Seil  $m$  eine weit höhere Spannung entstehen würde, als die Übersetzung zwischen der Trommel  $f$  und der Trommel  $e$  zuläßt.

Die Geschwindigkeit der Schließseiltrommel ist während des Greifens doppelt so groß wie normal; da aber das Schließseiltrum entsprechend mehrfach in den Flaschenzug eingeschert ist, wird die Schließbewegung selbst nicht beschleunigt gegenüber den üblichen Zweiseilgreifer-Anordnungen. Nach beendeter Schließbewegung folgt auch der Greiferkopf dem Zug des Seiles  $m$ , ohne daß irgend etwas an der Schaltung des Motors oder der Bremsen geändert wird. Nunmehr wickeln sich beide Seile mit der gleichen Geschwindigkeit auf ihre Trommeln; sie sind während des Greiferschlusses und der anschließenden Hubbewegung und ebenso beim Senken annähernd gleich belastet; anders aber beim Öffnen. Soll der Greifer gesenkt werden, so wird die Arbeitsrichtung des Motors zunächst umgesteuert; soll er dann entleert werden, so wird die Trommel  $f$  mittels der Bremsscheibe  $t$  festgestellt, so daß das Seil  $l$  allein von der Trommel  $e$  abläuft. Wird dann die Bremsscheibe  $t$  gelöst und die Bremsscheibe  $w$  festgestellt, so senkt sich der Greifer in geöffnete Stellung, wobei das Seil  $m$  seine volle Last trägt, während das Seil  $l$  unbelastet, aber stets mit gleicher Geschwindigkeit mitläuft. Ebenso wird der Greifer bei Hubschaltung der Winde in offener Stellung gehoben.

Während bei den üblichen Windenkonstruktionen für Zweiseilgreifer der Greifer nach erfolgtem Schaufelschluß lediglich am Schließseil hängt und der Zug des durch eine Reibungsschleppkuppelung gestrafften Entleerseiles für das Heben des Greifers kaum in Betracht zu ziehen ist, verteilt sich bei dem Windwerk mit Umlaufträdergetriebe die Last auf beide Seile zu annähernd gleichen Teilen. Um dennoch

die gleiche Schließkraft wie bei den üblichen Zweiseilgreifertypen zu erreichen, ist der Flaschenzug am Greifer mit entsprechend mehr Rollen ausgeführt.

Führerstandskatzen werden zumeist mit Fahrwerken für Kopfschiene ausgeführt. Die Unterflansche von I-Trägern kommen nur dann als Fahrbahn in Betracht, wenn ein äußerst gedrücktes Durchgangsprofil verlangt wird oder aber die Bahn geradlinig ohne Kurven durchgeführt werden kann, wie bei einfachen Verladebrücken ohne Abzweigung nach einer festen Strecke außerhalb der Brücke. Die

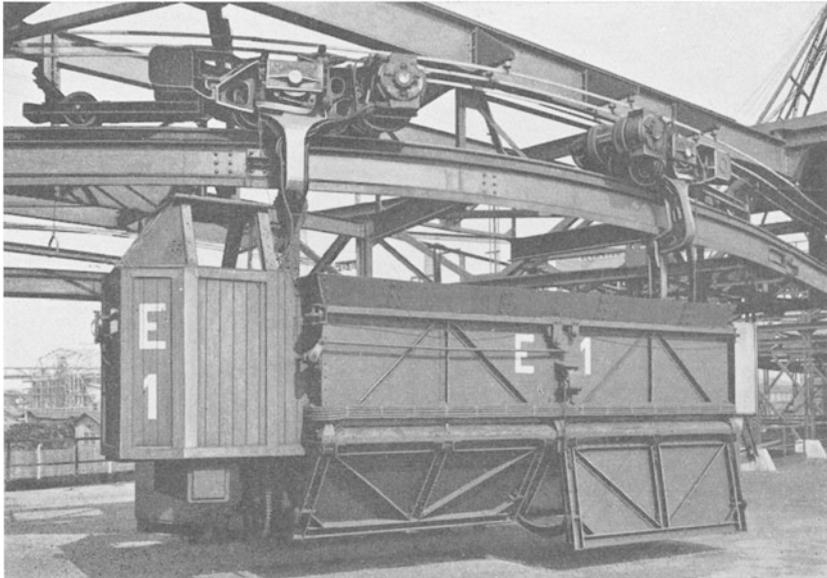


Abb. 553. Kübelwagen mit Führerbegleitung und einem Kübel von 13 m<sup>3</sup> Inhalt zu einer Elektrohängebahn von 500 t Stundenleistung (Pohlig).

Linienführung der Bahn wird den örtlichen Verhältnissen ebenso angepaßt wie bei Anlagen mit ferngesteuerten Katzen, doch muß der Kurvenradius mindestens etwa 4–5 m sein; sollen die Kurven jedoch mit größerer Geschwindigkeit als etwa 60 m/min durchfahren werden, so sind die Kurven entsprechend schlanker zu halten.

Laufwerke mit Kübel und Führerbegleitung ohne Winde kamen bislang äußerst selten vor, erst in neuerer Zeit erlangen sie größere Bedeutung. Durch großen Kübelinhalt und hohe Geschwindigkeit kann die Leistung einer solchen Bahn, die in Pendel- oder Kreisverkehr fährt, sehr hoch getrieben werden, so daß die schwerere Tragkonstruktion und der Bedarf an Personal für jeden einzelnen Wagen sich wieder

bezahlt macht, um so mehr, als eine Blockanlage vermieden wird (Abb. 553 u. 554).

Die Förderleistung läßt sich bei derartigen Bahnen dadurch noch steigern, daß man ein Kübellaufwerk mit Führerbegleitung als Zugmaschine für mehrere angehängte motorlose Laufwerke benutzt.

### E. Anwendung von Hängebahnen.

Die Hängebahnen haben gegenüber den auf Flur verlegten Gleisbahnen hauptsächlich folgende Vorteile:

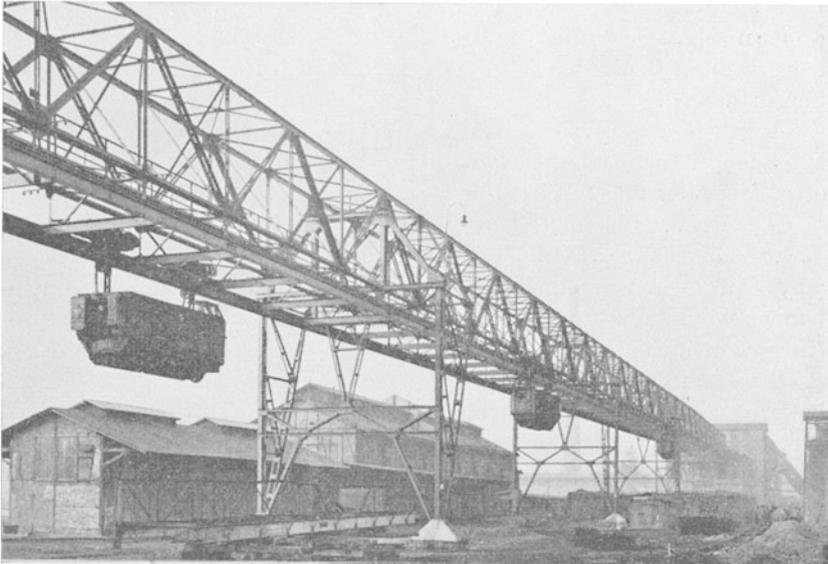


Abb. 554. Ein Teil der Strecke einer Elektrohängebahn von 500 t Stundenleistung (Pohlig).

1. Der Bedarf an Grundfläche ist gering und im allgemeinen beschränkt auf die für die Unterstützungen benötigte Fläche.
2. Der Raum unterhalb der Laufbahn wird freigehalten, der übrige Verkehr nicht behindert.
3. Die Linienführung ist in hohem Grade unabhängig vom Gelände, von Gebäuden, baulichen Einrichtungen usw.; sie kann daher den jeweiligen Bedürfnissen bestens angepaßt werden.
4. Unnötiges Umladen wird vermieden durch die Möglichkeit, die Laufbahn auf beliebige Höhe zu führen (Drahtseilbahnen) oder bei wagerechter Laufbahn die Last zu heben (Elektro- und Handhängebahnen).

5. Die Betriebskosten sind niedrig. Dies liegt einerseits an dem niedrigen Kraftverbrauch infolge der geringen Fahrwiderstände, so dann an der weitgehenden Selbsttätigkeit der Arbeitsvorgänge, wodurch die Bedienung einfach und billig wird.

Über die Verwendung der verschiedenen Hängebahnarten lassen sich nur ganz allgemeine Gesichtspunkte geben, da sich die einzelnen Verwendungsgebiete überschneiden. Häufig kann erst nach genauer Prüfung sämtlicher Bedingungen die richtige Wahl getroffen werden, insbesondere dann, wenn das Fördermittel nachträglich an gegebene Verhältnisse angepaßt werden soll. Entscheidend für die Beurteilung muß stets die Berechnung der im Betriebe entstehenden Förderkosten sein. Die einseitige Betrachtung des Anschaffungspreises oder der gesamten Baukosten ist ein Fehler, der sich im Betriebe sehr bald rächen kann<sup>1)</sup>.

Angaben über die Sonderanwendungsgebiete sind bereits bei den einzelnen Abschnitten gemacht worden. Zusammengefaßt ergibt sich etwa folgendes allgemeines Bild:

Die Drahtseilbahnen sind Fernfördermittel, die Hand- und Elektrohängebahnen Nahfördermittel. Dies schließt natürlich nicht aus, daß es zweckmäßige und wirtschaftlich arbeitende Drahtseilbahnen von hundert und weniger Metern, andererseits Hand- und Elektrohängebahnen mit kilometerlangen Schienenwegen gibt.

Die Drahtseilbahn tritt bei mittleren und großen Längen in Wettbewerb vor allem mit lokomotivbetriebenen Gleisbahnen oder mit Streckenförderungen.

Die Vorteile der Drahtseilbahn kommen vor allem dort zur Geltung, wo die Bahn über bebauten oder für Betriebe irgendwelcher Art benutztes Gelände führt, da das überschrittene Gelände nur an dem Aufstellungsorte der Stützen und Streckenbauwerke für andere Zwecke unbrauchbar wird. Die Aufstellungsorte dieser Bauten können obendrein weitgehend den jeweiligen Bedingungen angepaßt werden. Gelände von beliebiger Gestalt läßt sich mit Drahtseilbahnen fast immer auf dem kürzesten Wege überschreiten; die praktisch vorkommenden Steigungen sind ohne besondere Vorrichtungen zu überwinden. Witterungsunbilden, insbesondere Schnee, beeinträchtigen den Betrieb nicht. Gerade die Unabhängigkeit von Gelände und Witterung macht die Drahtseilbahn häufig zu dem einzig anwendbaren mechanischen Fördermittel in gebirgigem Gelände, ebenso in ebener Gegend, wo Wasserläufe, Straßen oder Eisenbahnen zu überschreiten sind (Abb. 555). Im allgemeinen ist es nicht erforderlich, Energie nutzlos durch Bremsung zu vernichten, denn das Gewicht der abwärts- und der aufwärtsfahrenden Wagen

---

<sup>1)</sup> Vgl. v. Hanffstengel, Billig Verladen und Fördern, 3. Aufl., S. 5.

gleichet sich aus. Bei Abwärtsförderung wird die zu Tal gehende Last als Antriebskraft verwertet; Kraftüberschüsse lassen sich in Nutzarbeit umsetzen. Bedienung ist nur in den Stationen nötig.

Lokomotivbetriebene Feldbahnen kommen nur dort ernstlich in Frage gegenüber Drahtseilbahnen, wo keine oder geringe Gelände- oder Überquerungsschwierigkeiten vorhanden sind, wo viele Ladestellen auf großem Raum verteilt sind, wo die Ladestellen im Laufe der Zeit wechseln oder wo der Verkehr stoßweise erfolgt. Im Gegensatz zur Feldbahn ist die Drahtseilbahn an bestimmte Belade- und Entladestellen mit höchstens der einen oder anderen Zuladestelle gebunden; eine spätere Stationsverschiebung ist zwar möglich, aber meistens umständlich.

Streckenförderungen stehen den Drahtseilbahnen bezüglich der Geländeschwierigkeiten ähnlich gegenüber wie Feldbahnen mit Loko-

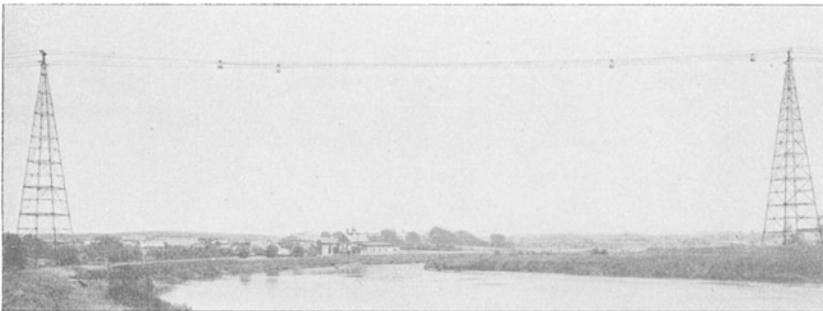


Abb. 555. Überqueren eines von Seeschiffen befahrenen Wasserlaufes durch Drahtseilbahn (Bleichert).

motivbetrieb. Da die Streckenförderungen ein endloses Zugmittel besitzen, sind die übrigen Bedingungen ähnlich wie bei der Drahtseilbahn; Zuladung auf der Strecke ist meist leichter durchführbar, ebenso Stationsverlegung.

In neuerer Zeit tritt gelegentlich Förderung mit Lastkraftwagen in Wettbewerb mit der Drahtseilbahn, allerdings nur bei geringen oder unregelmäßigen Leistungen; die Wegunterhaltungskosten kommen zu den übrigen nicht niedrigen Betriebskosten. Ein schwerwiegender Nachteil ist ferner, ebenso wie bei den bodenständigen Gleisbahnen, die Abhängigkeit von der Witterung (z. B. Schnee, Glatteis).

Bei Längen bis 500 m wird in manchen Fällen zwischen einer Drahtseilbahn und einem Kabelkran<sup>1)</sup> zu wählen sein, der zwar ohne Zwischenstützen die Strecke überspannt, aber seitliche Bewegung der Laufbahn, ferner senkrecht Heben und Senken der Last zuläßt. Bis zu solchen Längen wird auch die Elektrohängebahn der

<sup>1)</sup> Vgl. Band III.

Drahtseilbahn oder häufiger noch der Schienenhängebahn mit Zugseilbetrieb gegenüberzustellen sein, der letzteren vor allem bei Förderung über Lager- und Werkplätzen. Entscheidend ist meist, wie und wo die Belade- und Entladevorgänge sich abspielen sollen und wie vorhandene Höhenunterschiede am besten überwunden werden, ob durch schräge Laufbahn — dann Schienenhängebahn mit Zugseilbetrieb, gelegentlich auch Elektrohängebahn mit Kettenstrecke — oder durch senkrechtes Heben und Senken der Last — dann Elektrohängebahn oder Kabelkran.

Bei der Frage, ob Einseilbahn oder Zweiseilbahn, spielt zunächst die Förderleistung eine Rolle, ferner der Zweck der Anlage, z. B. ob für vorübergehenden oder für dauernden Betrieb. Einseilbahnen haben geringere Anschaffungskosten, dafür sind aber die Betriebskosten höher. Bei kleinen Fördermengen, etwa bis 10 t/st, wird meist eine Einseilbahn in erster Linie in Frage kommen, vorausgesetzt daß nicht schwere Einzellasten gefördert werden müssen und daher eine Zweiseilbahn als Pendelbahn vorteilhafter wird. Einseilbahnen für größere Leistungen (bis 30 und mehr t/st) werden vornehmlich dort verwendet, wo es sich um Bahnen handelt, die nur wenige Jahre im Betrieb sein sollen oder bei denen aus irgendeinem Grunde die Anschaffungskosten gering sein müssen. Für Dauerleistungen wird bei Förderungen über 10 bis 20 t/st die Zweiseilbahn meist vorteilhafter trotz des höheren Anschaffungspreises.

**Die Elektrohängebahn** kommt als Nahfördermittel für die Förderung von Gütern aller Art innerhalb von Gebäuden sowie auf Werk- und Lagerplätzen in Betracht. Bahnen mit windenlosen Wagen sind das geeignete Fördermittel für die Beschickung von Lagerhallen mit vielen Abwurfgleisen, z. B. dort, wo die Mischung des Fördergutes unmittelbar durch die Bahn ausgeführt werden soll, ferner für Lagerplätze (Kohlen- oder Erzlager) mit fahrbaren Brücken. Eine Vorrichtung für die Wiederaufnahme (z. B. Greiferdrehkran) muß in diesen Fällen vorgesehen werden.

Bahnen mit Windenwagen und Fernsteuerung kommen mit entsprechenden Fördergefäßen, die ganz nach der Art des Fördergutes ausgeführt werden, für die verschiedensten Fördervorgänge innerhalb von Betrieben in Frage. Mit Selbstgreifern ausgerüstet dienen diese Elektrohängebahnen insbesondere zur Eisenbahnwagen- oder Schiffsentladung und zur Kessel- oder Generatorenbekohlung bis etwa 35 t/st. Zwischen Entladestelle (Eisenbahnwagen oder Schiff) und Verbrauchsstelle wird meist ein Lagerplatz angeordnet, der von dem Greiferwagen durch Abwurf und Wiederaufnahme bedient wird. Bei großen Leistungen und Entfernungen — über 100 m — zwischen Belade- und Entladestelle sind Wagen mit Führerbegleitung vorteilhafter als Fernsteuerwagen.

Die Elektrohängebahn tritt je nach den vorliegenden Verhältnissen in

Wettbewerb mit der Drahtseilbahn bzw. Schienenhängebahn mit Zugseilbetrieb, mit der Handhängebahn (nur bei kleinen Leistungen) oder mit anderen Nahfördermitteln, wie Gurtförderern, Pendelbecherwerken u. dgl., ferner mit reinen Krananlagen.

Die Vorteile einer Elektrohängebahn gegenüber der Drahtseilbahn bzw. Schienenhängebahn mit Zugseilbetrieb liegen in dem vollkommen selbsttätigen Arbeiten der Wagen an den Belade- und Entladestellen sowie in der größeren Anpassungsfähigkeit der Linienführung an gegebene Verhältnisse, da die Elektrohängebahn Kurven und Weichen ohne besondere Einrichtung befahren kann. Vorteilhaft ist außerdem, daß die Wagen zum Heben und Senken der Last herangezogen werden können, daß die Windenwagen mit Selbstgreifern ausgerüstet werden können, und daß der Bedienungsstand an beliebiger Stelle angeordnet werden kann, so daß selbst in stark verbauten Fabrikanlagen der Bedienungsmann die ganze Bahnanlage noch gut zu übersehen vermag. Bei Schiffs- oder Eisenbahnwagenentladung oder bei Lagerplatzbeschiebung ist bei Verwendung von Windenwagen eine besondere Lade- und Aufgabevorrichtung nicht erforderlich. Die Elektrohängebahn mit Windenbetrieb kann der Drahtseilbahn bis zu Längen von etwa 500 m zwischen Belade- und Entladestelle erfolgreich gegenübergestellt werden. Bei noch größeren Längen wird die Elektrohängebahn, da ihre Tragkonstruktion erheblich schwerer und teurer ist als die einer Drahtseilbahn, meist zu teuer und daher unwirtschaftlicher als eine Drahtseilbahn von gleicher Leistung.

Gegenüber einer Handhängebahn weist die Elektrohängebahn den Vorteil der höheren Leistungsfähigkeit, der selbsttätigen Arbeitsweise und des geringen Bedienungspersonals auf.

Nicht verwandt werden darf die Elektrohängebahn dort, wo durch das unvermeidliche Funken zwischen Stromabnehmer und Fahrdrabt Explosionsgefahr entsteht.

**Handhängebahnen** kommen vornehmlich innerhalb von Räumlichkeiten, auch auf Höfen, Lagerplätzen usw. in Betracht, und zwar vor allem dort, wo maschineller Betrieb infolge kleiner und unregelmäßiger Fördermengen, verschiedenartiger Förderwege oder verzweigter Laufbahn zu teuer wird. Die hochgelegene, den übrigen Verkehr nicht behindernde Fahrbahn, die Unabhängigkeit von Unebenheiten des Bodens und der geringe Fahrwiderstand geben der Handhängebahn den Vorzug vor Förderung mittels Roll- oder Schienewagen. Die gegenüber der Einschienbahn teurere Zweischienbahn wird sich überall dort bezahlt machen, wo im Schienennetz viele häufig benutzte Abzweigungen und Kreuzungen notwendig werden, ferner dort, wo trotz Abzweigungen unbedingte Gewähr gegen Absturz gefordert wird (z. B. flüssiges Eisen in Gießereien).

# Anhang.

## 1. Abkürzungen und Bezeichnungen.

- st* = Stunde  
*min* = Minute.  
*sek* = Sekunde.  
*KW* = Kilowatt.  
*PS* = Pferdestärke.  
*t* = Zeit in sek.  
*s* = Weg in m.  
*v* = Geschwindigkeit in m/sek.  
*p* = Beschleunigung in m/sek<sup>2</sup>.  
*g* = 9,81 m/sek<sup>2</sup> = Beschleunigung des freien Falles.  
*n* = Anzahl der Umdrehungen in der Minute (u/min).  
*γ* = Spezifisches Gewicht (bzw. Raumgewicht in t/cbm).  
*μ* = Reibungskoeffizient.  
*V* = Förderleistung in cbm/st.  
*Q* =  $\gamma \cdot V$  = Förderleistung in t/st.  
*L* = Förderlänge.  
*H* = Hubhöhe.  
*a* = Abstand der Fördergefäße.  
*i* = Inhalt eines Fördergefäßes in l.  
*g* =  $\gamma \cdot i$  = Inhalt eines Fördergefäßes in kg.  
*g<sub>0</sub>* = Leergewicht eines Fördergefäßes in kg.  
*q<sub>s</sub>* = Gewicht des Zugmittels in kg/m.  
*w* = Widerstandskoeffizient.  
*N* = Kraftverbrauch in PS.  
*S* = Ketten- oder Seilspannung in kg.  
*σ* = Spannung in kg/qcm.

## 2. Grundformeln.

Soll eine bestimmte Leistung  $Q$  erreicht werden, so ist die Zahl der stündlich zu fördernden Lasten  $\frac{1000 Q}{g}$ , die Fördergefäße müssen sich also in Zeitintervallen von  $t = \frac{3600}{\frac{1000 Q}{g}} = \frac{3,6 g}{Q}$  Sekunden folgen. Auf Bahnen mit Ringbetrieb beträgt demnach der Abstand der einzelnen Gefäße voneinander:

$$a = vt = \frac{3,6 g}{Q} \cdot v \text{ (m)} \dots \dots \dots (1)$$

Der Widerstand, den ein Gewicht von der Größe  $G$  der Fortbewegung entgegensetzt, ist  $W = w \cdot G$ . Bei gegebener Förderleistung  $Q$  sind in einer Sekunde zu

fördern  $\frac{1000 Q}{3600}$  kg, so daß bei  $L$  m Förderlänge der auf die Nutzlast entfallende Kraftverbrauch beträgt:

$$N = w \cdot L \cdot \frac{1000 Q}{3600} \cdot \frac{1}{75} = \frac{w \cdot Q \cdot L}{270} \text{ (PS)} \quad \dots \quad (2)$$

Bei senkrechter Hebung ist  $w = 1$  und  $L = H$ , also die Nutzarbeit:

$$N = \frac{Q \cdot H}{270} \quad \dots \quad (3)$$

### 3. Spezifische Gewichte (kg/l oder t/cbm).

#### a) Baustoffe.

Flußeisen . . . . .	7,85
Schweißeisen. . . . .	7,8
Gußeisen . . . . .	7,25
Bronze . . . . .	7,4 bis 8,9
Beton . . . . .	1,80 bis 2,45
Eiche, lufttrocken . . . . .	0,93 bis 1,28
Fichte (Rottanne), lufttrocken. . . . .	0,35 bis 0,60
Kiefer (Föhre), lufttrocken . . . . .	0,31 bis 0,76
Ziegelmauerwerk, trocken . . . . .	1,42 bis 1,46

#### b) Fördermaterialien.

Roggen, geschüttet . . . . .	0,68 bis 0,79
Weizen, „ . . . . .	0,7 bis 0,8
Gerste, „ . . . . .	0,69
Hafer, „ . . . . .	0,43
Rüben „ . . . . .	0,57 bis 0,65
Anthrazitkohle, geschüttet . . . . .	0,85 bis 0,90
Ruhrkohle, geschüttet . . . . .	0,80 bis 0,86
Saarkohle, geschüttet . . . . .	0,72 bis 0,80
Braunkohle, lufttrocken, in Stücken . . . . .	0,65 bis 0,78
Koks, geschüttet . . . . .	0,4 bis 0,5
Steinsalz, gemahlen . . . . .	0,8 bis 1,0
Sand, fein und trocken . . . . .	1,40 bis 1,65
„ fein und feucht . . . . .	1,90 bis 2,05
„ grob . . . . .	1,4 bis 1,5
Formsand, geschüttet. . . . .	1,2
Kies, trocken . . . . .	1,8
„ naß . . . . .	2,0
Erde, trocken . . . . .	1,2
„ naß . . . . .	1,7
Kalk- und Bruchsteine . . . . .	2,0
Ton . . . . .	1,8 bis 2,0
Asche, trocken . . . . .	0,6
„ feucht . . . . .	0,7
Portlandzement, lose geschüttet . . . . .	1,1 bis 1,3
Schlackenzement, lose geschüttet . . . . .	0,9 bis 1,0
Ziegel, gewöhnlich . . . . .	1,40 bis 1,55
„ Klinker . . . . .	1,6 bis 2,0
Buchenholz, in Scheiten . . . . .	0,40

Eichenholz, in Scheiten . . . . .	0,42
Fichtenholz, in Scheiten . . . . .	0,32
Eis . . . . .	0,88 bis 0,92

#### 4. Maßtabelle.

(Alle nicht metrischen Maße sind englische Maße.)

1 Zoll		= 25,40 mm
1 Fuß	= 12 Zoll	= 304,79 mm
1 yard	= 3 Fuß	= 0,914 m
1 statute mile	= 1760 yards	= 1,609 km
1 nautical mile	= 6080 Fuß	= 1,853 km
1 m		= 3,281 Fuß
1 cbm	= 35,32 Kubikfuß	= 1,308 cubic yards
		= 27,47 Bushels
1 l		= 61,0 Kubikzoll
1 kg		= 2,20 Pfund
1 short ton	= 2000 Pfund	= 907 kg
1 long ton	= 2240 Pfund	= 1016 kg
1 kg/l	= 1 t/cbm	= 62,4 Pfund/Kubikfuß
1 kg/qcm		= 14,22 Pfund/Quadratzoll
1 kg/ld. m		= 0,627 Pfund/ld. Fuß
1 m/sek		= 196,9 Fuß/min
1 PS	= 75 mkg/sek	= 736 Watt
		= ~ 33 000 Fußpfund/min
1 Wattstunde		= 367 mkg.

## Verzeichnis der im Buche genannten Firmen.

Namen der Firma	Im Text bezeichnet mit
Allgemeine Transportanlagen-Gesellschaft, Leipzig <sup>1)</sup>	ATG
Adolf Bleichert & Co., Leipzig-Gohlis <sup>1)</sup>	Bleichert
Deutsche Maschinenfabrik, A.-G., Duisburg	Demag
Friedenshütter Feld- und Kleinbahnbedarfsgesellschaft, Berlin	vollem Namen
J. P. Goossens, Lochner & Co., Waggonfabrik, Brand bei Aachen	Goossens
C. W. Hasenclever Söhne, Maschinenfabrik, Düsseldorf	Hasenclever
Hannoversche Waggonfabrik A.-G., Hannover	Hawa
Gesellschaft für Förderanlagen Ernst Heckel m. b. H., Saarbrücken	Heckel
Maschinenbauanstalt Humboldt, Köln-Kalk	Humboldt
Kaiser & Co., Maschinenfabrik, A.-G., Cassel <sup>2)</sup>	Kaiser
Gebrüder Koettgen, Berg.-Gladbach	Gebrüder Koettgen
Max Krempler, Maschinenfabrik, Schkeuditz, Bez. Halle (Saale)	Krempler
Fried. Krupp A.-G., Essen	Krupp
Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G., Breslau	vollem Namen
A. W. Mackensen, Maschinenfabrik und Eisengießerei G. m. b. H., Magdeburg-N.	Mackensen
Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., Augsburg und Nürnberg	MAN
Eisenwerk (vorm. Nagel & Kaemp) A.-G., Hamburg	Nagel & Kaemp
Norddeutsche Waggonfabrik, Bremen	vollem Namen
Oberschlesische Eisenbahnbedarfs-A.-G., Gleiwitz	Oberbedarf
Orenstein & Koppel A.-G., Berlin SW 61	Orenstein & Koppel
J. Pohlig A.-G., Köln-Zollstock	Pohlig
Rheinische Metallwaren- und Maschinenfabrik, A.-G., Düsseldorf	Rheinmetall
Richard, Paris	Richard
Siemens-Schuckert-Werke, Siemensstadt b. Berlin	SSW
Gust. Talbot & Cie., Waggonfabrik, Aachen	Talbot
Maschinenbau-Akt.-Ges. Tigler, Duisburg-Meiderich	Tigler
T. Tourtellier & Fils, Mülhausen i. Els.	Tourtellier
Waggonfabrik L. Steinfurt, Königsberg	vollem Namen
Waggonfabrik Uerdingen, Uerdingen	vollem Namen
Waggon- und Maschinenbau A.-G., Görlitz	Wumag

<sup>1)</sup> Die ATG. hat neuerdings den Bau von Drahtseilbahnen, Bleichert den Bau von Elektrohängebahnen aufgegeben.

<sup>2)</sup> Diese Firma besteht nicht mehr. Die Drahtseilbahnabteilung ist von Bleichert, die Handhängebahnabteilung von der ATG. erworben.

# Sachverzeichnis.

(Die Zahlen sind Seitenzahlen.)

Abkürzungen 342.

Antrieb s. Kettenantrieb, Zugseilantrieb.

Anschlagvorrichtungen 151.

Anwendung von Hängebahnen 337.

Aufzüge 317.

Aufzugkipper 90.

Ausgleichgetriebe bei Zugseilantrieben 133, 235.

Beladen von Drahtseilbahnwagen 262.

Bezeichnungen 342.

Blocksicherungen für Elektrohängebahnen 310.

Bodenentleerer 34.

Bodenkippwagen 25.

Bremsbergförderung 126.

Doppelkipper 80.

Drahtseilbahnanlagen, ausgeführte 275.

Drahtseilbahnen 210, 338.

Drahtseilbahnstationen 261.

Drahtseilbahnwagen 243.

Drehscheibenkipper 84.

Einschienige Bahnen s. Hängebahnen.

Einseilbahnen 282.

Eisenbahnwagen 1.

Elektrohängebahnen 288, 340.

Elektrohängebahnwagen 297.

Elektroseilbahn 318, 323.

Elektrozüge 328.

Entladung von Drahtseilbahnwagen 267.

Fangvorrichtungen für Streckenförderungen 170.

Fangvorrichtungen für Wagenkipper 57.  
Feldseilbahnen 286.

Fernsteuerung für Elektrohängebahnen 305.

Firmenverzeichnis 345.

Flachboden-Selbstentlader 48.

Förderhaspel 125.

Führung des Zugmittels 156.

Führerstandslaufkatzen 289, 330.

Gewichte s. Raumgewichte.

Großraumförderung 129.

Grubenwagen 17, 245.

Haldendrahtseilbahnen 270, 280.

Hängebahnen 195, 271, 341.

Hängebahnwagen 203.

Haspel 125.

Hochkipper 87.

Hochofenbegichtung 323.

Kastenkippwagen 21.

Ketten 142.

Kettenantrieb 137.

Kettenseil, Bauart Glinz 149.

Kipperbrücken 98.

Kippvorrichtung für Feldbahnwagen 12.

Kippwagen 18.

Klemmapparate 153, 246, 284.

Klemmscheiben 136.

Kohlenpritsche 97.

Kohlenstaubwagen 30.

Kreiselwipper 63, 113, 169.

Kübelwagen 28.

Kuppelapparate für Drahtseilbahnen 246.

Kuppelofenbegichtung 326.

Kurven bei Streckenförderungen 158.

Kurven bei Drahtseilbahnen 259

Kurvenkipper 88, 104.

Lagerplatzbrücken 99, 271, 304.

Leistung 173, 321.

- Maßtabelle** 344.  
**Mehrwagen-Kreiselwipper** 115, 169.  
**Muldenkipper** 19.
- O**berseilförderung 123.
- P**endelbahnen 273.  
**Plattformkipper** 71.
- R**angieranlagen 182.  
**Rangierspill** 193.  
**Rangierwinden** 189.  
**Raumgewichte** 343.
- S**attelwagen 40.  
**Schienehängbahnen mit Zugseilbetrieb** 271.  
**Schmierung der Seile** 142, 187, 216.  
**Schmierung der Förderketten** 144.  
**Schrägaufzüge** 128.  
**Schutzbrücken und Schutznetze** 228.  
**Schwerkraftkipper** 71.  
**Schwingkipper** 94.  
**Seile für Drahtseilbahnen** 213, 218, 240, 286.  
**Seile für Streckenförderungen** 142.  
**Seilförderung** 129.  
**Seilrangieranlagen** 182.  
**Seilschlösser** 152.  
**Seitenentleerer** 39.  
**Seitenkipper** 112.  
**Selbstentladewagen** 2, 32.  
**Selbstgreifer** 332.  
**Sicherheitsvorrichtungen an Seil- und Kettenförderungen** 170.  
**Sicherheitsvorrichtungen an Wagenkippern** 57.
- Spannvorrichtung** 136, 144, 177, 185, 215, 230.  
**Sperrvorrichtung** 282.  
**Spill** 193.  
**Spiralaufzug** 319.  
**Stirnkipper, Ausführung** 71.  
**Stirnkipper, Grundformen** 67.  
**Streckenrollen** 156.  
**Streckenförderseile** 142.  
**Streckenförderung** 129.  
**Sturzkipper** 168.  
**Stützen** 223.
- Talbot-Wagen** 45.  
**Tragrollen** 156.  
**Tragseile für Drahtseilbahnen** 213, 286.
- Unterkettenförderung** 124.
- Verladebrücken** 99, 271, 304.
- Wagen für Drahtseilbahnen** 242.  
**Wagen für Hängebahnen** 203.  
**Wagen für zweischienige Bahnen** 1.  
**Wagen mit Schnellentladung** 17.  
**Wagen ohne selbsttätige Entleerung** 11.  
**Wagenkipper** 55, 168.  
**Wagenkipper, fahr- und drehbare** 104.  
**Weichen für Hängebahnen** 198, 293.  
**Wipper** 63, 113, .  
**Wipperbrücke** 115, 169.
- Zugmittel** 142.  
**Zugseilantrieb** 131, 187, 230.  
**Zweischienige Bahnen mit Zugmittelantrieb** 123.  
**Zweischienige Hängebahnen** 207.  
**Zweiseilbahnen** 210.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

---

# Die Förderung von Massengütern

Von

**Dipl.-Ing. Georg v. Hanffstengel**

a. o. Professor an der Technischen Hochschule zu Charlottenburg

Erster Band:

## **Bau und Berechnung der stetig arbeitenden Förderer**

Dritte, umgearbeitete und vermehrte Auflage

Mit 531 Textfiguren. VIII, 306 Seiten. 1921. Manuldruck 1922

Gebunden RM 11.—

Aus dem Inhalt: Allgemeines. I. Die Förderer mit Zugmittel. A. Gemeinsame Einzelheiten: Die Zugmittel. — Die Unterstützung des Förderers. — Der Antrieb. — Die Spannvorrichtungen. — B. Bau und Berechnung der Förderer: Kratzer und Schlepper. — Förderbänder aus biegsamen Stoffen. — Gliederbänder. — Becherwerke mit festen Bechern. — Pendelbecherwerke. — II. Die Förderer ohne Zugmittel. Rollenförderer. — Schnecken und Spiralen. — Förderrohre. — Schwingeförderrinnen. — Förderung mit Hilfe von Wasser und Luft. — Verschiedene, seltener angewandte Förderverfahren. — III. Hilfsvorrichtungen. Hilfsmittel für die Zu- und Abführung des Fördergutes. — Wägevorrichtungen.

Der zweite Band, 2. Teil,

wird sich mit Kranen (einschließlich Kabelkranen) und solchen Anlagen befassen, die aus Kranen und anderen Fördermitteln zusammengesetzt sind.

---

## **Billig Verladen und Fördern**

Die maßgebenden Gesichtspunkte für die Schaffung von Neuanlagen  
nebst Beschreibung und Beurteilung der bestehenden Verlade- und Fördermittel  
unter besonderer Berücksichtigung ihrer Wirtschaftlichkeit

Von

**Dipl.-Ing. Georg v. Hanffstengel**

a. o. Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin

Dritte, neubearbeitete Auflage. Mit 190 Textabbildungen

Erscheint im Herbst 1926

Aus dem Inhalt: Gesichtspunkte für die Auswahl der Bauart und die Festsetzung der Leistung einer Förderanlage auf Grund der Berechnung der Förderkosten. — Die wichtigsten Fördermaterialien und die Mittel zu ihrer Aufspeicherung. — Förderung auf geringe Entfernungen. — Förderung auf große Entfernungen. — Aufzüge, Krane und andere Ladevorrichtungen. — Vergleichende Beispielsrechnungen.

---

**Technisches Denken und Schaffen.** Eine gemeinverständliche Einführung in die Technik von Dipl.-Ing. **Georg v. Hanffstengel**, a. o. Professor an der Technischen Hochschule zu Charlottenburg. Dritte, durchgesehene Auflage (9.—10. Tausend). Mit 153 Textabbildungen. XII, 212 Seiten. 1922.

Gebunden RM 4.—

---

**Die Reklame des Maschinenbaues.** Von Dipl.-Ing. **Georg v. Hanffstengel**, a. o. Professor an der Technischen Hochschule zu Charlottenburg. Mit zahlreichen zum Teil farbigen Abbildungen. VI, 144 Seiten. 1923.

Gebunden RM 8.—

---

**Hundert Versuche aus der Mechanik.** Von Dipl.-Ing. **Georg v. Hanffstengel**, a. o. Professor an der Technischen Hochschule zu Charlottenburg. Mit 100 Abbildungen im Text. V, 49 Seiten. 1925.

RM 3.30

## Die Drahtseilbahnen (Schwebbahnen)

einschließlich der Kabelkrane und Elektrohängebahnen

Von

**Prof. Dipl.-Ing. P. Stephan**

Vierte, verbesserte Auflage.

Mit 664 Textabbildungen und 3 Tafeln. XII, 572 Seiten. 1926. Gebunden RM 33.—

Das einzige das Gebiet allseitig umfassende Handbuch. Es zeigt in erster Linie die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten der Drahtseilbahnen an den Beispielen ausgeführter Anlagen. Daneben gibt es alle baulichen Einzelheiten wieder und lehrt die Genehmigungsverfahren, den Aufbau und die Unterhaltung der Bahnen.

---

## Hebe- und Förderanlagen Ein Lehrbuch für Studierende und Ingenieure

von

**Dr.-Ing. e. h. H. Aumund**

Ord. Professor an der Technischen Hochschule Berlin

Zweite, vermehrte Auflage

Erster Band: **Allgemeine Anordnung und Verwendung.** Mit 414 Abbildungen im Text. XX, 444 Seiten. 1926. Gebunden RM 33.—

Der Band enthält eine Übersicht über die gesamten Hebe- und Förderanlagen für Stückgut und für Massengut. Neben Behandlung der wesentlichen für die Versendung in Betracht kommenden Gesichtspunkte ist insbesondere die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Bauarten für verschiedene jährliche Benutzungszeiten und Stundenleistungen untersucht.

Zweiter Band: **Anordnung und Verwendung für Sonderzwecke.** Mit 306 Abbildungen im Text. XVIII, 480 Seiten. 1926. Gebunden RM 42.—

Der Band enthält als Ergänzung zum ersten Band für die Sondergebiete: Schifffahrtsbetrieb, Eisenbahnbetrieb, Berg- und Hüttenwesen einschließlich der Betriebe zur Ausnutzung und Verarbeitung der Brennstoffe eine eingehende Behandlung der Verladeanlagen. Ein Schlußabschnitt versucht Richtlinien für die weitere Entwicklung zu geben unter vergleichsweiser Heranziehung der Entwicklung in anderen Ländern, insbesondere in den Vereinigten Staaten von Amerika.

---

## Kran- und Transportanlagen für Hütten-, Hafen-, Werft- und Werkstatt-Betriebe

Von

**Dipl.-Ing. C. Michenfelder**

Direktor der Ingenieur-Akademie Wismar

Zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage.

Mit 1097 Textabbildungen. VIII, 684 Seiten. 1926. Gebunden RM 67.50

Die für die verschiedenartigsten Transportaufgaben in den im Titel genannten Betrieben möglichen Lösungen werden an zahllosen praktischen Ausführungen konstruktiv und auf Grund der mit ihnen gemachten Erfahrungen auch kritisch behandelt

**Die Drahtseile als Schachtförderseile.** Von Dr.-Ing. **Alfred Wyszomirski.**  
Mit 30 Textabbildungen. IV, 94 Seiten. 1920. RM 3.—

---

**Berechnung elektrischer Förderanlagen.** Von Dipl.-Ing. **E. G. Weyhausen**  
und Dipl.-Ing. **P. Mettgenberg.** Mit 39 Textfiguren. IV, 90 Seiten. 1920.  
RM 3.—

---

**Das Kleinförderwesen bei Verwendung von Elektrokarren.** Heraus-  
gegeben von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft. Mit 26 Abbildungen.  
34 Seiten. 1925. RM 2.40

---

**Deutsches Kranbuch.** Im Auftrage des Deutschen Kran-Verbandes (e. V.)  
bearbeitet von **A. Meves.** 104 Seiten. 1923. RM 2.—; gebunden RM 3.—

---

**Die Bagger und die Baggereihilfsgeräte.** Ihre Berechnung und ihr Bau.  
Von **M. Paulmann,** Regierungs- und Baurat in Emden, und **R. Blaum,**  
Regierungsbaumeister, Direktor der Atlas-Werke A.-G., Bremen.  
Erster Band: **Die Naßbagger und die dazu gehörenden Hilfsgeräte.**  
Bearbeitet von **M. Paulmann** und **R. Blaum.** Zweite, vermehrte  
Auflage. Mit 598 Textfiguren und 10 Tafeln. VIII, 281 Seiten. 1923.  
Gebunden RM 21.—

---

**See- und Seehafenbau.** Von **H. Proetel,** Regierungs- und Baurat in Magde-  
burg. Mit 292 Textabbildungen. (Otzen, Handbibliothek für Bauingenieure.  
III. Teil: **Wasserbau.** 2. Band.) X, 221 Seiten. 1921.  
Gebunden RM 7.50

---

**Eisenbahnausrüstung der Häfen.** Von Geheimrat Prof. Dr.-Ing. **W. Cauer** in  
Berlin. (Erweiterter Sonderabdruck aus der „Verkehrstechnischen Woche“.)  
Mit 51 Abbildungen. 48 Seiten. 1921. RM 2.30

---

**Werft — Reederei — Hafen.** Organ der Schiffbautechnischen Gesellschaft,  
des Handelsschiff-Normen-Ausschusses H. N. A., der Hafenbautechnischen  
Gesellschaft sowie des Archivs für Schiffbau und Schifffahrt e. V. Heraus-  
gegeben von Dr.-Ing. **E. Foerster-Hamburg.** Enthält: a) Allgemeinen Teil;  
b) Das Motorschiff; c) Handelsschiff-Normen-Ausschuß H. N. A. Erscheint  
zweimal monatlich. Vierteljährlich RM 6.— (zuzüglich Porto)  
Einzelheft RM 1.25

**Tiefbohrwesen, Förderverfahren und Elektrotechnik in der Erdöl-industrie.** Von Dipl.-Ing. **L. Steiner** in Berlin. Mit 223 Abbildungen. X, 340 Seiten. 1926. Gebunden RM 27.—

---

**Lehrbuch der Bergwerksmaschinen (Kraft- und Arbeitsmaschinen).** Von Dr. **H. Hoffmann**, Ingenieur in Bochum. Mit 523 Textabbildungen. VIII, 372 Seiten. 1926. Gebunden RM 24.—

---

**Die Bergwerksmaschinen.** Eine Sammlung von Handbüchern für Betriebsbeamte. Unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen herausgegeben von Dipl.-Bergingenieur **Hans Bansen**.

Es liegen vor:

Dritter Band: Die Schachtfördermaschinen. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage, bearbeitet von **Fritz Schmidt** und **Ernst Förster**.

I. Teil: Die Grundlagen des Fördermaschinenwesens. Von Privatdozent Dr. **Fritz Schmidt**, Berlin. Mit 178 Abbildungen im Text. VIII, 209 Seiten. 1923. RM 8.40

III. Teil: Die elektrischen Fördermaschinen. Von Prof. Dr.-Ing. **Ernst Förster**, Magdeburg. Mit 81 Abbildungen im Text und auf einer Tafel. VII, 154 Seiten. 1923. RM 6.—

Sechster Band: Die Streckenförderung. Von Dipl.-Ing., Dipl.-Berging. **Hans Bansen**. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 593 Textfiguren. XII, 444 Seiten. 1921. Gebunden RM 18.—

Im Laufe des Jahres 1926 werden erscheinen:

Dritter Band: Die Schachtfördermaschinen. Zweite Auflage.

II. Teil: Die Dampffördermaschinen. Bearbeitet von Dr. **Fritz Schmidt**.

---

⊗ **Organisation, Wirtschaft und Betrieb im Bergbau.** Von **Bartel Granigg**, Dr. mont. und Docteur ès sc. phys. der Universität Genf, o. ö. Professor an der Montanistischen Hochschule Leoben. Mit 70 Abbildungen im Text und auf 11 Tafeln sowie 3 mehrfarbigen Karten. VI, 283 Seiten. 1926. Gebunden RM 28.50

---

**Taschenbuch für den Maschinenbau.** Bearbeitet von Fachleuten, herausgegeben von Prof. **Heinrich Dubbel**, Ingenieur, Berlin. Vierte, erweiterte und verbesserte Auflage. Mit 2786 Textfiguren. In zwei Bänden. XI, 1728 Seiten. 1924. Gebunden RM 18.—

---

**Freytags Hilfsbuch für den Maschinenbau** für Maschineningenieure sowie für den Unterricht an den technischen Lehranstalten. Siebente, vollständig neu bearbeitete Auflage. Unter Mitarbeit von Prof. Dipl.-Ing. **M. Coenen**, Prof. **A. Schmidt**, Prof. Dr.-Ing. **G. Unold**, Prof. Dr. **Fr. Wicke** und Prof. Dipl.-Ing. **C. Zietemann** herausgegeben von Prof. **P. Gerlach**. Mit 2484 in den Text gedruckten Abbildungen, 1 farbigen Tafel und 3 Konstruktionstafeln. XII, 1490 Seiten. 1924. Gebunden RM 17.40

---

3. Das Zugseil . . . . .	218
4. Das Längsprofil . . . . .	221
5. Zugseilausrüstung und Antrieb . . . . .	230
6. Die Wagen . . . . .	242
7. Die Klemmvorrichtungen . . . . .	246
8. Selbsttätige Kurvenfahrt . . . . .	259
9. Stationen . . . . .	261
10. Bahnen mit selbsttätiger Entladung . . . . .	267
11. Schienenhängebahnen mit Zugseilbetrieb . . . . .	271
12. Pendelbahnen . . . . .	273
13. Ausgeführte Analgen . . . . .	275
C. Einseilbahnen. Bearbeitet von Ludwig Stelling . . . . .	282
D. Elektrohängebahnen. Bearbeitet von Richard Stelling . . . . .	288
1. Allgemeines . . . . .	288
2. Laufbahnen und Traggerüste . . . . .	291
3. Der Wagen . . . . .	297
a) Lauf- und Windwerke . . . . .	297
b) Fördergefäße . . . . .	298
4. Elektrische Einrichtungen . . . . .	300
a) Stromart und Spannung . . . . .	300
b) Die Motoren und Bremsen . . . . .	301
c) Die Steuerung . . . . .	303
5. Überwindung von Höhenunterschieden . . . . .	317
6. Leistung . . . . .	320
7. Sonderausführungen von Elektrohängebahnen . . . . .	323
8. Nicht selbsttätig arbeitende elektrische Hängebahnen . . . . .	328
a) Elektrozüge . . . . .	328
b) Bahnen mit Führerbegleitung . . . . .	330
E. Anwendung von Hängebahnen. Bearbeitet von Ludwig und Richard Stelling . . . . .	337

### Anhang:

1. Abkürzungen und Bezeichnungen . . . . .	342
2. Grundformeln . . . . .	342
3. Spezifische Gewichte . . . . .	343
a) Baustoffe . . . . .	343
b) Fördermaterialien . . . . .	343
4. Maßtabelle . . . . .	345
Verzeichnis der im Buche genannten Firmen . . . . .	345
Sachverzeichnis . . . . .	347

### Berichtigung.

In Abb. 402 sind beidemale die Worte Einkuppelstelle und Auskuppelstelle verwechselt.