

Vol. 2

Georg von Hanffstengel

# Die Förderung von Massengütern

Förderer für Einzellasten

# Die Förderung von Massengütern.

Von

**Georg von Hanffstengel,**

Leipzig,

Oberingenieur, Privatdozent an der Kgl. Techn. Hochschule zu Berlin.

II. Band.

Förderer für Einzellasten.

Mit 445 Textfiguren.



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1909

Alle Rechte, insbesondere das der  
Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.  
ISBN 978-3-662-36103-0 ISBN 978-3-662-36933-3 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-36933-3  
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1909

## Vorwort.

Bei der Bearbeitung des vorliegenden Bandes waren im wesentlichen dieselben Gesichtspunkte maßgebend, wie beim ersten Teil, doch brachte die Natur des Gegenstandes einige Abweichungen mit sich.

Theoretische Fragen treten zwar auf dem Gebiete der **Einzelförderung** in mindestens ebenso reichlichem Maße auf, wie bei den stetig arbeitenden Transportmitteln, sind aber hier noch ungleich schwierigerer Natur, da, wenigstens in den meisten Fällen, die **Bewegungsumkehr** und die damit verbundenen **Beschleunigungs- und Verzögerungserscheinungen** eine genaue Verfolgung der Vorgänge außerordentlich erschweren. Daher war eine **rechnerische Untersuchung** in zahlreichen Fällen ausgeschlossen. Beispielsweise mußte die **Frage des Kraftverbrauchs von Kranen**, obwohl von sehr großem Interesse, unerörtert bleiben, weil sichere Versuchsergebnisse bisher nur ganz vereinzelt vorliegen.

**Konstruktive Einzelheiten** sind nur so weit wiedergegeben worden, als sie speziell auf die zur **Massenförderung** dienenden **Vorrichtungen** Anwendung finden. So wäre es ganz unnütz gewesen, die **Verladekrane** in allen Einzelheiten zu besprechen, weil sie schon im allgemeinen **Hebezeugbau** behandelt werden. Die **Erörterung** der für die Konstruktionen wichtigen Grundsätze nahm den für diesen Abschnitt zur Verfügung stehenden Raum reichlich in Anspruch. Dasselbe gilt für das Kapitel „**Einschienige Bahnen**“, das sehr beschnitten werden mußte, wenn es sich in den Raum **hineinfügen** sollte.

**Tabellen** konnten nur ganz vereinzelt aufgenommen werden, weil die meisten hier vorkommenden **Erzeugnisse** für den einzelnen

Fall besonders konstruiert und nicht als Massenfabrikate hergestellt werden.

Der Charakter des Buches ist durch diese Abweichungen nicht beeinflußt worden. Ich hoffe, daß es, ebenso wie der erste Band, den Zweck erfüllt, eine gründliche Darstellung des bisher Erreichten von wissenschaftlichem Standpunkte aus zu geben und so ein Weiterarbeiten auf sicherer Grundlage zu ermöglichen.

Leipzig, im Mai 1909.

**Georg von Hanffstengel.**

# Inhaltsverzeichnis.

Allgemeines.		Seite
a) Abkürzungen und Bezeichnungen . . . . .		1
b) Grundformeln . . . . .		2
c) Spezifische Gewichte . . . . .		2
d) Vergleichstabelle für englisches und metrisches Maß . . . . .		3
<b>I. Bahnen.</b>		
1. Kapitel. Wagen für Massengüter . . . . .		5
a) Allgemeines . . . . .		5
b) Wagen ohne selbsttätige Entleerung und Kombinationswagen . . . . .		7
c) Kippwagen . . . . .		13
d) Selbstentlader mit Verschluß durch Klappen, deren Achse parallel zum Gleise liegt . . . . .		19
e) Selbstentlader mit Verschluß durch Klappen, deren Achse quer zum Gleise liegt . . . . .		26
f) Selbstentlader mit Schieberverschluß . . . . .		27
2. Kapitel. Wagenkipper . . . . .		28
a) Einzelheiten der Stirnkipper . . . . .		28
b) Die Gesamtanordnung der Stirnkipper . . . . .		36
c) Der Bau der Seitenkipper . . . . .		57
d) Leistung und Kraftverbrauch . . . . .		62
3. Kapitel. Zweischienige Bahnen ohne Zugmittel . . . . .		64
a) Einzelantrieb . . . . .		64
b) Förderung in Zügen . . . . .		66
c) Schwerkraftbahnen . . . . .		72
4. Kapitel. Zweischienige Bahnen mit Zugmittelantrieb . . . . .		75
a) Gesamtanordnung . . . . .		76
b) Der Antrieb . . . . .		78
c) Die Befestigung der Wagen am Zugmittel . . . . .		81
d) Die Führung des Zugmittels . . . . .		87
e) Sicherheitsvorrichtungen . . . . .		92
f) Förderleistung und Kraftverbrauch . . . . .		93
g) Anwendbarkeit und Rentabilität . . . . .		95
5. Kapitel. Einschienige Bahnen . . . . .		96
a) Ausführung und Verlegung des Gleises . . . . .		96
b) Der Wagen . . . . .		107
c) Der Antrieb mit Zugseil . . . . .		111
d) Der Antrieb mit Kette . . . . .		117

	Seite
e) Einzelantrieb . . . . .	121
f) Förderleistung und Kraftverbrauch . . . . .	126
g) Anwendbarkeit und Kosten . . . . .	130
h) Ausführungsbeispiele . . . . .	133
6. Kapitel. Das englische Seilbahnsystem . . . . .	145

## II. Aufzüge.

7. Kapitel. Aufzüge mit stetig umlaufendem Zugmittel . . . . .	151
a) Aufzüge mit festen Förderschalen . . . . .	152
b) Schaukelaufzüge . . . . .	155
8. Kapitel. Aufzüge mit Pendelbetrieb . . . . .	157

## III. Krane.

9. Kapitel. Fördergefäße . . . . .	166
a) Förderkübel . . . . .	166
b) Selbstgreifer . . . . .	171
10. Kapitel. Seilführung, Winde und Laufkatze . . . . .	193
a) Gesamtanordnung des Kranantriebes . . . . .	193
b) Konstruktion der Winden und Fahrtriebe . . . . .	200
c) Die Laufkatzen . . . . .	212
d) Unterstützung des Seiles . . . . .	222
11. Kapitel. Der Aufbau der Krane . . . . .	224
a) Drehkrane . . . . .	224
b) Hochbahnkrane mit starrem Gerüst . . . . .	225
c) Seilbahnkrane . . . . .	246
12. Kapitel. Anwendbarkeit von Kranen . . . . .	250
a) Überladung zwischen Schiffen und Bahnen . . . . .	250
b) Verladung aus Schiffen in Speicher und umgekehrt . . . . .	252
c) Bedienung offener Lagerplätze . . . . .	255
d) Lastenbeförderung zwischen getrennt liegenden Plätzen . . . . .	258

---

Verzeichnis vorhandener Literatur . . . . .	264
Verzeichnis der im Buche genannten Firmen . . . . .	265

---

# Allgemeines.

## a) Abkürzungen und Bezeichnungen.

<i>st</i>	=	Stunde.
<i>min</i>	=	Minute.
<i>sek</i>	=	Sekunde.
<i>KW</i>	=	Kilowatt.
<i>PS</i>	=	Pferdestärke.
<i>t</i>	=	Zeit in sek.
<i>s</i>	=	Weg in m.
<i>v</i>	=	Geschwindigkeit in m/sek.
<i>p</i>	=	Beschleunigung in m/sek <sup>2</sup> .
<i>g</i>	=	9,81 m/sek <sup>2</sup> = Beschleunigung des freien Falles.
<i>n</i>	=	Anzahl der Umdrehungen in der Minute (u/min).
$\gamma$	=	Spezifisches Gewicht (bzw. Raumgewicht in t/cbm).
$\mu$	=	tg $\varrho$ = Reibungskoeffizient der Bewegung.
$\mu_0$	=	tg $\varrho_0$ = Reibungskoeffizient der Ruhe.
<i>V</i>	=	Förderleistung in cbm/st.
<i>Q</i>	=	$\gamma \cdot V$ = Förderleistung in t/st.
<i>L</i>	=	Förderlänge.
<i>H</i>	=	Hubhöhe.
<i>a</i>	=	Abstand der Fördergefäße.
<i>i</i>	=	Inhalt eines Fördergefäßes in l.
<i>g</i>	=	$\gamma \cdot i$ = Inhalt eines Fördergefäßes in kg.
<i>g<sub>0</sub></i>	=	Leergewicht eines Fördergefäßes in kg.
<i>g<sub>s</sub></i>	=	Gewicht des Zugmittels in kg/m.
<i>w</i>	=	Widerstandskoeffizient.
<i>N</i>	=	Kraftverbrauch in PS.
<i>S</i>	=	Ketten- oder Seilspannung in kg.
$\sigma$	=	Spannung in kg/qcm.
$\alpha = \frac{1}{E}$	=	Elastizitätskoeffizient = $\frac{1}{\text{Elastizitätsmodul}}$
$\Theta$	=	Trägheitsmoment in cm <sup>4</sup> .

**b) 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  $t = \frac{3600}{1000 Q} = \frac{3,6 g}{Q}$  Sekunden

folgen. Auf Bahnen mit Ringbetrieb beträgt demnach der Abstand der einzelnen Gefäße voneinander:

$$a = vt = \frac{3,6 g}{Q} \cdot v \quad (\text{m}) \quad . . . . . (1)$$

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:

$$N = w \cdot L \cdot \frac{1000 Q}{3600} \cdot \frac{1}{75} = \frac{w \cdot Q \cdot L}{270} \quad (\text{PS}) \quad . . . . . (2)$$

Bei senkrechter Hebung ist  $w = 1$  und  $L = H$ , also die Nutzarbeit:

$$N = \frac{Q \cdot H}{270} \quad . . . . . (3)$$

**c) Spezifische Gewichte** (kg/l oder t/cbm). **$\alpha$ ) 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

 **$\beta$ ) Fördermaterialien.**

Roggen, geschüttet . . . . .	0,68 bis 0,79
Weizen, „ . . . . .	0,7 bis 0,8
Gerste, „ . . . . .	0,69

Hafer, geschüttet . . . . .	0,43	
Rüben, „ . . . . .	0,57	bis 0,65
Anthrazitkohle, geschüttet . . . . .	0,85	bis 0,90
Ruhrkohle, „ . . . . .	0,80	bis 0,86
Saarkohle, „ . . . . .	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

**d) Maßtabelle.**

(Alle nicht metrischen Maße sind englische Maße.)

1 Zoll		= 25,40 mm
1 Fuß	= 12 Zoll	= 304,79 mm
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 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Wenn von „ton“ ohne weiteren Zusatz die Rede ist, so ist meistens short ton gemeint.

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/lf. m		= 0,672 Pfund/lf. Fuß
1 m/sek		= 196,9 Fuß/min
1 PS	= 75 mkg/sek	= 736 Watt
		= ~ 33000 Fußpfund/min
1 Wattstunde		= 367 mkg.

---

# I. Bahnen.

## 1. Kapitel.

### Wagen für Massengüter.

#### a) Allgemeines.

Werden Eisenbahnwagen durch Schaufelarbeit entleert, so braucht 1 Mann zur Entladung von 1 t etwa 10 bis 15 Minuten, so daß bei einem Stundenlohn von 40 Pfennig die Entladekosten rund 7 bis 10 Pfennig für die Tonne betragen. Die hieraus sich ergebende Verteuerung der Materialien hat man durch geeignete Vorrichtungen für selbsttätige Entladung einzuschränken versucht.

Bei weitem am häufigsten wird das Mittel angewandt, die Bodenflächen schräg zu stellen, so daß der Wageninhalt abrutschen kann, und zwar werden entweder die Wagen von vornherein mit geneigten Wänden gebaut — Trichter- und Sattelwagen —, oder die Schrägstellung erfolgt erst beim Entleeren. Letzterem Zwecke dienen in erster Linie die in Kapitel 2 behandelten Wagenkipper.

Neben der Ersparnis an Lohn bringt die selbsttätige Entleerung den Vorteil der Arbeitsbeschleunigung mit sich, so daß unter Umständen Abstellgeleise überflüssig, vor allem aber die Wagen rascher wieder verfügbar werden. Besonders bei geringer Entfernung zwischen Belade- und Entladestation — beispielsweise beim Verkehr zwischen den einzelnen Teilen eines ausgedehnten Werkes — spielt die Abkürzung der Stillstandszeit eine wichtige Rolle, da hierdurch an Wagen gespart wird und somit die Anschaffungskosten sich erniedrigen. Die Anwendung von Trichterwagen ist in solchen Fällen anderen Hilfsmitteln vorzuziehen, die einen weniger raschen Betrieb zulassen.

Die Verwendung von Trichterwagen im allgemeinen Verkehr wird einstweilen noch dadurch behindert, daß die Wagen nicht für Stückgüter brauchbar sind und daher meist in einer Richtung leer laufen müssen. Je größer die Entfernung, um so stärker macht sich dieser Nachteil geltend. Trotz angestrebter Bemühungen

seitens der Wagenbaufirmen und Eisenbahnverwaltungen ist es noch nicht gelungen, einen Wagen zu finden, der gleich gut als Selbstentlader wie als Stückgutwagen zu benutzen wäre, wenn auch verschiedene Ansätze in dieser Richtung gemacht sind. Ein weiterer Nachteil der Trichterwagen liegt darin, daß die tiefe Lage der Ausflußöffnungen eine Entladung zu ebener Erde unmöglich zu machen pflegt. Nur bei sehr hoher Schwerpunktslage läßt sich allenfalls eine Wagenladung zur Seite des Gleises aufschütten. In der Regel sind jedoch Dämme bzw. Gruben anzulegen, erstere, wenn ein größeres Lager aufgeschüttet, letztere, wenn das Material durch einen Förderer stetig abgeführt werden soll. Massiv aufgeschüttete Dämme verlangen meist Wagen mit doppelseitiger, Gruben solche mit einseitiger oder mit Bodenentleerung. Soll ein Wagen allgemein verwendbar sein, so muß er also diesen drei verschiedenen Möglichkeiten gerecht werden, doch leidet darunter die für den rauhen Betrieb erwünschte Einfachheit der Konstruktion. Übrigens lassen sich auch Seitenentlader nach Maßgabe der Fig. 27 für unterhalb der Schienen gelegene Gruben, sowie Bodenentlader zur Aufschüttung von Haufenlagern von eisernen oder hölzernen Gerüsten aus verwenden.

Das Verhältnis des Eigengewichtes zur Nutzlast schwankt bei eisernen Wagen mit Bremse gewöhnlich zwischen 0,35 und 0,40 und ist ziemlich unabhängig von der Tragkraft. Der Vorteil größerer Wagen ist daher weniger in der Ersparnis an totem Gewicht, als in der Verkürzung der Zuglänge zu suchen. Nachteilig ist bei langen Trichterwagen dagegen die größere Ausdehnung der Entladestrecke, namentlich bei Entleerung in Gruben. Werden die Entladeöffnungen nahe zusammengelegt, so ergibt sich schlechte Raumausnutzung, während weit auseinanderliegende Öffnungen mehrmaliges Verschieben des Wagens notwendig machen. Auf deutschen Staatsbahnen ist man daher nur in einzelnen Fällen über 20 t Tragkraft hinausgegangen, wobei noch zweiachsige Wagen zulässig sind. Andere europäische Länder verwenden vierachsige Wagen in größerem Umfange, Amerika seit langer Zeit fast ausschließlich. Die Tragkraft dieser Wagen beträgt 40 bis 50 t, zuweilen auch noch mehr. Die neueren Wagen werden, außer bei sehr geringer Tragkraft, durchweg in Eisen ausgeführt, zuweilen mit Verwendung gepreßter Bleche.

Die Neigung der Wände von Kohlentrichterwagen beträgt bei amerikanischen Ausführungen gewöhnlich  $30^{\circ}$ , bei englischen  $33$  bis  $36^{\circ}$ .<sup>1)</sup> Wenn in den Ecken, in denen die Wände zusammen-

---

<sup>1)</sup> Nach Metzeltin, Z. d. V. d. I. 1905, S. 1859.

stoßen, kein Material liegen bleiben soll, so muß diese Mindestneigung auch hier vorhanden sein.

Zum Verschließen der Öffnungen dienen Klappen oder Schieber. Erstere öffnen sich, wenn die Verriegelung gelöst ist, unter dem Drucke der Ladung sehr rasch, so daß die Entladezeit meist unter 1 Minute bleibt. Die Entriegelung sämtlicher Klappen eines Zuges kann mittels durchgehender Welle von einem Punkte aus erfolgen. Schieber sind schwerer zu bewegen, gestatten aber die Entnahme beliebig kleiner Mengen und nehmen weniger Platz fort. Zuweilen geht mit der Öffnung der Auslässe eine senkrechte oder wagerechte Verschiebung des Wagenkastens Hand in Hand. In Ausnahmefällen wird für die Bewegung der Verschlüsse Preßluft benutzt.

### b) Wagen ohne selbsttätige Entleerung und Kombinationswagen.

Wagen, die nicht ausschließlich für Selbstentleerung gebaut sind, werden entweder mit Hilfe besonderer Vorrichtungen entladen, die den ganzen Wagen in eine geneigte Lage bringen, oder von Hand ausgeschaufelt. Die Wagen sind häufig mit Einrichtungen versehen, die das Entladen von Hand erleichtern oder sie aus Stückgutwagen in vollkommene Selbstentlader umzuwandeln gestatten (Kombinationswagen).

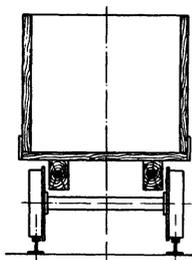


Fig. 1.

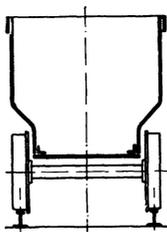


Fig. 2.

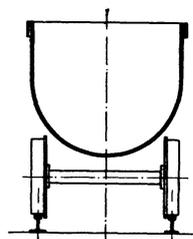


Fig. 3.

Fig. 1—3. Typen von Grubenwagen.

Grubenwagen, die sich bei ihrer geringen Größe leicht durch vollständiges Umdrehen auf Kreisel- oder Kopfwippern entleeren lassen, werden in der Regel auf allen Seiten geschlossen gebaut. Bei Ausführung in Holz ist der Querschnitt ein Rechteck (Fig. 1). Infolge der notwendigen hohen Lage des Wagenkastens und der Stärke der Wände wird der in den Förderstrecken verfügbare Raum schlecht ausgenutzt, ein Umstand, der die Einführung der haltbareren eisernen Wagen begünstigt hat. Diese können leicht mit jedem be-

liebigen Querschnitt hergestellt werden und lassen daher eine Ausnutzung des Raumes zwischen den Rädern zu (Fig. 2 u. 3). Der Wagen wird aus Blech und Formeisen genietet, auch verwenden neuerdings einzelne Firmen gepreßte Bleche, um ohne Einbuße an Steifigkeit das Gewicht zu verringern. Im Durchschnitt beträgt das Gewicht eiserner Grubenwagen für Kohle 60 bis 70<sup>0</sup>/<sub>0</sub> der Nutzlast, für Erz weniger.

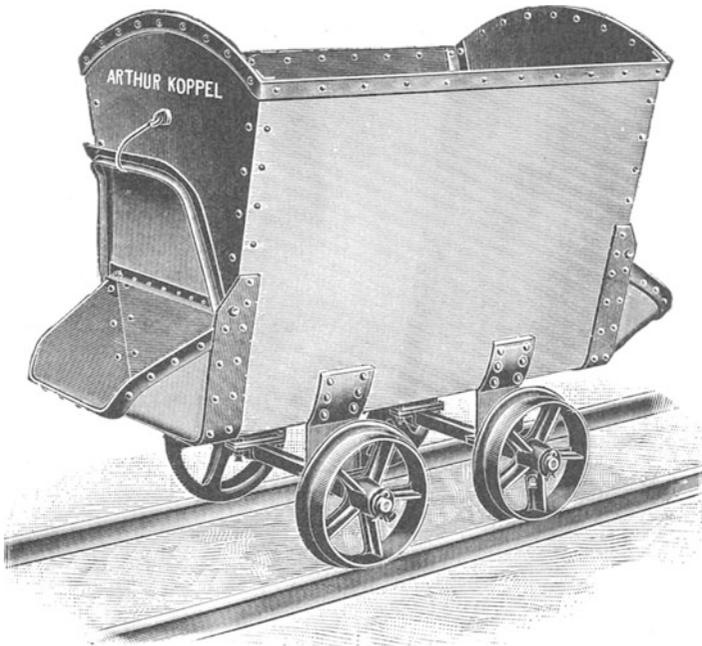


Fig. 4. Kesselhauswagen von Arthur Koppel.

Wagen, die ausschließlich zur Förderung über Tage dienen, können in derselben Weise ausgebildet werden, nur lassen sich Breite und Höhe beliebig groß wählen.

Zur Förderung kleiner Kohlenmengen vom Lager zum Kesselhaus werden vielfach Wagen nach Fig. 4 oder Fig. 5 benutzt, die für Gleisbetrieb vier, zum Fahren auf dem Fußboden drei Räder erhalten. Die Kohle wird durch die seitlichen oder Stirnöffnungen des Wagens mit der Schaufel entnommen und direkt in die Feuerung geworfen, ohne daß Aufschüttung auf dem Boden des Kesselhauses nötig wäre. Den Wagen Fig. 5 stellen Gebrüder Koettgen in folgenden Abmessungen her.

Tabelle 1.

Kastenlänge mm	Kastenbreite mm	Inhalt l	Preis M
1000	820	400	120
1100	850	500	130
1200	900	650	145



Fig. 5. Kesselhauswagen von Gebrüder Koettgen.

Für besondere Zwecke (Förderung von Koks, Rübenschnitzeln, Zuckerrohr usw.) werden eine Reihe von Spezialwagen gebaut.

Die normalen Eisenbahnwagen für Massen- und Stückgüterbeförderung (Kastenwagen) erhalten in Deutschland außer den seitlichen Türen drehbare Stirnwände, die entriegelt werden, wenn sie durch Kippvorrichtungen entleert werden sollen, und bei der Schrägstellung aufklappen (Fig. 6). Die bei den preußischen Staatsbahnen gebräuchlichen Abmessungen für einen Kohlenwagen von 15 t sind in der Figur eingetragen.

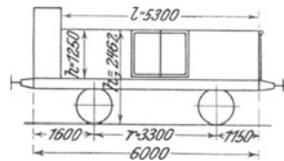


Fig. 6. Normaler Eisenbahn-güterwagen.

Das Ausschaufeln des Wagens ist bedeutend erleichtert bei dem „Flachbodenschnellentlader“ von Talbot (Fig. 7). Einerseits sind die Seitenwände des Wagenkastens außerhalb der Mitteltüren mit Klappen *S* versehen, andererseits ist der Teil *B* des Bodenbleches, der

über die in normaler Lage beibehaltenen Langträger hinausragt, drehbar ausgeführt und endlich noch ein Gleitblech *G* hinzugefügt, das bei geschlossenem Wagen senkrecht herunterhängt, beim Entladen aber sich in die Verlängerung der Bodenklappen einstellt und ein Verschütten der Geleise verhindert. Die drei Klappen stehen miteinander in zwangläufiger Verbindung und werden durch einen am Wagenende angebrachten Hebel betätigt.

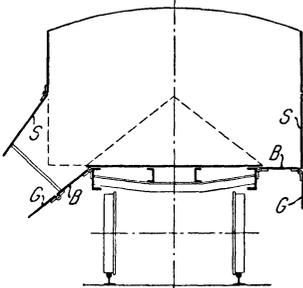


Fig. 7. Flachbodenschnellentlader nach Talbot.

Bei doppelseitiger Entladung bleibt nur der in der Skizze punktiert ange deutete Rücken, sowie ein Teil des zwischen den Mitteltüren befindlichen Materials im Wagen zurück, so daß verhältnismäßig wenig Schaufelarbeit nötig ist. Falls der Wagen längere Zeit ausschließlich zum Massentransport verwendet werden soll, so läßt sich durch Einsetzen eines Eselsrückens die Wirkung noch wesentlich verbessern. Derselbe wird aus Platten gebildet, die durch Scharniere verbunden sind und dachartig in den Wagen gestellt werden.

Die Erbauerin gibt an, daß schon bei einseitiger Entladung nur ein Drittel bis ein Viertel der Zeit gebraucht wird, die zur Entleerung eines gewöhnlichen Kastenwagens erforderlich ist.

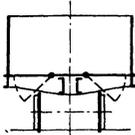


Fig. 8. Wagen mit Bodenklappen und versetzten Langträgern.

Wenn man auf die normalen Langträger verzichtet, so können die Bodenklappen vergrößert und die Seitenklappen fortgelassen werden. Fig. 8 zeigt den Querschnitt eines solchen Wagens, wie er von der Chicago, Burlington and Quincy Railroad benutzt wird.<sup>1)</sup> Die Tragkraft ist 45 t, das Leergewicht 17,9 t, die Abmessungen des Wagenkastens  $12,19 \times 2,77 \times 1,32$  m.

Zuweilen wird der Wagenkasten an dem Langträger scharnierartig befestigt, so daß er durch einen Kran einseitig angehoben und so entleert werden kann (Fig. 9). Bei der abgebildeten Ausführung hat jeder der beiden Kasten 6 cbm Inhalt, die Spurweite beträgt 1000 mm. Die Klappen entriegeln sich bei der Schrägstellung selbsttätig.

Beachtenswert ist der Gedanke, die Hebevorrichtung an dem Wagen selbst anzubringen, eine Lösung, die bet Gelegenheit des von der Kgl. Eisenbahndirektion Berlin im Jahre 1906 erlassenen

<sup>1)</sup> Z. d. V. d. I. 1904, S. 469.

Preisausschreibens<sup>1)</sup> von der Gothaer Waggonfabrik vorgeschlagen ist. Als Mittel zum Heben dienen Zahnstangen mit Handkurbelantrieb.

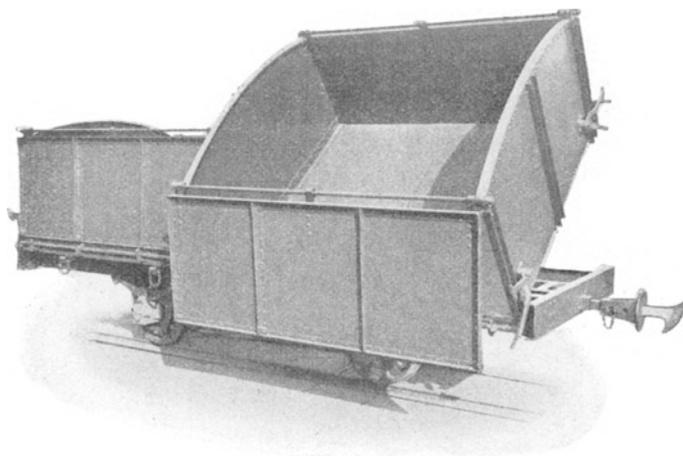


Fig. 9. Kastenentleerer von Arthur Koppel.

Der in Fig. 10 und 11 skizzierte Kastenwagen ist für Stückgut und Massengüter zu benutzen, deren Entladung durch Öffnen der Seitenklappen erleichtert wird. Durch Umsetzen der mittleren Bodenplatten  $a$  wird ein Trichterwagen hergestellt, dessen Inhalt vollständig durch die Bodenklappen abrutscht.<sup>2)</sup>

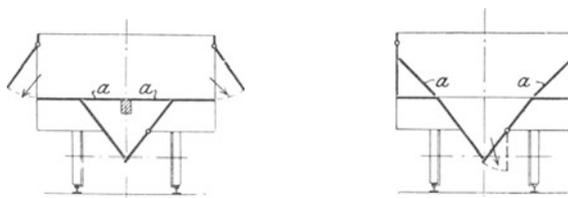


Fig. 10 und 11. Kastenwagen mit Boden- und Seitenklappen.

Buhle beschreibt eine in Österreich ausgeführte Wagenkonstruktion, bei der die zu einem festen Rahmen verbundenen Wände des Kastens durch mehrere Zahnstangengetriebe seitlich verschoben werden, so daß die Ladung über den Rand des Kastenbodens herunterfällt. Zwei Mann sollen die Entladung eines Wagens von

<sup>1)</sup> Vgl. Verkehrstechn. Woche 1908, Heft 10 u. f.

<sup>2)</sup> Dingler 1904, S. 774 (Buhle).

10 oder 15 t Inhalt einschließlich Zurückschieben des Wagenkastens in 10 bis 12 Minuten erledigen können.<sup>1)</sup>

Wesentlich besser ist die Lösung von A. Kuhnert, Leipzig, die darauf hinausläuft, daß der Wagenkasten, statt verschoben, um eine mittlere Achse gedreht wird.<sup>2)</sup> Steht der Kasten quer zum Geleise (Fig. 12), so erfolgt die Entleerung durch in dem überragenden Teile angebrachte Bodenklappen. Vollständige Entleerung ist durch Bildung eines Eselsrückens im mittleren Teile leicht zu erreichen. Die Konstruktion vereinigt in sich die Vorzüge, daß die Entladung genügend weit seitlich vom Geleise erfolgt, daß bei Längsstellung

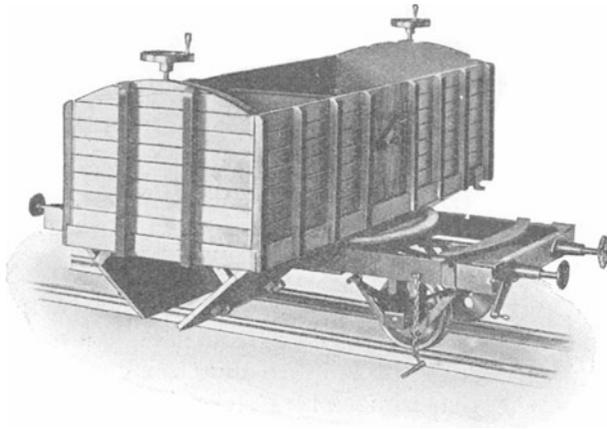


Fig. 12. Universalgüterwagen nach Kuhnert.

der Wagen sich nicht von einem gewöhnlichen Stückgutwagen unterscheidet, und daß nach beiden Seiten entleert werden kann, da der Kasten sich nach Entleerung der einen Hälfte herumdrehen läßt. Hinzu kommt noch, daß die Bodenklappen während der Fahrt auf dem Untergestell aufliegen, gegen zufälliges Öffnen also absolut sicher geschützt sind. Wenn auch in vereinzelt Fällen mit Rücksicht auf Platzmangel die Drehung unmöglich sein sollte, so bildet doch sicherlich die Konstruktion eine der besten und einfachsten Lösungen für einen Kombinationswagen.

Erwähnung verdienen noch die von der Gutehoffnungshütte für Kohlentransport benutzten Plattformwagen, die auch für andere Zwecke verwendbar sind.<sup>3)</sup> Die Kohlekübel, die je 8 t fassen und rd. 2,3 t wiegen, werden zu vieren auf den für 41,5 t Ladegewicht

<sup>1)</sup> Z. d. V. d. I. 1901, S. 737.

<sup>2)</sup> D.R.P. angemeldet.

<sup>3)</sup> Z. d. V. d. I. 1901, S. 2124.

berechneten Wagen aufgesetzt und behufs Entleerung durch einen Kran abgehoben und aufgeklappt. Das Eigengewicht des Wagens beträgt rd. 15 t.

### e) Kippwagen.

Der zur Aufnahme des Gutes dienende Behälter wird ausgeführt 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 hin schnabelartig auslädt, dem Fördergute eine schräge Rutschfläche bietend. Die Drehachse kann parallel oder quer zu den Schienen liegen (Seiten- bzw. Vorderkipper). Beim Kippen bilden zwei aufeinander wälzende Flächen oder ein Drehzapfen die Stützung des Behälters.

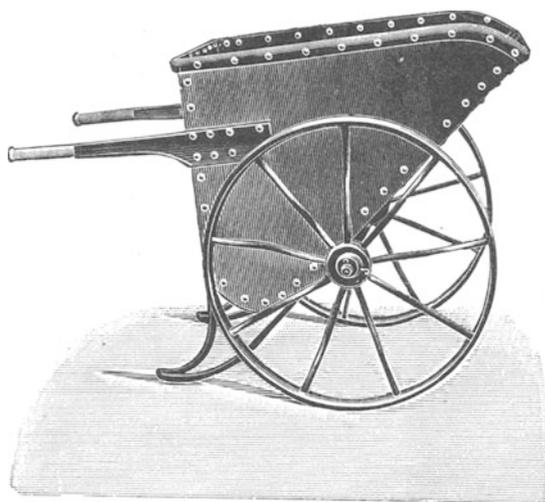


Fig. 13. Zweirädrige Kippkarre.

Als einfachstes hierher gehöriges Gerät mag die zweirädrige Karre, deren Kippachse die Laufradachse ist, Erwähnung finden (Fig. 13).

Fig. 14 zeigt einen einfachen Muldenseitenkipper von Arthur Koppel. Der Wagen ist in allen Teilen kräftig gebaut. Die Räder, deren Achsen in Rollenlagern laufen, bestehen aus Stahlguß; der Rahmen ist aus  $\square$ -Eisen so gebogen, daß er gegen Zusammenstöße möglichst große Widerstandsfähigkeit bietet. Er trägt zwei zu Wiegebahnen ausgebildete Böcke, auf denen sich an der Mulde befestigte Eisen abrollen. Die Mulde ist aus Stahlblech genietet und am oberen

Rande von einer runden Handleiste eingefaßt, die bequemes Anfassern gestattet und das ganze Gefäß versteift. Wichtig ist die Feststellvorrichtung, die unbeabsichtigtes Kippen der Mulde zu ver-

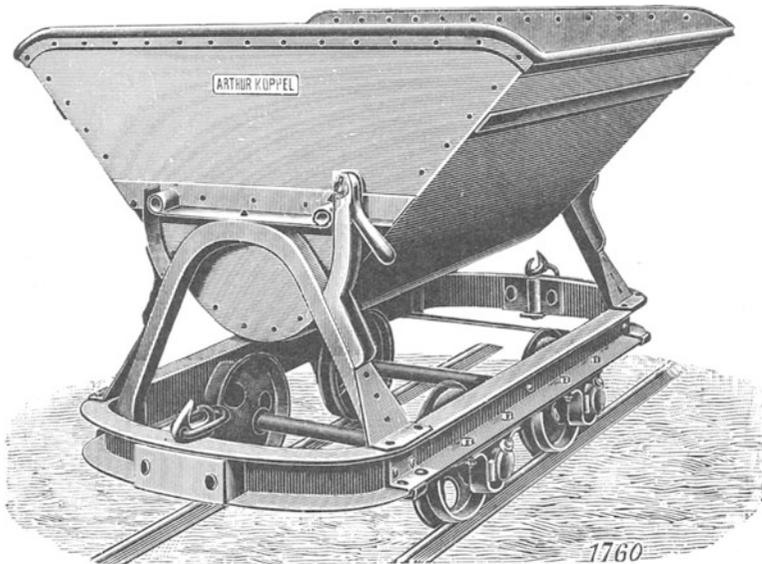


Fig. 14. Muldenkipper von Arthur Koppel.

hüten hat. Sie besteht bei der Konstruktion von Arthur Koppel<sup>1)</sup> aus zwei einander diagonal gegenüberliegenden drehbaren Hand-

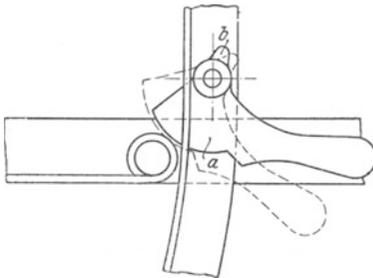


Fig. 15. Feststellvorrichtung für Muldenkipper. Arthur Koppel.

griffen nach Fig. 15. Wird der Griff losgelassen, so fällt er von selbst in die punktierte Stellung, und die zum Drehpunkt exzentrische Fläche *a* legt sich gegen den Bund des Wälzeisens und verhindert es, sich nach oben zu drehen. Wird auf einer Seite der Handgriff in die gezeichnete Stellung gehoben, so löst sich die Zunge, und die Mulde kann nach der anderen Seite kippen, aber nie dahin, wo der Arbeiter steht.

Beim Zurückkommen stellt sich die Mulde von selbst wieder in der richtigen Lage fest, indem sie die Zunge zurückschlägt. Die Nase *b* verhindert ein Überschlagen des Handgriffes.

<sup>1)</sup> D. R. P. 116 280.

Die Hauptabmessungen des abgebildeten Wagentyps sind folgende:

Spurweite (mm) . . .	500	500	500	600	600	600
Inhalt (cbm) . . . .	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1
Gesamte Rahmenlänge	1560	1700	1860	1700	1860	2055
Größte Muldenbreite .	1090	1280	1470	1280	1470	1500
Höhe von Schienenober- kante bis Oberkante Mulde . . . . .	1000	1015	1170	1060	1195	1275
Radstand (von Mitte zu Mitte Rad gemessen)	450	550	550	550	550	650
Raddurchmesser . . .	300	300	300	300	300	350

Auf geringeren Steigungen kann man die Wagen durch einen gegen die Räder gepreßten Knüppel bremsen, in anderen Fällen kommen Spindelbremsen zur Verwendung.

Für Ladungen unter  $\frac{1}{3}$  cbm werden die Wagen einfacher und billiger ohne gebogene Rahmeneisen hergestellt. Für 1 bis  $1\frac{1}{2}$  cbm Inhalt baut die Firma eine noch kräftigere Form mit 600—750 mm Spurweite. Diese Wagen sind vor allem für Lokomotivbetrieb bestimmt und daher mit durchgehender, abgefederter Zugstange versehen.

Muldenvorderkipper (Fig. 16) können bei beschränktem Raume vorteilhafter sein, weil sie geringere Breite haben, verschütten aber beim Ausstürzen das Geleise, falls nicht beispielsweise am äußersten Punkte einer Hoch-

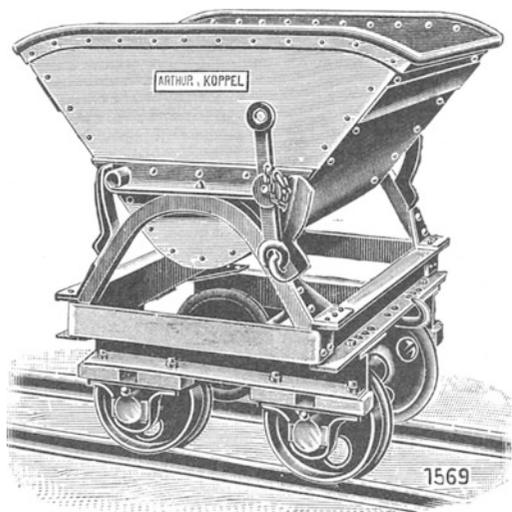


Fig. 16. Muldenvorderkipper von Arthur Koppel.

bahn entleert wird. Kippen nach beliebiger Richtung lassen dagegen die Rundkipper (Fig. 17 und 18) zu, ohne beim Fahren mehr Seitenraum zu beanspruchen. Der Kasten ist durch ein Scharnier mit einer Drehscheibe verbunden, die sich mit einem Mittelzapfen am Untergestell führt. Der Wagenkasten der Vorder- und Rund-

kipper kann schnabelförmig oder in der Form von Grubenwagen ausgeführt sein.

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.

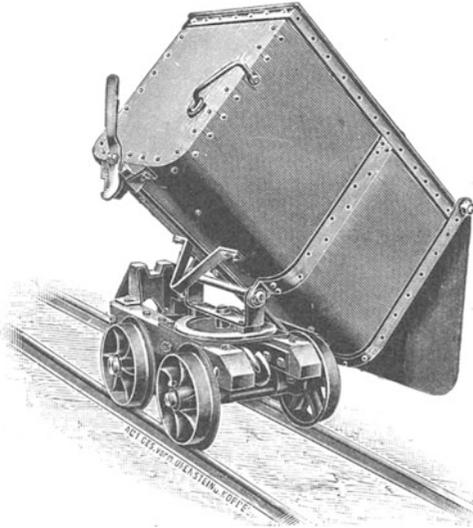


Fig. 17. Rundkipper als Grubenwagen.  
Orenstein & Koppel.

Zwei Zapfenkippwagen für größere Last geben Fig. 19 und 20. Verschütten der Geleise wird in beiden Fällen durch hohe Schwerpunktslage verhütet, außerdem im ersten Falle durch die einem guten Auswerfen günstige Schnabelform des Kastens,

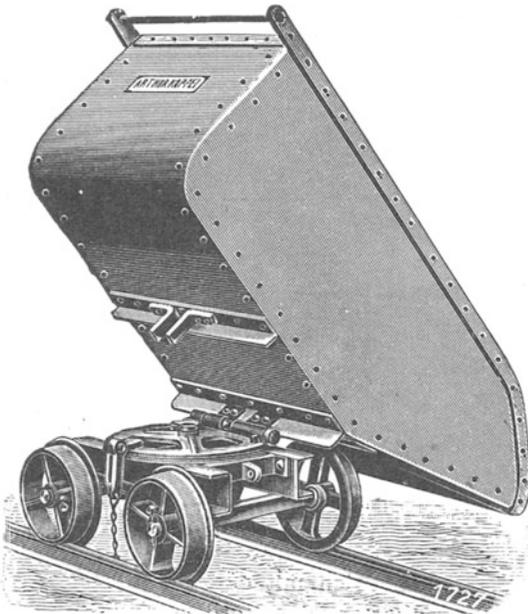


Fig. 18. Schnabelrundkipper von Arthur Koppel.

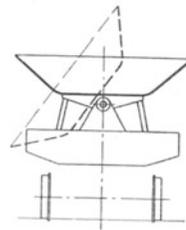


Fig. 19. Zapfenkippwagen.

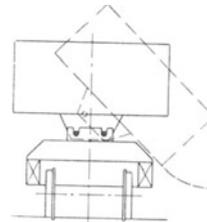


Fig. 20. Kippwagen mit zwei Zapfen und Seitenklappen.

im zweiten durch die Auseinanderlegung der Drehzapfen, die größere Horizontal-, geringere Vertikalbewegung zur Folge hat. Der erste Wagen dient für den Hüttenwerksbetrieb<sup>1)</sup>, der zweite für allgemeine Zwecke.

Der in Fig. 21 skizzierte Wagen wird von der Ungarischen Waggon- und Maschinenfabrik-Aktien-Gesellschaft mit 15 t Tragkraft für Sand- und Schotterbeförderung gebaut.<sup>2)</sup> Die Auflager des Oberkastens wälzen sich auf fünf sattelartigen Bügeln ab und werden durch feste Zapfen am Abrutschen verhindert. Vor Beginn der Bewegung werden mittels einer durchgehenden Welle die Türen auf der Kippseite entriegelt und gleichzeitig die Stützen fortgezogen. Eine durch Schneckengetriebe und Handkurbel bewegte Kette dient zum Kippen des Kastens.

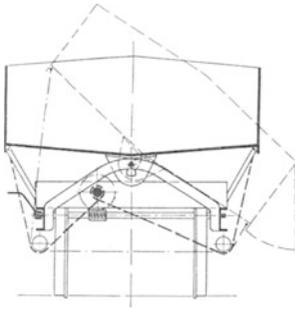


Fig. 21. Kippwagen mit Wälzbewegung für 15 t Tragkraft.

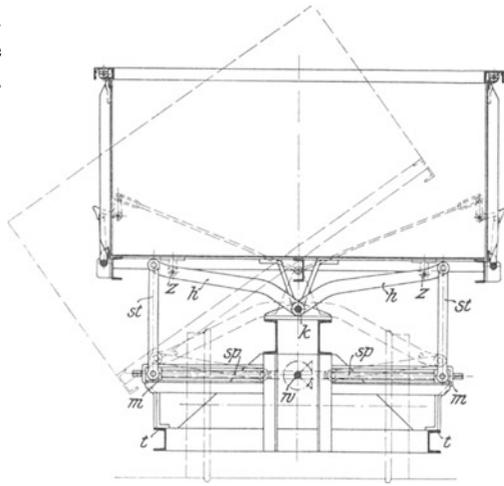


Fig. 22. Zapfenkipper für 8 t Tragkraft von Gebr. Hofmann.

Ein Zapfenkipper für 8000 kg Ladegewicht von Gebrüder Hofmann ist in Fig. 22 gezeichnet.<sup>3)</sup> Die Kastenmaße sind  $3283 \times 2000 \times 1000$  mm, die Spurweite beträgt 1000 mm.

Um die Konstruktionshöhe möglichst zu vermindern, hat man hier die Langträger  $t$  des Untergestelles bei normaler Entfernung voneinander unterhalb der Achsmittle angeordnet und die Achsbuchsführungen nach oben hin angeordnet. Am Untergestell ist der Kippzapfen  $k$  gelagert, um den auch die Hebel  $h$  schwingen. Diese sind durch Einsteckzapfen  $z$  mit dem Kasten verbunden und an

<sup>1)</sup> Z. d. V. d. I. 1901, S. 738 (Buhle).

<sup>2)</sup> Z. d. V. d. I. 1905, S. 501.

<sup>3)</sup> D.R.P. 84307.

den Enden durch die mit den Muttern *m* gelenkig verbundenen senkrechten Stangen *st* gehalten, so daß der Kasten in seiner normalen Lage sicher gestützt wird. Soll gekippt werden, so sind zunächst die Zapfen *z* auf der der Kipprichtung entgegengesetzten Seite zu lösen und dann durch Drehen der durchgehenden Welle *w*, die mit den Spindeln *sp* durch Kegelräder verbunden ist, die Stützen fortzuziehen. Beim Kippen wird die Klinke, welche die Riegel der unteren Tür sperrt, selbsttätig zurückgezogen, so daß diese aufklappt.

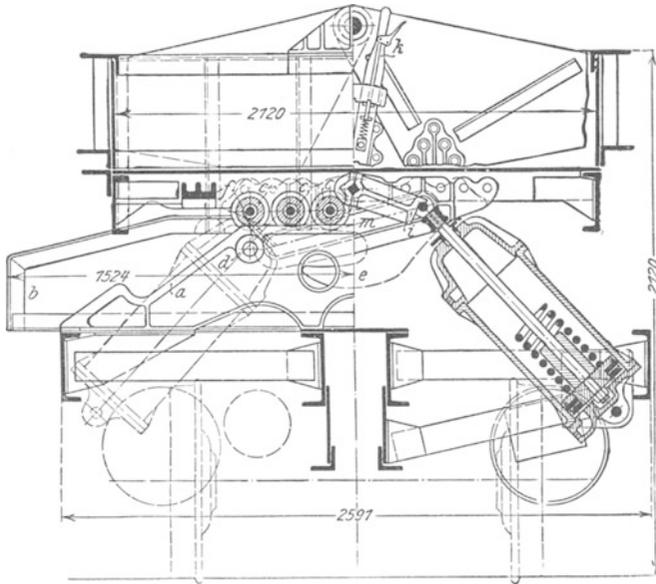


Fig. 23. Kippwagen mit Seitenbewegung, Bauart King-Lawson.

Bei dem Kippwagen nach Bauart King-Lawson (Fig. 23)<sup>1)</sup> geht dem Kippen eine beträchtliche Verschiebung des Wagenkastens voraus, so daß das Material weit zur Seite geworfen wird. Soll beispielsweise nach links gekippt werden, so ist durch Herumlegen des Handhebels *k* der Kopf des rechts gelegenen Druckluftkolbens, dessen Zylinder gelenkig an das Untergestell angeschlossen ist, in feste Verbindung mit dem Wagenkasten zu bringen. Beim Einlassen von Druckluft verschiebt sich nun der durch Rollen gestützte Wagenkasten auf den Laufbahnen *a* des Untergestelles nach links, bis der Haken *e* von dem Zapfen *d* angehalten wird, worauf Kippen um diesen Punkt erfolgt. Der Kopf des Gegenkolbens gleitet während des ganzen Vorganges in der Kulissee *m*.

<sup>1)</sup> Z. d. V. d. I. 1906, S. 1165.

Die Kastenmaße des dargestellten Wagens sind ungefähr  $8,7 \times 2,12 \times 0,51$  m, bei 50 t Tragkraft. Er ist für schwere Güter, wie Stein, Sand, Erze u. dgl. bestimmt.

**d) Selbstentlader mit Verschuß durch Klappen, deren Achse parallel zum Gleise liegt.**

Die Wagen werden als Sattelwagen — Eselsrückenwagen mit dachförmigem Boden — oder als Trichterwagen mit schrägen Seitenwänden ausgeführt. Eine scharfe Trennung beider Bauarten ist indessen nicht möglich. Es ist Seitenentleerung, Bodenentleerung oder Entleerung in beiderlei Weise ausführbar.

Fig. 24 zeigt einen als Sattelwagen ausgebildeten hölzernen Grubenwagen, dessen Klappendurch einen gewichtsbelasteten Hebel verriegelt werden.

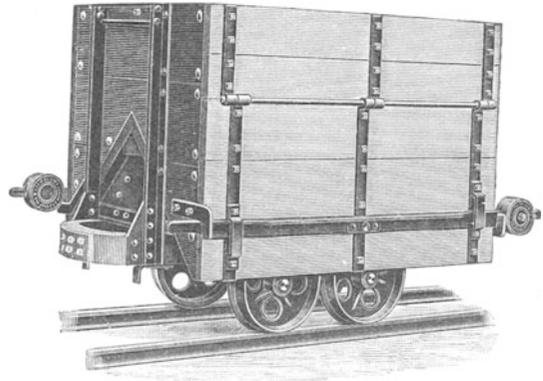


Fig. 24. Sattelwagen für Grubenbetrieb.  
Orenstein & Koppel.

In Fig. 25 ist der bei den selbsttätigen Bahnen von Hunt gebräuchliche Wagen skizziert. Zur Verriegelung dient hier, wie bei vielen ähnlichen Ausführungen, ein über den toten Punkt durch-

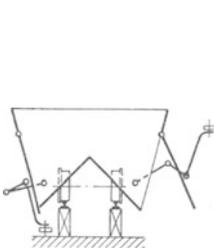


Fig. 25.  
Huntscher Sattelwagen mit  
Kniehebelverschluss.

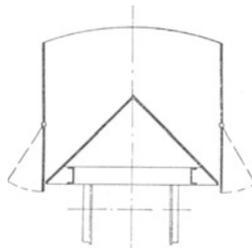


Fig. 26.  
Eisenbahn-Sattelwagen.

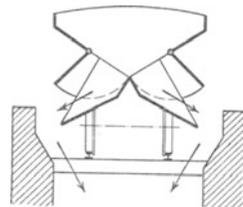


Fig. 27.  
Selbstentlader von  
Talbot.

gedrückter Kniehebel, der sich beim Anlaufen der Rolle gegen eine schräge Fläche löst. Die Klappen werden von dem Arbeiter, der das Beladen besorgt, mit dem Fuße zugedrückt. Es macht indessen keine Schwierigkeiten, derartige Wagen so zu bauen, daß die Klappen

selbsttätig zugedrückt werden, vorausgesetzt, daß, wie bei Seilzug, eine genügende Kraft zur Verfügung steht.<sup>1)</sup>

Einen als Sattelwagen ausgeführten Eisenbahnwagen zeigt Fig. 26 (S. 19).

Der Selbstentlader von Talbot (Fig. 27) besteht aus einem trichterförmigen Behälter mit Klappen, die einzeln oder gleichzeitig geöffnet werden können und den Wageninhalt nach rechts oder links oder nach beiden Seiten gleichzeitig über ein am Untergestell befestigtes Dach abrutschen lassen. Die Möglichkeit einseitiger Entleerung macht diese Bauart für allgemeinen Massengütertransport dem einfachen Sattelwagen überlegen, obwohl das Untergestell verändert werden muß und der Schwerpunkt höher liegt. Die Sattelbleche dürfen, da das Material mit einer gewissen Geschwindigkeit ankommt, schwach geneigt sein und werfen daher den Wageninhalt ziemlich weit zur Seite. Die Bleche werden dachförmig über die Räder hinweg gekröpft, falls diese nicht, wie bei dem in Fig. 28 und 29 dargestellten 50 t-Wagen, außerhalb der Rutschflächen liegen.

Ein ähnliches Prinzip liegt dem Selbstentlader der Waggonfabrik Rastatt (Bauart Jacobs) zugrunde, doch sind die Klappen durch Schieber mit Zahnstangenantrieb ersetzt.<sup>2)</sup> Auch van der Zypen & Charlier haben verwandte Konstruktionen.<sup>3)</sup>

Fig. 30—32 zeigen einen Seitenentleerer von Arthur Koppel<sup>4)</sup>, der, was die Ausbildung des Wagenkastens anbelangt, dem Talbotschen Seitenentlader ähnlich, aber insofern von ihm verschieden ist, als die Entleerung zwar

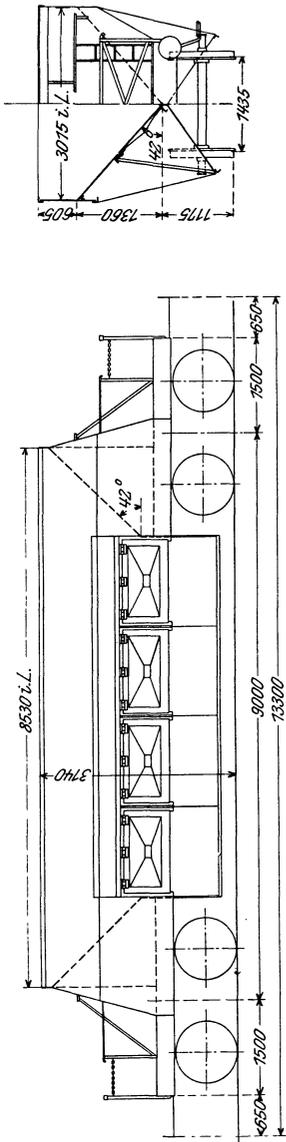


Fig. 28 und 29. Erztransportwagen für 50 t von Talbot.

<sup>1)</sup> S. den Wagen von Heckel, Dingler 1906, S. 386, Fig. 61.

<sup>2)</sup> Vgl. Dingler 1904, S. 324 (Buhle).

<sup>3)</sup> Vgl. D.R.P. 169543 und 160203.

<sup>4)</sup> D.R.P. 113961.

nach einer beliebigen Seite, aber nicht nach beiden Seiten gleichzeitig geschehen kann. Zum Verschuß der Öffnung im Trichterboden dient eine wagerechte Klappe, die auf jeder Seite mit Zapfen

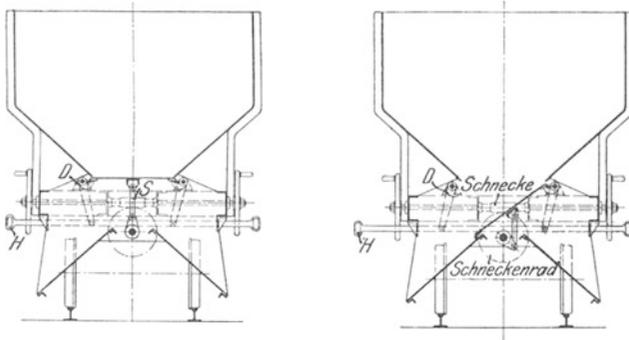


Fig. 30 und 31. Seitenentlader von Arthur Koppel mit beliebiger Wahl der Entleerungsvorrichtung.

in den Daumen *D* ruht und außerdem in der Mitte von der durch eine Kurbel bewegten Stange *S* unterstützt wird. Um die Klappe zu öffnen, hat man mittels des Handgriffes *H* die auf der Entladeseite

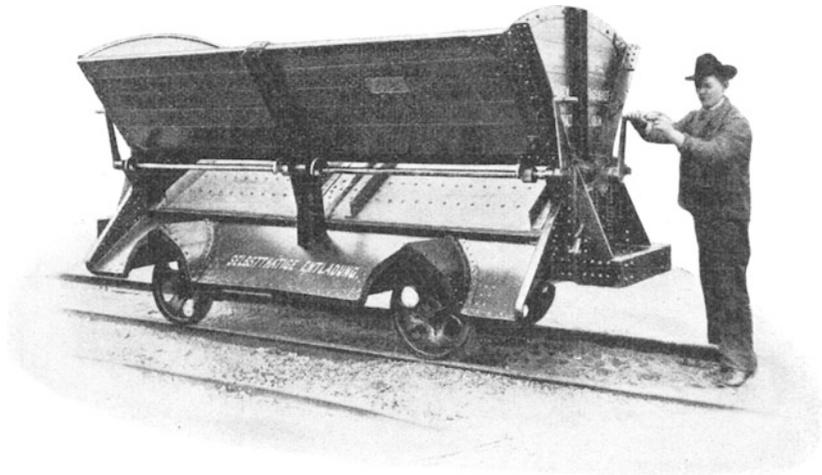


Fig. 32. Seitenentlader von Arthur Koppel.

befindlichen Daumen zurückzuziehen, so daß die Zapfen frei werden, und dann mit Handrad und Schneckengetriebe die Stange *S* zu senken. Jetzt dreht sich die Verschußklappe um den gegenüber-

liegenden Zapfen und bildet schließlich mit der Wand des Wagens und dem Gleitblech eine geneigte Fläche, auf der die Ladung einseitig abrutscht. Durch Zurückdrehen des Schneckenrades wird dann die Klappe zwangsläufig wieder gehoben und durch den Daumen verriegelt.

Der beschriebene Entleerungsmechanismus bietet gegenüber dem von Talbot die Vorteile, daß das Entladen allmählich geschehen kann, und daß die Anwendung eines normalen Untergestelles nicht ausgeschlossen ist, während bei den Talbotschen Wagen mit Rücksicht auf die ausschwingenden Seitenklappen die Langträger fortfallen müssen. Auch läßt sich der Wagen wegen der wagenrechten Bodenfläche allenfalls zum Stückguttransport verwenden.

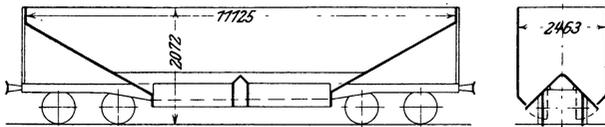


Fig. 33 und 34. Trichterwagen mit Seitenentladung in der Mitte.

Die Fig. 33—35 geben zwei Wagen von 36,3, bzw. 45,4 t Tragkraft und 1067 mm Spur.<sup>1)</sup> Bei dem zweiten Wagen ist die Raumausnutzung und die Verteilung des Gewichtes durch Hinzufügen von zwei querliegenden Klappen an den Wagenenden verbessert worden. Das Eigengewicht (mit Bremse) beträgt rd. 16,6, bzw. 17,9 t, somit das Verhältnis des Leergewichtes zur Nutzlast 0,45, bzw. 0,39.

Soll der Wageninhalt, statt nach der Seite, in einen Füllrumpf entleert werden, so müssen die Klappen nach innen aufschlagen (Fig. 36).

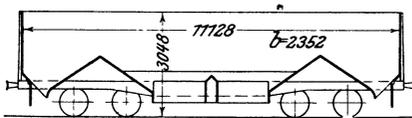


Fig. 35. Trichterwagen mit Entleerung in der Mitte und an den Enden.

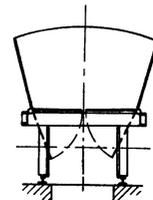


Fig. 36.  
Bodenentleerer.

Zu dieser Klasse gehört auch ein von der Wellman-Seaver-Morgan Co. gebauter Wagen (Fig. 37). Die abgerundete Form des Wagenkastens bezweckt Beförderung des Entleerungsvorganges.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Nach Z. d. V. d. I. 1905, S. 1861 u. 1864 (Metzeltin).

<sup>2)</sup> Nach Z. d. V. d. I. 1905, S. 338.

Verschiedene Wagentypen lassen sowohl Boden- als Seitenentleerung zu.

Bei dem in Fig. 38 dargestellten Wagen von Orenstein & Koppel sind die Bodenklappen an den seitlichen Langträgern mit Scharnieren befestigt und werden am mittleren Langträger durch

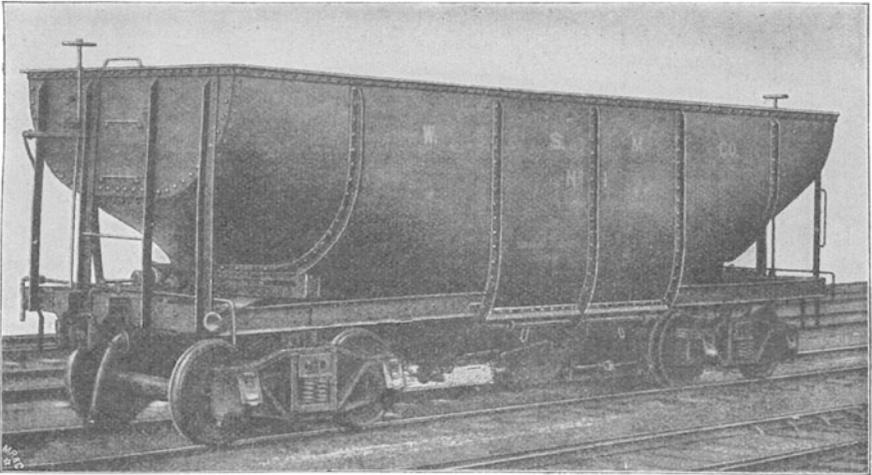


Fig. 37. Bodenentleerer mit abgerundetem Wagenkasten.  
Wellman-Seaver-Morgan Co.

Riegel *R*, die unter die Bügel *A* fassen, festgehalten. Werden die Riegel durch eine mit Handrad und Kegelrädern bewegte Schraubenspindel zurückgezogen, so schlagen die Türen auf, wobei der mit schrägen Wänden versehene Kasten sich vollständig entleert. Gegengewichte *G* dienend dazu, die Klappen wieder zu schließen, worauf sie durch Vorschieben der mit schrägen Anzugflächen versehenen Riegel *R* vollends zugedrückt werden.

Außerdem ist in der Mitte jeder Seitenwand eine Klappe angebracht, deren Scharniere ebenfalls am Langträger liegen. Die Klappe wird durch Daumen *F* geschlossen gehalten, die auf der Welle eines am Wagenende angebrachten, durch die Sicherungsklinke *L* verriegelten Handhebels *H*

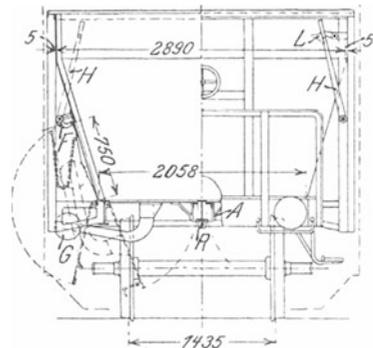


Fig. 38. Bodenentleerer von  
Orenstein & Koppel.

sitzen. Beim Lösen der Verriegelung schlägt die Klappe nach außen auf, soweit es ihr die an einer Seitenrunge federnd aufgehängte Kette gestattet. Die Entleerung ist nicht vollständig, namentlich bei einseitiger Entladung bleibt noch ein beträchtlicher Teil des Inhalts nachzuschaukeln. Doch wird die Entladezeit gegenüber Kastenentladern um ungefähr ebensoviel gekürzt, wie bei dem Flachbodenschnellentlader von Talbot. Die Klappen müssen von Hand geschlossen werden. Der Wagen wird dort besonders am Platze sein, wo Bodenentleerung die Regel, Seitenentleerung die Ausnahme bildet.

Das Ladegewicht beträgt bei der vorliegenden Ausführung 18 t, das Eigengewicht mit Bremse angenähert 10 t, ohne Bremse 9 t, das Gewichtsverhältnis also 0,56, bzw. 0,50.

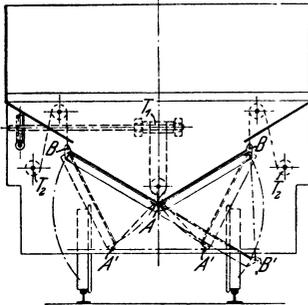


Fig. 39. Boden- und Seitenentleerer von E. W. Summers, Pittsburgh.

E. W. Summers in Pittsburgh<sup>1)</sup> schließt nach Fig. 39 den Wagen durch zwei schräge Bodenklappen ab, die auf beiden Seiten mit Scharnieren *A* und *B* an Ketten aufgehängt sind. Werden durch die Trommel  $T_1$  die mittleren Aufhängepunkte *A* nach *A'* gesenkt, so drehen sich die Klappen um die Scharniere *B*, und der Wagen entleert sich zwischen die Schienen. Andererseits erfolgt beim Senken des einen Aufhängepunktes *B* nach *B'* mittels Trommel  $T_2$  vollständige Entleerung nach einer beliebigen Seite oder bei gleichzeitigem

Senken beider Klappen symmetrisch nach beiden Seiten. Die Getriebe sind durch Blechgehäuse geschützt, die quer durch den Wagen hindurchgehen.

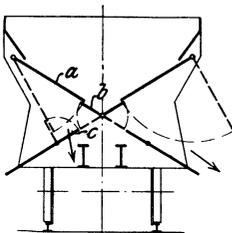


Fig. 40. Boden- u. Seitenentleerer der Goodwin Car Co.

Die Goodwin Car Co., New York, erreicht denselben Zweck durch Verwendung von drei Klappen auf jeder Seite (Fig. 40).<sup>2)</sup> Freigabe der Klappen *a* und *b* hat Entleerung nach einer bzw. nach beiden Seiten zur Folge, wenn Klappe *c* in ihrer normalen Lage belassen wird. Ist dagegen *c* vorher in die Höhe gedreht worden, so stürzt das Material zwischen Langträgern und Schienen ab.

<sup>1)</sup> Z. d. V. d. I. 1905, S. 338.

<sup>2)</sup> Z. d. V. d. I. 1901, S. 734.

An dieser Stelle sind endlich noch zwei Konstruktionen der Firma van der Zypen & Charlier mit beweglichem Wagenkasten zu erwähnen.

In Fig. 41 wird der als Trichter ausgebildete Wagenkasten um die Strecke  $a$  seitlich verschoben, wobei sich die eine der beiden Klappen selbsttätig öffnet, so daß das Material über die am Unterstell angebrachte feste Rutsche einseitig abgleitet.

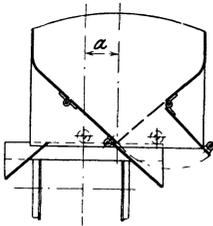


Fig. 41. Seitenentlader mit seitlich verschiebbarem Kasten.  
Van der Zypen & Charlier.

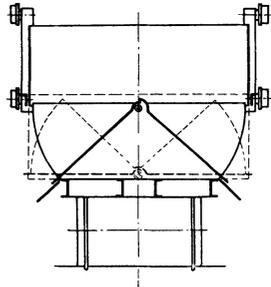


Fig. 42. Seitenentlader mit vertikal beweglichem Kasten.  
Van der Zypen & Charlier.

Für gewisse Verhältnisse ist die in Fig. 42 wiedergegebene Bauart vorteilhaft. Die Wände des Wagenkastens sind zu einem festen Rahmen verbunden, während der Boden aus zwei mit den Stirnwänden gelenkig verbundenen Klappen besteht. Diese nehmen, wenn der Rahmen angehoben wird, die punktiert gezeichnete schräge Stellung ein, bilden also einen Sattel, von dem der Kasteninhalt nach beiden Seiten abgleitet.

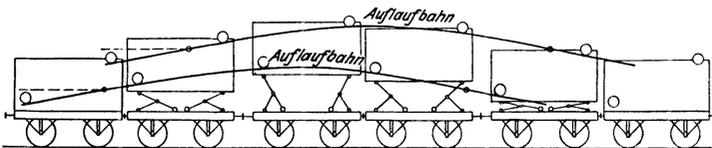


Fig. 43. Schema der Entleervorrichtung.

Der Wagen wird dadurch gehoben, daß man die beiden oben und unten am Wagenkasten befestigten Rollenpaare auf passend geformte Schienen auflaufen läßt (Fig. 43). So kann ein ganzer Zug ohne Fahrtunterbrechung in kürzester Zeit entladen werden. Die Wagenkästen bleiben während der Hebung mit dem Unterstell durch Lenker verbunden. Soll die betreffende Entleerungsstelle ausgeschaltet werden, so sind die Weichenzungen am Beginn der Auflaufbahn in die Höhe zu drehen.

Das beschriebene Verfahren ist in großem Maßstabe für eine Sandschleppbahn in Oberschlesien zur Anwendung gekommen.<sup>1)</sup> Die dort benutzten Wagen haben 20000 kg Lade- und 9125 kg Eigengewicht (einschließlich Bremse).

**e) Selbstentlader mit Verschuß durch Klappen, deren Achse quer zum Gleise liegt.**

Bei dieser Bauart kann nur zwischen die Schienen entladen werden.

Die Fig. 44 und 45 zeigen Doppeltrichterwagen. Der 38 t-Wagen der bayrischen Staatsbahn<sup>2)</sup> hat 17,9 t Eigengewicht — also Ge-

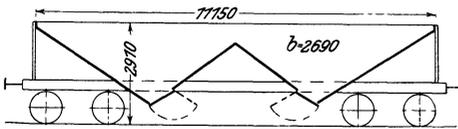


Fig. 44. 38 t-Wagen der bayerischen Staatsbahn.

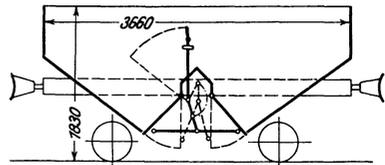


Fig. 45. 10 t-Wagen von Orenstein & Koppel.

wichtsverhältnis = 0,47 — und 40 cbm Rauminhalt. Die Türen werden durch ein Windwerk mit Schneckengetriebe zwangsläufig geöffnet und geschlossen, während der Fahrt aber noch besonders verriegelt.

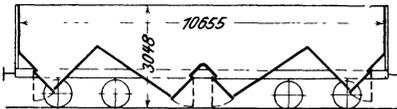


Fig. 46. Englischer 40 t-Wagen für Entleerung in der Mitte und an den Enden.

pelter Kniehebelmechanismus mit Handhebel, der in der aufrechten Lage durch eine Klinke verriegelt wird.

Der 10 t-Wagen von Orenstein & Koppel hat 6,2 cbm Rauminhalt und 1067 mm Spur. Er ist für den Transport von Erzen bestimmt. Zur Betätigung der Verschlüsse dient ein doppel-

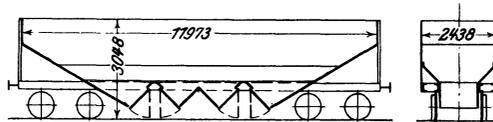


Fig. 47 und 48. Englischer 40 t-Wagen für Entleerung in der Mitte.

<sup>1)</sup> Vgl. die Beschreibung in „Glückauf“ 1906, Nr. 19 und 20, der auch Fig. 43 entnommen ist.

<sup>2)</sup> Z. d. V. d. I. 1905, S. 1862 (Metzeltin).

Die beiden in Fig. 46—48 skizzierten englischen 40 t-Wagen haben vier Trichter, die im einen Falle sämtlich in der Mitte liegen, im anderen Falle auf die Mitte und die Enden verteilt sind. Aus der Vermehrung der Ausflußöffnungen ergibt sich schnelleres Entleeren und bessere Raumausnutzung. Das Leergewicht mit Bremse beträgt 16,1, bzw. 15,7 t, das Gewichtsverhältnis also 0,40, bzw. 0,39.

### f) Selbstentlader mit Schieberverschluß.

Schieber pflegen nur bei Bodenentleerung zur Anwendung zu kommen. Eine Ausnahme macht der bereits erwähnte Wagen der Waggonfabrik Rastatt, der ganz wie ein Seitenentlader mit Klappenverschluß gebaut ist. Bei allen anderen Konstruktionen hat die Schieberfläche wagerechte Lage. Die Bewegung kann parallel oder quer zum Gleise erfolgen.

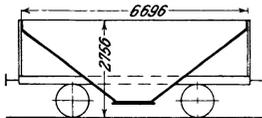


Fig. 49. Englischer 20 t-Wagen.

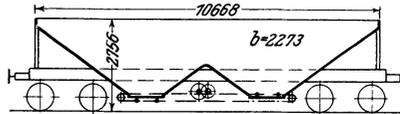


Fig. 50. 32,5 t-Wagen mit doppeltem Trichter.

In Fig. 49 ist ein englischer 20 t-Wagen mit einfachem Trichter skizziert, dessen Eigengewicht 8,0 t bei 22,7 cbm Rauminhalt beträgt (Gewichtsverhältnis 0,39).<sup>1)</sup>

Fig. 50 zeigt einen Doppeltrichterwagen von 32,5 t Lade-, 13,5 t Eigengewicht (Gewichtsverhältnis 0,42) und 36,8 cbm Rauminhalt.<sup>2)</sup> Die beiden Schieber sind durch eine Kette verbunden, die von einem Windwerk bewegt wird. Falls die Grube nicht lang genug ist, um gleichzeitiges Entleeren aus beiden Öffnungen zu gestatten, werden zwei getrennte Winden eingebaut.

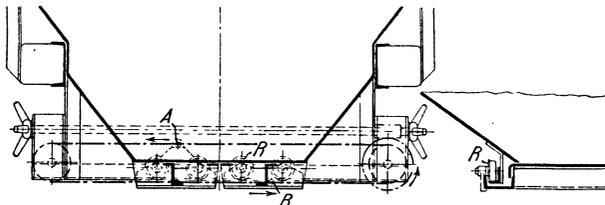


Fig. 51. Schieberbewegung quer zum Gleis. Arthur Koppel.

<sup>1)</sup> Z. d. V. d. I. 1905, S. 1859 (Metzeltin); vgl. auch Z. d. V. d. I. 1907, S. 236, 50 t-Wagen von Arthur Koppel.

<sup>2)</sup> Z. d. V. d. I. 1905, S. 1860 (Metzeltin).

Dieselbe Bewegungseinrichtung — mit Antrieb des Kettenrades durch ein Schneckengetriebe — besitzt der in Fig. 51 skizzierte Wagen von Arthur Koppel. Die beiden Schieber, die bei *A* und *B* von der Kette erfaßt werden, bewegen sich jedoch hier quer zum Gleise. Zur Stützung dienen geschützt angeordnete Laufrollen *R*.

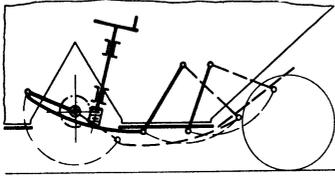


Fig. 52. An Lenkerstangen aufgehängter Schieber mit Kniehebelverriegelung.

Eine abweichende Ausführungsart zeigt Fig. 52.<sup>1)</sup> Der Schieber ist an Pendeln aufgehängt und wird durch einen Kniehebel mit Schneckenantrieb verschoben. Günstig ist die Anordnung insofern, als der Wider-

stand in den Führungen fortfällt und der Druck des Materials das Öffnen unterstützt.

## 2. Kapitel.

### Wagenkipper.

Wagenkipper werden benutzt, um offene Kastenwagen durch Schrägstellen bzw. Umdrehen zu entleeren. In Deutschland pflegt man den hierfür bestimmten Wagen aufklappbare Stirnwände zu geben<sup>2)</sup> und die Kippachse quer zum Gleise zu legen, so daß nach Lösung der Stirnklappen bei einer Drehung um 45 bis 50° alles Material herausrutscht. Bei den amerikanischen Kippern liegt dagegen die Achse dem Gleise parallel, und der Wagen wird um 135° gedreht, so daß die anfangs senkrechte Seitenwand die Stellung einer unter 45° geneigten Rutsche annimmt. Man kann die erste Bauart als „Stirnkipper“, die zweite als „Seitenkipper“ bezeichnen. Die deutschen Eisenbahnverwaltungen lassen keine Seitenkipper zu, weil bei dem Umdrehen das Öl aus den Achsbüchsen läuft. Die Bauart hat also für Deutschland nur geringe Bedeutung und ist dementsprechend hier kürzer behandelt worden.

Die Anschaffung eines Kippers kann schon bei Tagesleistungen von 5 bis 10 Wagen wirtschaftlich sein.

#### a) Einzelheiten der Stirnkipper.

Die Lage der Kippachse ist in erster Linie davon abhängig, ob das Gleis über dem Füllrumpf durchgeführt werden muß. Ist

<sup>1)</sup> Nach Revue Industrielle 1906, Tafel 12.

<sup>2)</sup> S. Kapitel 1, S. 9.

dies der Fall, so darf die Achse nicht tiefer liegen als Schienenoberkante, da sonst die stumpf aufeinanderstoßenden Schienenenden der Drehung im Wege wären, falls man nicht zu dem Hilfsmittel greift, die über dem Füllrumpf gelegene Schiene zu unterschneiden. Meistens wird die Achse, wie in Fig. 55, ein Stück weit über die Schiene gelegt. Ist der Raum oberhalb des Rumpfes frei, was insbesondere bei Aufzugkippern der Fall ist, so pflegt tiefe Lage der Achse konstruktiv günstiger zu sein.

Die Kippbühne hat als Hauptträger, je nach der Belastung und der zur Verfügung stehenden Bauhöhe, I-Eisen, doppelte C-Eisen, oder Blechwände mit Winkelgurtungen. Die ungünstigste Beanspruchung findet in der Ruhelage statt, so daß die Träger als an beiden Enden gestützte Balken zu berechnen sind. Das Huborgan pflegt näher der Mitte anzugreifen und daher während des Kippens die Träger zu entlasten. Es muß ein steifer Querverband hergestellt und der Raum zwischen den Schienen mit Riffblech abgedeckt werden. Vorn erhält die Bühne meist eine Verbreiterung nach Fig. 54, die seitliches Vorbeifallen von Material in die Ausschachtung verhindert. Als Belag dient an dieser Stelle zweckmäßig glattes Blech, weil darauf die Kohle leichter rutscht. Bei hochliegenden Kippachse und durchgehenden Wagen wird die Verbreiterung gleichzeitig zur Anbringung von Querträgern für die Drehzapfen benutzt, so daß diese außerhalb des Bahnprofils bleiben. Der gesamten Plattform eine solche Breite zu geben, ist un Zweckmäßig, weil dadurch die bewegte Last vergrößert wird, doch muß, falls die Ausschachtung in voller Breite durchgeht, für eine feste Überdeckung des übrigen Teiles der Grube gesorgt werden (vgl. Fig. 70 bis 72).

Ein Übergreifen zwischen dem Blechbelag der Kippbrücke und der Kante des Füllrumpfes ist in sehr vielen Fällen, z. B. bei Auf-

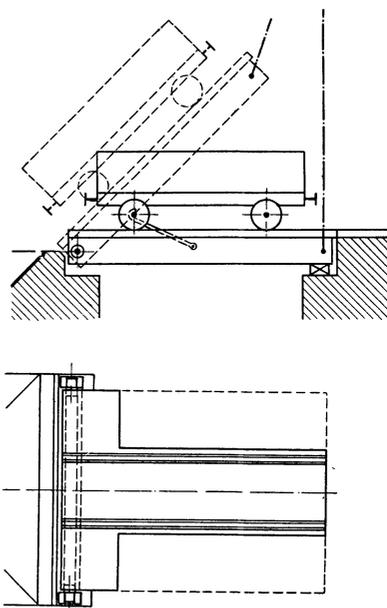


Fig. 53 und 54. Schema eines Stirnkippers.

zugkippern, aus konstruktiven Gründen nicht ausführbar. Bei tief liegendem Drehpunkt und genügend weit zurückstehender Wagenmündung stellt sich die Überdeckung im Verlaufe des Kippvorganges jedoch früh genug von selbst her, um das beim Öffnen der Stirnklappen auf die Plattform fallende Gut ohne Verlust in den Füllrumpf gelangen zu lassen. Liegt jedoch die Drehachse oberhalb der Schiene, so erweitert sich der Spalt während des Kippens, und es müssen daher besondere Vorkehrungen zu seiner Überbrückung getroffen werden.

Falls die Wagen nicht durchzufahren brauchen, genügt dazu eine fest mit der Bühne verbundene Rutsche nach Fig. 55. Noch bessere Überdeckung gibt ein auf schräger Bahn stehender, während des Kippens vorrollender Hilfswagen, wie ihn Stuk-

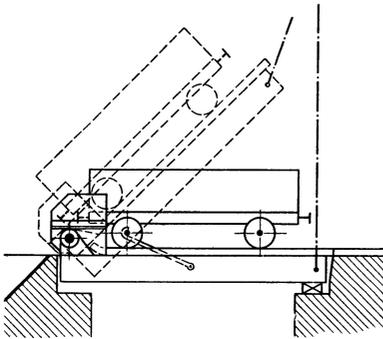


Fig. 55. Spaltüberdeckung mit Rutsche.

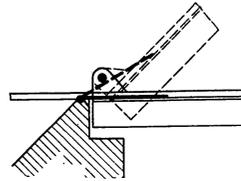


Fig. 56. Spaltüberdeckung.

kenholz bei der in Fig. 90 bis 92 dargestellten Anlage ausgeführt hat. Bei durchgehendem Gleis kann ein Blech nach Fig. 56 verwandt werden, das an dem Füllrumpf drehbar befestigt ist, indessen ist dieses Hilfsmittel nur bei den einfachsten Anlagen zu empfehlen, weil an den Schienen kein Schluß stattfindet. Sehr vollkommen ist dagegen die von der Maschinenfabrik Cyclop ausgeführte, in Fig. 57—59 dargestellte Konstruktion. Die Rutsche ist bei  $D$  an den Schienenträgern über dem Füllrumpf gelagert und kann um diesen Punkt mittels zweier Ketten  $E$  geschwenkt werden, deren Räder auf einer durch Kurbel und Kettentrieb betätigten Welle sitzen. Da das an derselben Stelle angreifende Gegengewicht nur einen Teil des Gewichtes der Rutsche ausgleicht, so stützt sich diese beim Loslassen der Kurbel mit einem der beiden an der Stütze  $S$  angebrachten Vorsprünge auf die Kippbühne ab. Durch Niederdrücken der Stange  $F$  kann die Stütze herausgeschlagen und die Rutsche wieder gesenkt werden.

Die eigentümliche Lagerung der Rutsche hat zur Folge, daß trotz der bereits anfänglich vorhandenen Schräge der Neigungswinkel am Schluß der Bewegung  $45^\circ$  nicht überschreitet.

Da die Rutsche nicht nur den Sturz der Kohle abschwächen, sondern auch das Verschütten der Gleise verhindern soll, muß sich über die ganze Breite der Bühne erstrecken und ist zur Über-

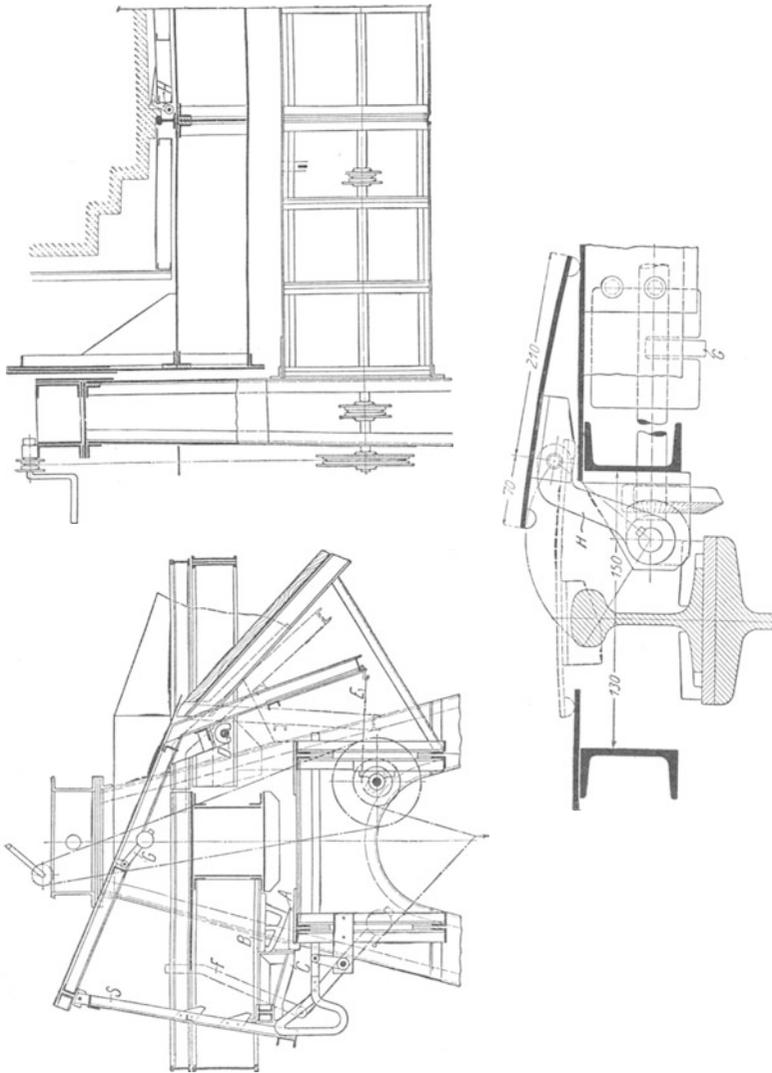


Fig. 57—59. Spaltabdeckung der Maschinenfabrik Cyclop.

deckung der in der tiefsten Lage notwendigen Schlitz für die Fahrschienen mit Klappen versehen, die beim Senken der Bühne selbsttätig zurückgehen. Ein Gewichthebel  $G$  wirkt durch Kegel-

räder auf eine der Schiene parallel laufende Welle mit Hebeln *H*, an denen die Klappen befestigt sind. Bei gehobener Rutsche dreht das Gewicht diese Hebel nach der Schiene zu und verschließt so den Spalt, beim Niederlassen dagegen wird der Hebel *G* von der Bühne abgefangen, so daß die Klappen in die Stellung der Fig. 59 gedreht werden und das Normalprofil freigeben.

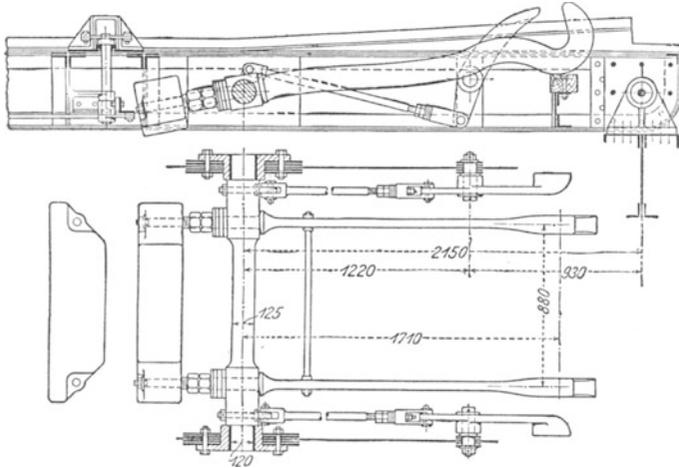


Fig. 60 und 61. Normale Fangvorrichtung nach Nagel & Kaemp.

Die Fangvorrichtung, welche die Wagen bei der Schrägstellung auf der Bühne festzuhalten hat, wird gewöhnlich nach dem durch Fig. 60 und 61 veranschaulichten Prinzip<sup>1)</sup> ausgeführt. Die vorderen Wagenräder treffen auf zwei Anschläge, drücken diese nieder und richten dadurch die Fanghebel auf, die nun die Achsen umgreifen. Die Fanghebel sind durch ein Gegengewicht ausgeglichen. Durch Federn oder andere elastische Zwischenlagen wird der Stoß gemildert. In der Regel schaltet man auch in das Gestänge ein nachgiebiges Glied ein, das einen gewissen Spielraum in der Achsenhöhe erlaubt.

Die beschriebene Einrichtung ist nur verwendbar, wenn der Wagen beim Ausfahren zurückgerollt wird. In Fällen, wo der Wagen durchfahren soll, verzichtet man gewöhnlich auf die Selbsttätigkeit und hebt und senkt den Fanghebel von Hand.<sup>2)</sup> Besser ist die in Fig. 62 und 63 gezeichnete Vorrichtung der Maschinenfabrik Cyclop. Zwischen dem an einer Blattfeder befestigten

<sup>1)</sup> Z. d. V. d. I. 1901, S. 840.

<sup>2)</sup> Z. d. V. d. I. 1902, S. 1329, Fig. 4 und 1907, S. 1529, Fig. 16 u. 17.

Stempel *N*, der vom Spurkranz des Rades niedergedrückt wird, und dem kurvenförmig gestalteten kurzen Arm des Hebels *K* ist ein Zwischenstück *J* eingeschaltet, dessen normale Stellung Fig. 62 mit vollen Linien wiedergibt. Wenn das Rad auffährt, wird der Hebel *K* herumgeworfen, und die an ihm angreifende Zugstange,

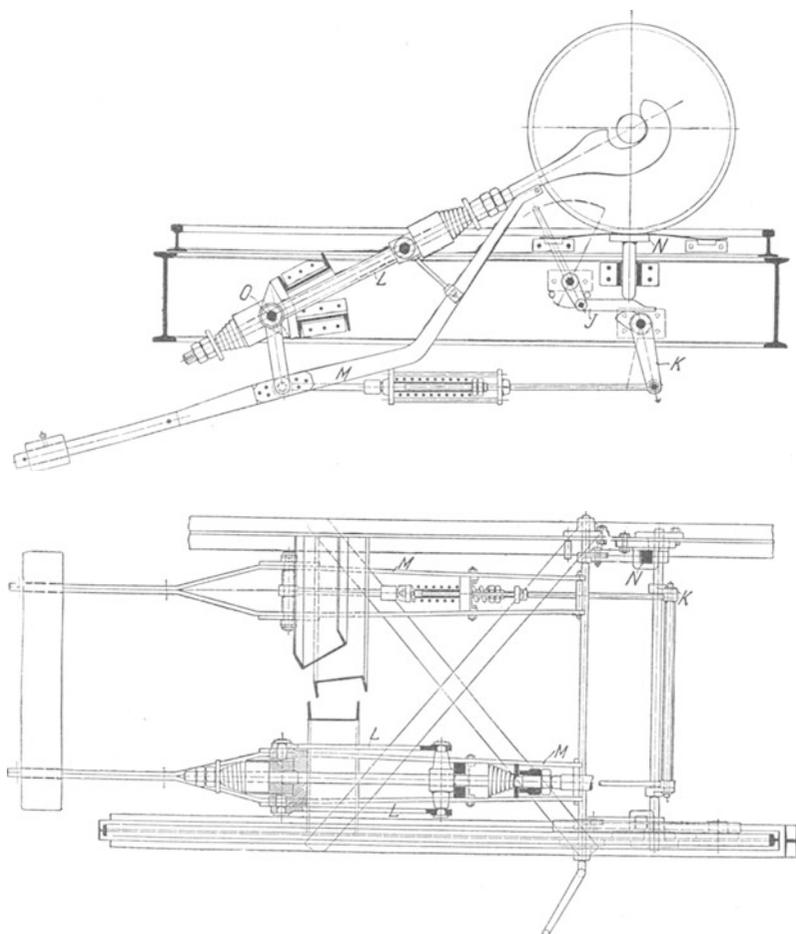


Fig. 62 und 63. Fangvorrichtung für durchfahrende Wagen.  
Maschinenfabrik Cyclop.

in welche mit Rücksicht auf kleine Unterschiede in der Achsenhöhe eine Feder eingeschaltet ist, richtet den Haken auf. Soll nach Entleerung des Wagens der Haken gelöst werden, so ist mittels eines Fußhebels die Schiene *J* zurückzuziehen; Hebel *K* wird dadurch frei, und der Haken fällt herunter.

Dieser selbst ist zwischen zwei Laschen  $L L$  eingehängt, die mit dem Hebel, an welchem die Zugstange angreift, ein Stück bilden. Das Gegengewicht hat nicht, wie sonst üblich, seinen Platz auf der Verlängerung der Hakenstange nahe dem Drehpunkt, sondern ist auf einen besondern Hebel  $M$  gesetzt, der gleichfalls um den Punkt  $O$  schwingt, und dessen vorderes Ende durch eine Spannschraube gegen die Unterfläche des Hakens gepreßt wird.

Eine vollkommen selbsttätige Fangvorrichtung für durchfahrende Wagen hat die Benrather Maschinenfabrik konstruiert (Fig. 64).

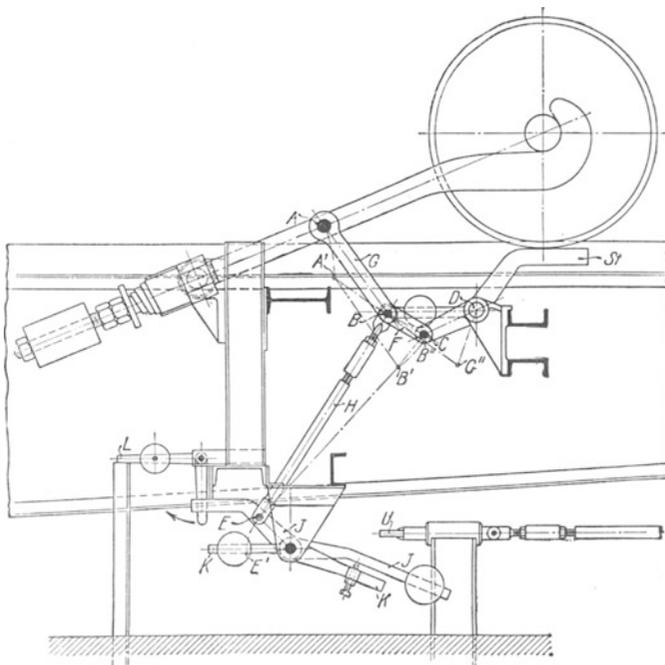


Fig. 64. Selbsttätige Fangvorrichtung für durchfahrende Wagen.  
Benrather Maschinenfabrik.

Die Spurkränze der Räder drücken die über die Schienen hervorragenden Hebel  $St$  nieder und richten mittels der Stangen  $F$  und  $G$  die durch ein Gegengewicht ausgeglichenen Fanghaken auf. Das Gelenk  $B$  schwingt hierbei, gehalten durch Stange  $H$ , um den Punkt  $E$ , der einstweilen als festliegend anzusehen ist. Beim Niederlassen der Bühne wird der Hebel  $L$  durch ein feststehendes  $\perp$ -Eisen abgefangen, so daß er in der Pfeilrichtung ausschlägt und dadurch den Hebel  $J$  freigibt, der beim weiteren Senken durch den auf Riegel  $U$  treffenden Hebel  $K$  gedreht wird. Infolgedessen zieht die

Stange *H* den Gelenkpunkt *B* nach *B'* zurück und legt so den Fanghaken nieder. Der Wagen kann also bei völlig gesenkter Bühne nach rechts herausgefahren werden. Dabei drückt der Spurkranz einen neben der Schiene befindlichen Hebel nieder und zieht dadurch den Riegel *U* zurück, so daß die Hebel *J* und *K* herunterfallen können. Das Ende des Hebels *J* ist so weit gekröpft, daß das Gewicht hierbei an der Riegelvorrichtung vorbeigeht. Hebel *St* hat sich inzwischen aufgerichtet, und die Stangen *F* und *G* stellen sich jetzt in gerader Linie *C''B''A'* ein, so daß der folgende Wagen den Fanghaken wieder aufrichtet. Beim Anheben der Bühne weicht Hebel *K* dem Riegel aus, während Hebel *J* durch Hebel *L* verriegelt wird.

Um unzulässige Spannungen in den Achsen und Rahmen zu vermeiden, fängt Pohlig den Wagen nach Fig. 65 durch eine Pufferbohle ab, die, um das Durchfahren zu ermöglichen, ausschwenkbar angeordnet ist.<sup>1)</sup> Auf die Puffer werden Gabeln aufgesetzt, die zu starkes Zusammendrücken der Federn in der Schräglage verhindern.

An dem hinteren Zughaken des Wagens pflegt man Sicherheitsketten anzubringen<sup>2)</sup>, die verhindern, daß der Wagen infolge der plötzlichen Entlastung der Federn beim Abrutschen der Ladung aus dem Gleise springt.

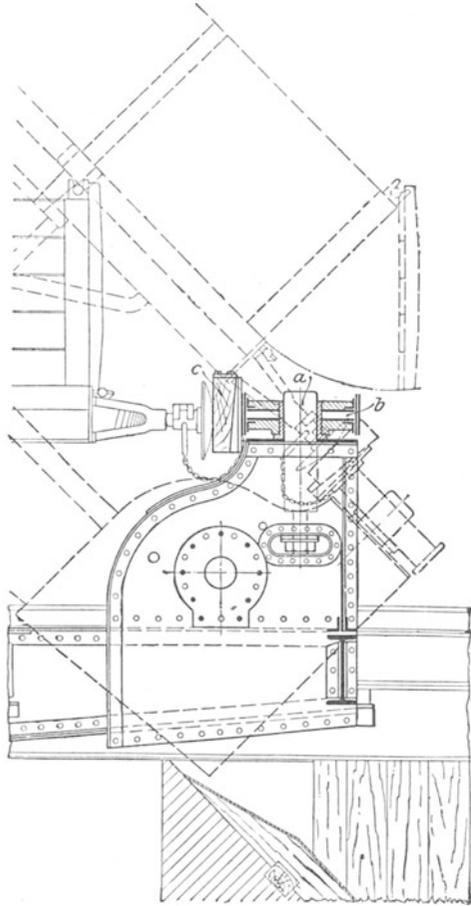


Fig. 65. Drehbare Fangbohle nach Pohlig.

<sup>1)</sup> Z. d. V. d. I. 1905, S. 439 (Frölich).

<sup>2)</sup> S. Fig. 70.

Bei Aufzugkippern besteht die Gefahr, daß der Wagen während des senkrechten Hebens zurückrollt. Man pflegt dem dadurch vorzubeugen, daß man die beiden Hubmotoren nicht gleichzeitig, sondern nacheinander anlaufen läßt und so das hintere Ende zuerst hebt, die Bühne also von vornherein ein wenig schräg stellt.

Die Wagen werden meist durch ein Spill auf die Bühne gezogen. Die Geschwindigkeit läßt sich durch Überhöhen des vorderen Teiles der Schienen oder auch durch Schienenbremsen ermäßigen.<sup>1)</sup>

Damit während des Kippens eines Wagens nicht versehentlich ein neuer Wagen herangerollt wird und in die Grube stürzt, empfiehlt es sich, namentlich bei Aufzugkippern, die Zufahrtsgleise zu blockieren. Dies kann ganz selbsttätig in der Weise geschehen, daß ein gewichtsbelasteter Hebel einen Riegel vorschiebt, sobald die Bühne sich hebt, während beim Aufsetzen die Bühne den Hebel herumlegt und so den Riegel zurückzieht.

Das Betreten des Aufzugschachtes durch Menschen während des Betriebes läßt sich durch selbsttätig auf- und niedergehende Türen verhindern.

Der Motor wird in der Regel in der höchsten und tiefsten Stellung der Bühne selbsttätig abgeschaltet. Beim Senken muß jedoch nach dem Aufsetzen der Bühne auf das Auflager noch eine geringe Motorbewegung möglich sein, damit das Triebwerk entlastet wird und nicht durch die Stöße beim Ab- und Auffahren des Wagens leidet. Deshalb ist irgendein nachgiebiges Glied in das Gestänge einzuschalten. Das einfachste Mittel bei Druckstangenantrieb ist, dem Verbindungsbolzen zwischen Stange und Bühne etwas Spiel zu geben.

### **b) Die Gesamtanordnung der Stirnkipper.**

Als ein mit den Eisenbahnwagenkippern in gar keiner Weise vergleichbarer Typ eines Stirnkippers sei der sogenannte Kopfwipper für Förderwagen (Fig. 66) vorweggenommen. Die Achse geht ungefähr durch den Schwerpunkt des Wagens, so daß dieser sich leicht durch den Arbeiter vollständig umdrehen läßt.

Eisenbahnwagen haben, wie erwähnt, eine aufklappbare Stirnwand und brauchen daher nur um 45 bis 50<sup>0</sup> gedreht zu werden. Je nachdem, ob beim Kippen die Vorderkante des Wagens sich senkt, in ungefähr gleicher Höhe bleibt oder gehoben wird, sind zu unterscheiden Grubenkipper, Niveauekipper und Aufzugkipper.

---

<sup>1)</sup> S. Kipper der Benrather Maschinenfabrik, Z. d. V. d. I. 1907, S. 1531.

Die Grubenkipper besitzen gewöhnlich keinen Motor, als treibende Kraft dient vielmehr das Gewicht der Ladung. Fig. 67 gibt eine der einfachsten Ausführungsformen wieder. Mit der bei A drehbar aufgehängten Plattform ist ein Zahnkranz fest verbunden,

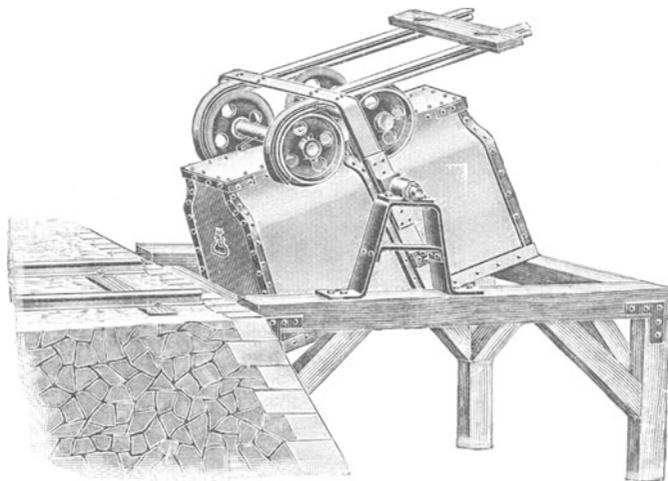


Fig. 66. Kopfwipper für Grubenwagen. Orenstein & Koppel.

in den ein von einer Bremse beherrschtes Ritzel eingreift. Die Fanghaken lassen sich je nach dem Radstand des Wagens so einstellen, daß der aufgefahrene volle Wagen der Plattform ein Übergewicht nach vorne gibt. Der Führer kann daher durch Lockern der Bremse die Kippbewegung einleiten und den ganzen Vorgang sicher beherrschen. Ist der Wagen entleert, so liegt der Systemschwerpunkt auf der anderen Seite der Drehachse A, der Wagen kippt also in entsprechender Weise zurück. Zweckmäßig wird eine kleine Handwinde vorgesehen, die den Wagen vollständig kippt, falls er bei langsamer Drehung während des Auskippens, nachdem ein größerer Teil der Ladung schon herausgefallen ist, stehen bleiben sollte. Wichtig ist richtige Höhenlage

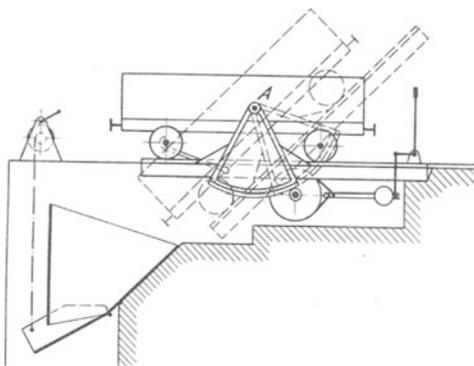


Fig. 67. Selbsttätiger Grubenkipper.

der Drehachse, da bei unrichtiger Anordnung eine starke Verlegung des Schwerpunktes während des Kippens stattfinden würde.

Eine andere, vielfach benutzte Möglichkeit ist die, nach Fig. 68 die Bühne durch einen hydraulischen Kolben abzustützen, der beim Niedergang das Wasser in einen Akkumulator preßt. Nach

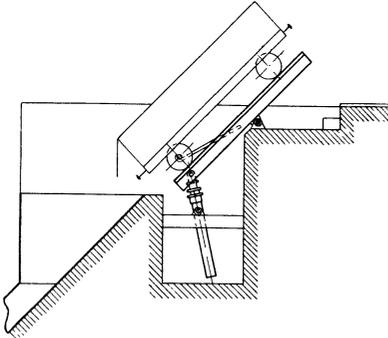


Fig. 68. Selbsttätiger Stirnkipper mit hydraulischem Kolben.

geschehener Entleerung drückt dann umgekehrt das zurückströmende Wasser den schwächer belasteten Kolben in die Höhe. Zur Regelung der Vorgänge dient ein in die Verbindungsleitung geschaltetes Ventil.

Falls der Wageninhalt in einen Kübel ausgekippt werden soll, der an einem Krane oder einer anderen Aufzugvorrichtung hängt, so läßt sich die Bewegung in einfacher Weise dadurch hervorbringen, daß der Kübel auf die eine Seite der Plattform gesetzt und langsam weiter niedergelassen wird.

Die Konstruktion der Niveauekipper hängt wesentlich davon ab, wieviel bzw. ob überhaupt Bauhöhe unterhalb der Plattform vorhanden ist. Kann eine Grube von 7 bis 8 m Tiefe ausgehoben

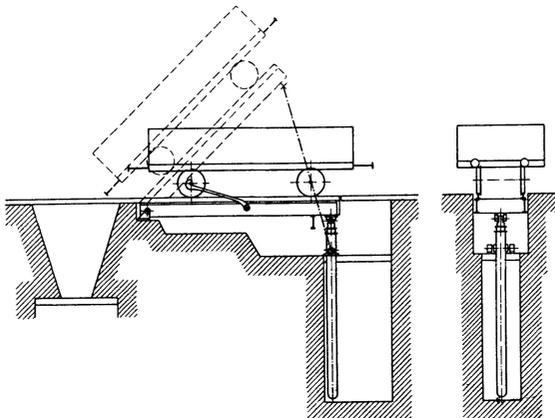


Fig. 69. Schema eines Niveauekippers mit hydraulischem Antrieb.  
Unruh & Liebig.

werden, so benutzt man zweckmäßig zum Heben Druckstangen, die gelenkig an der Bühne befestigt sind und beliebige Neigungen einnehmen können. Die einfachste Anordnung ergibt ein Druckwasser-

kolben, dessen Zylinder am Fundament drehbar gelagert ist und das Wasser durch den Drehzapfen zugeführt erhält (Fig. 69).<sup>1)</sup> Auch mit Zahnstangen ist eine einfache Konstruktion möglich. Häufiger jedoch werden besondere Druckstangen aus Profileisen angewandt,

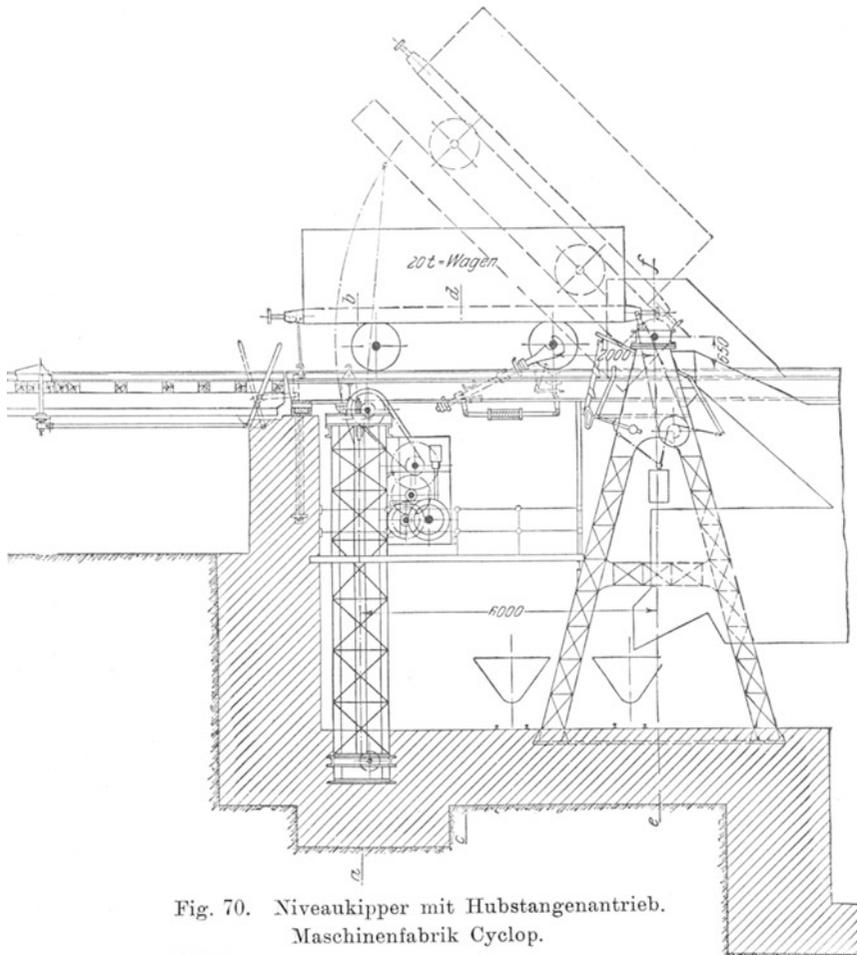


Fig. 70. Niveauekipper mit Hubstangenantrieb.  
Maschinenfabrik Cyclop.

deren Fußpunkte sich in einer senkrechten Führung bewegen, und den Angriffspunkt für die durch Ketten oder Schrauben zugeführte treibende Kraft, gleichzeitig auch für die Gegengewichtskette, bilden.

In Fig. 70—72 ist ein Kipper dieser Bauart, ausgeführt von der Maschinenfabrik Cyclop, dargestellt. Die Hubstangen be-

<sup>1)</sup> Z. d. V. d. I. 1902, S. 1329.

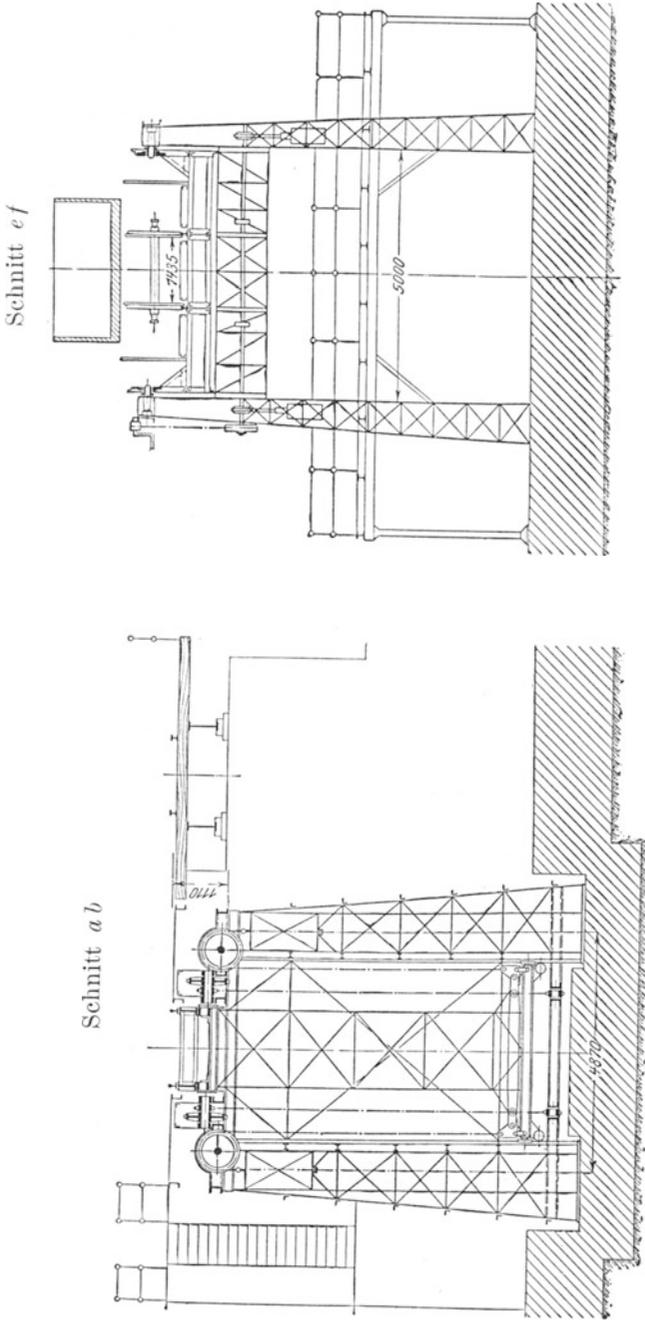


Fig. 71 und 72. Niveaunkipper mit Hubstangenantrieb. Maschinenfabrik Cyclop.

stehen aus je zwei  $\square$ -Eisen und sind miteinander durch Verkrenzungen zu einem Stück verbunden. Den Fuß der Stangen bilden zwei kräftige Querträger, an deren Endpunkten je drei Rollen zur Führung in beiden Richtungen angebracht sind. An den Trägerenden sind auch die Gegengewichtsketten befestigt, während die Antriebsketten näher der Mitte an einem besonderen, zwischen den  $\square$ -Eisen der Hubstange gelegenen Balken  $R$  angreifen, der mit den Hubstangen und der Gegengewichtskette durch ein Dreieck in Verbindung steht (Fig. 73 und 74). Beim Anlaufen kann eine Bewegung der Bühne erst eintreten, wenn dieses Dreieck so weit gedreht ist, daß sich zwischen dem Moment der Gegengewichtskette und dem des Huborganes Gleichgewicht hergestellt hat. Daher

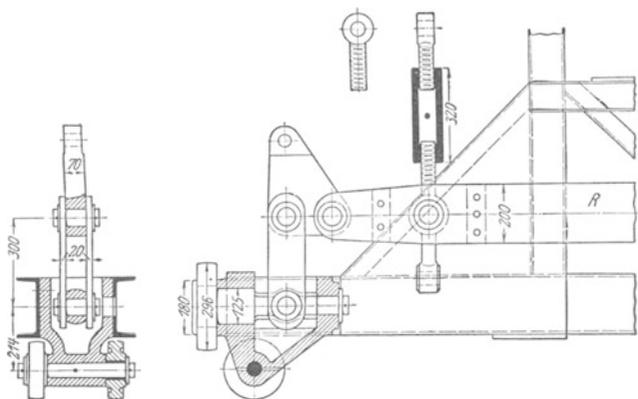


Fig. 73 und 74. Fuß der Hubstange.

geht das Anfahren und Anhalten sehr sanft vor sich, auch ist ein geringes Nachlaufen des Motors mit allmählich wachsendem, die lebendige Kraft des Ankers vernichtendem Widerstande möglich.

Die Hubketten sind, da Kräfte in beiden Richtungen überwunden werden müssen, in geschlossenem Lauf um den Fuß des Gerüsts herumgeführt. Aus dem Diagramm Fig. 75, das die senkrechten Komponenten der Strebenkräfte sowie die Wirkung des Gegengewichtes zeigt, geht hervor, daß der Motor stets positive Arbeit zu leisten hat. In den beiden ungünstigsten Fällen: beim Heben des 10 t- und beim Senken des 20 t-Wagens, liegen allerdings die Linien der Strebenkräfte sehr nahe an der Gegengewichtslinie, die als gezackte Linie erscheint, weil sich die beiden obersten Platten eines jeden Gewichtes im Verlauf des Senkens abheben.

Die Strebenkräfte beim Heben sind aufgezeichnet unter der Annahme, daß der Wagen bis zu seiner Endstellung die volle

Ladung behält. Das trifft natürlich nicht zu, vielmehr fängt die Entleerung schon vor dem Beginn des Hubes an und sollte, wenn die Kohle nicht haftet, beim Schlusse desselben beendet sein, so daß die Kurven für den leeren und den vollen Wagen sich hier treffen müßten. Der richtige Verlauf der Kurve ist schwer mit Genauigkeit festzustellen, um so mehr, als Zufälligkeiten, wie der Feuchtigkeitsgehalt der Kohle, die Entleerung beeinflussen. Für

den 10 t-Wagen ist die Kurve nach Schätzung strichpunktiert eingetragen. Jetzt ergibt sich ein negativer Arbeitsbetrag, dem indessen die vom Motor zu leistende Eigenreibrbeitsarbeit des Triebwerkes gegenübersteht.

Fig. 76 gibt schematisch die Anordnung eines von Pohlig ausgeführten Niveauekippers mit Hubstangenantrieb.<sup>1)</sup> Das Hauptwindwerk wird von dem Motor  $M_1$  angetrieben, der mittels mehrerer Vorgelege die Kettenrollen  $b_1$  und  $b_2$  dreht, an denen einerseits die Gegengewichte, andererseits die Fußpunkte der Hubstangen  $S_1$  und  $S_2$  mit loser Rolle aufgehängt sind. Die Fußpunkte führen sich mit den Rollen  $r$  in senkrechten Bahnen. Ein zweites Triebwerk mit dem Motor  $M_2$  dreht die durch das Kammlager  $B$  gestützte senkrechte Spindel  $T$ , an welcher sich die Mutter  $R$  entlang schraubt, dabei

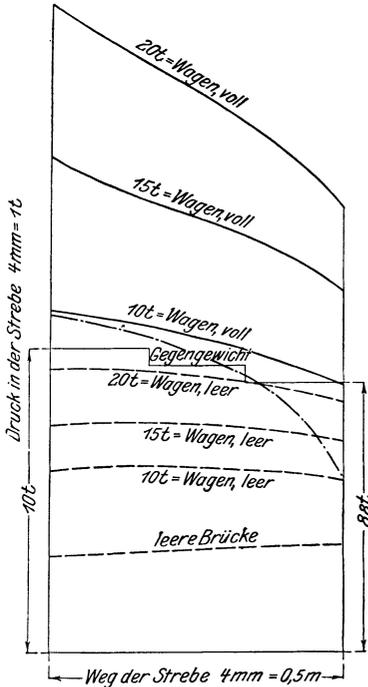


Fig. 75. Schaubild der Strebenkräfte beim Kipper.

die Traverse  $Q$  und die Hubstangen  $S_3$  und  $S_4$  mitnehmend. Dieses Hilfswindwerk soll als Sicherung im Falle eines Kettenbruches dienen und wird gleichzeitig zum Senken der Last benutzt, wobei der Motor die Reibung einer Lastdruckbremse am Spindelkopf überwindet.

Das Bestreben, die Anlagekosten zu ermäßigen und damit die Beschaffung eines Kippers auch für kleine Tagesleistungen rentabel zu machen, hat zu der in Fig. 77—81 wiedergegebenen Konstruktion geführt<sup>2)</sup>, bei welcher infolge der geringen Bauhöhe die Funda-

<sup>1)</sup> Nach Z. d. V. d. I. 1905, S. 436 (Frölich).

<sup>2)</sup> D R.P. 173820.

mentkosten sehr niedrig sind. Auch die Montage ist einfach, da das ganze Triebwerk samt dem vorderen Auflager auf einem zusammenhängenden rahmenartigen Gerüst aufgebaut ist. Kennzeichnend für die Bauart ist die Ausbildung der Hubstangen in Form von Kniehebeln, deren Knickpunkt an der Bühne angreift, während die Stangenenden an zwei Schraubenmuttern angeschlossen sind, die sich entgegengesetzt bewegen.

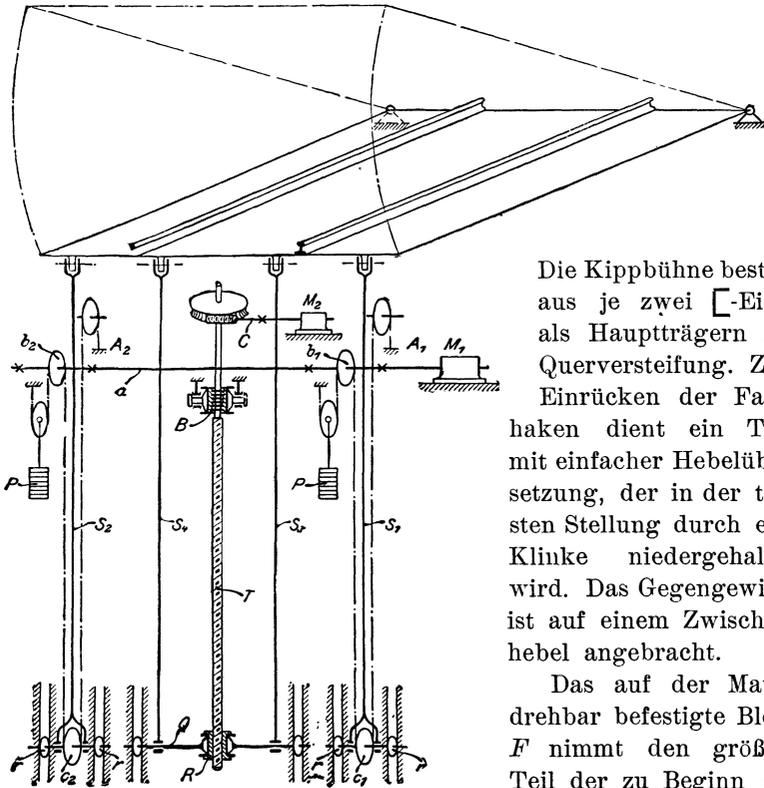


Fig. 76. Niveauekipper mit Hubstangenantrieb von Pohlig.

Die Kippbühne besteht aus je zwei  $\square$ -Eisen als Hauptträgern mit Querversteifung. Zum Einrücken der Fanghaken dient ein Tritt mit einfacher Hebelübersetzung, der in der tiefsten Stellung durch eine Klinke niedergehalten wird. Das Gegengewicht ist auf einem Zwischenhebel angebracht.

Das auf der Mauer drehbar befestigte Blech  $F$  nimmt den größten Teil der zu Beginn des Hebens herausfallenden Kohle auf und läßt sie nachher in den Trichter

gleiten, wenn es durch die sich hebenden Bühnenträger schräg gestellt wird (vgl. Fig. 56).

Da die Bahn des Punktes  $C$ , in dem der Kniehebel angreift, durch das Getriebe bestimmt ist, so konnte die Bühne keinen festen Drehpunkt erhalten. Ihr vorderes Ende ist daher durch Rollen  $R$  gestützt, die sich während des Hebens um rd. 600 mm verschieben.

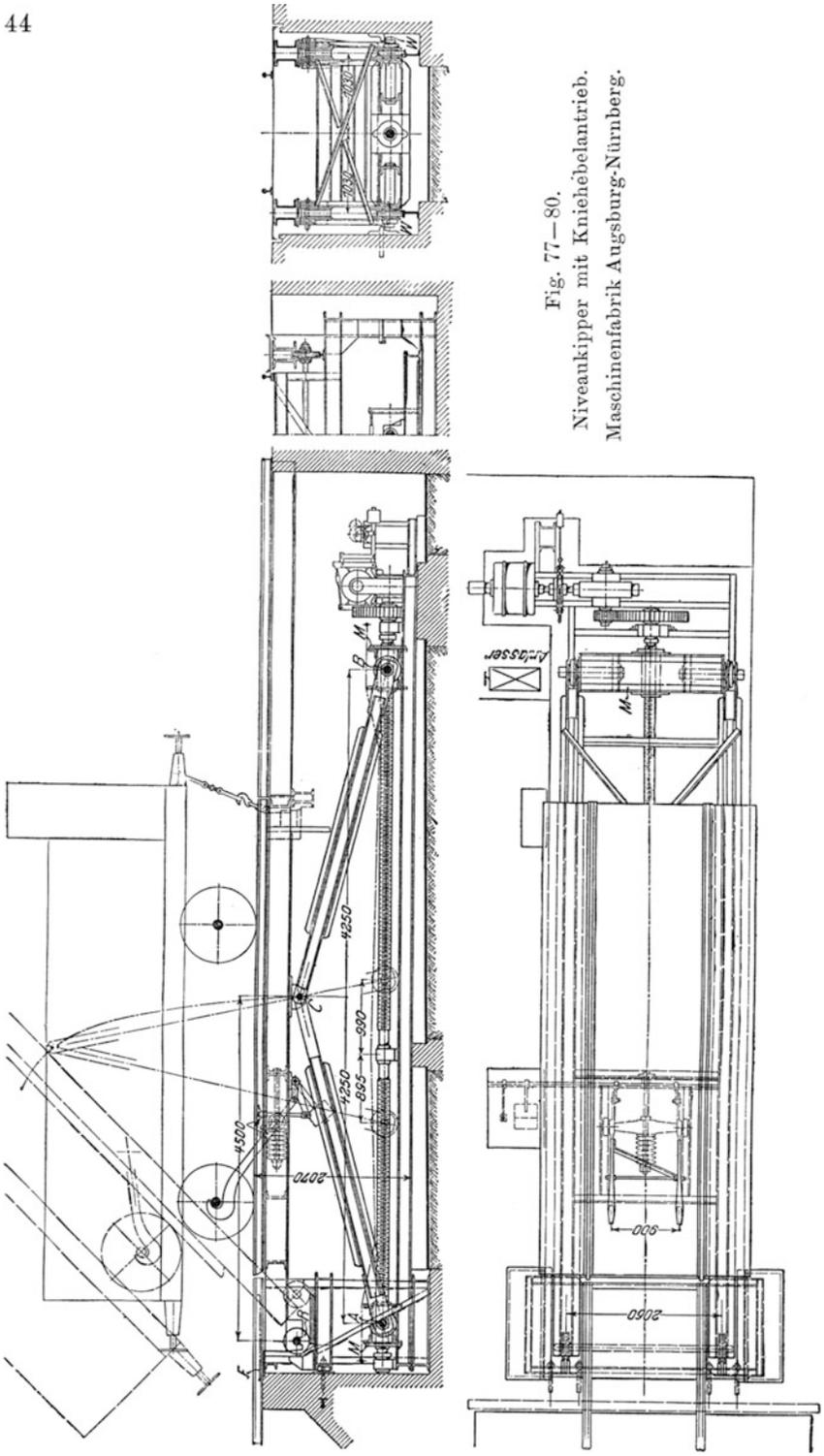


Fig. 77—80.  
Niveauekipper mit Kniehebelantrieb.  
Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.

Wäre die Geschwindigkeit der beiden Stangenendpunkte  $A$  und  $B$  gleich, so würde sich  $C$  auf einer senkrechten Geraden be-



Fig. 81. Niveauekipper mit Kniehebelantrieb. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.

wegen, und die Verschiebung des Bühnenaufagers wäre noch wesentlich größer. Deshalb hat der eine Teil der Schraubenspindel  $2\frac{7}{8}$ " , der andre nur  $1\frac{7}{8}$ " Steigung erhalten, wodurch sich eine günstigere

Bewegung ergibt. Der Druck in den beiden Streben ist jedoch immer gleich, so daß sich die axialen Kräfte in der Schraube aufheben und diese keines Spurlagers bedarf. Biegende Kräfte werden auf die Schraube nicht ausgeübt, da die Mutterquerstücke  $M$  mit Rollen versehen sind, welche die senkrechten Komponenten der Stabkräfte übertragen. Abheben der Rollen wird durch die an den Wänden der Grube entlang laufenden Winkeleisen  $W$  (Fig. 80) verhindert.

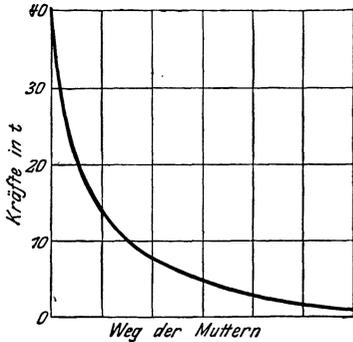


Fig. 82. Schaubild der Horizontal-schübe.

Damit der Motor etwas nachlaufen und nach dem Aufsetzen der Bühne das Gestänge entlasten kann, sind die an der Bühne befestigten Augenlager, an denen die Stützapfen angreifen, unten offen gelassen.

Aus dem Diagramm Fig. 82, in welchem die in der Schraubenspindel auftretenden Kräfte für einen 15 t-Wagen aufgetragen sind, geht hervor, daß der Kniehebelmechanismus einen ungünstigen Kräfteverlauf ergibt. In der tiefsten Stellung, wo das Moment der Bühne am größten ist, haben die Streben die geringste Neigung, so daß der Horizontalschub nahezu doppelt so groß wie die Vertikalbelastung des Stützpunktes ist, während gegen Ende des Hubes, wo der Systemschwerpunkt nur noch sehr geringen Abstand von

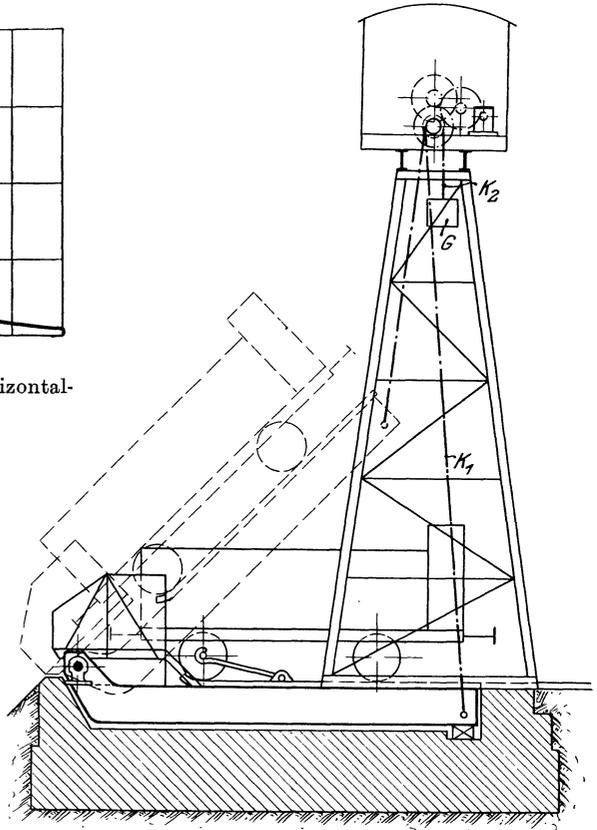


Fig. 83. Niveauekipper mit Windengerüst nach Gebauer.

der Senkrechten durch den Auflagerpunkt hat und der Wagen noch dazu fast leer ist — die Kurve ist wieder für den vollbelasteten Wagen gezeichnet —, eine starke Übersetzung im umgekehrten Sinne stattfindet. Daher müssen alle Teile, insbesondere der Motor, wesentlich stärkere Abmessungen erhalten, als der mittleren Beanspruchung entsprechen würde.



Fig. 84. Doppelkipper von Bleichert.

Ein Gegengewicht anzuwenden ist bei der geringen Grubenhöhe unmöglich. Dieser Umstand, zusammen mit dem schlechten Wirkungsgrad des Triebwerkes, hat sehr hohen Kraftverbrauch zur Folge, der indessen bei den niedrigen Tagesleistungen, für die der Kipper bestimmt ist, in den Hintergrund tritt.

Wenn Ausschachtungen nicht ausführbar sind, so muß ein Windengerüst errichtet und die Plattform durch Seile oder Ketten gehoben werden. Die einfachste Anordnung für diesen Fall zeigt Fig. 83. Auf der Spitze eines portalartig ausgebildeten Turmes steht die Winde, deren Ketten  $K_1$  am hinteren Ende der Bühne an-

fassen. Seitlich auf der Antriebswelle sitzen Kettenräder für die Ketten  $K_2$ , an denen die innerhalb der beiden Portalstützen sich bewegenden Gegengewichte  $G$  hängen.

In Fig. 84 ist ein Gerüstkipper von Bleichert abgebildet, der nach beiden Seiten kippt, so daß Wagen mit Bremserhaus, die nur eine aufklappbare Stirnwand besitzen, nicht gedreht zu werden brauchen. Die Anordnung ist vollkommen symmetrisch. An beiden Enden der Plattform sind Drehzapfen mit oben offenen Lagern vorgesehen. Auf der Seite, nach der gekippt werden soll, werden die

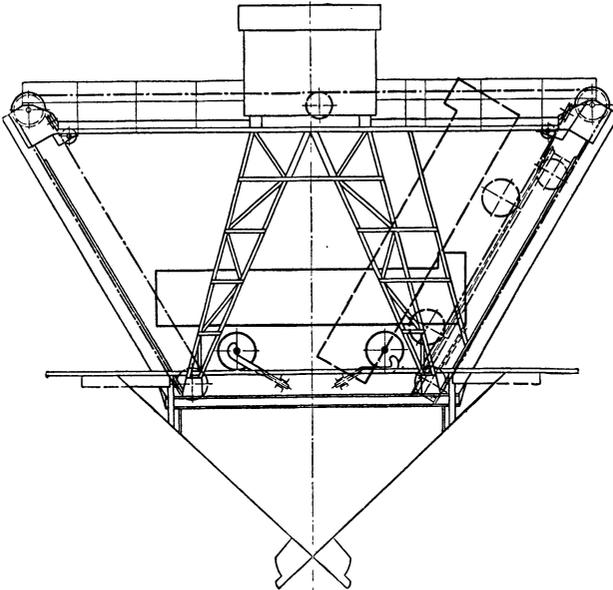


Fig. 85. Neuer Bleichterscher Doppelkipper.

Zapfen verriegelt und dann die Bühne durch die in der Mitte angreifende Kette gehoben. Eine selbsttätige Fangvorrichtung ist in solchem Falle natürlich nicht brauchbar, und es sind daher zwei aufziehbare Pufferbohlen zur Anwendung gekommen.

Das Vorhandensein zweier Gruben erschwert im vorliegenden Falle den Weitertransport nicht erheblich, da vor den Mündungen eine Elektrohängebahn entlang läuft, in deren Wagen das Material abgezogen wird. In anderen Fällen sind indessen diese doppelten Gruben unbequem, zumal sie beträchtliche Gründungskosten verursachen.

Besser ist daher die neuere Bleichtersche Anordnung, die Fig. 85 schematisch darstellt.<sup>1)</sup> Damit alles Material in den unter-

<sup>1)</sup> D.R.P. angemeldet.

halb des Gerüstes vorgesehenen Füllrumpf fällt, wird die von vier Laufrollen gestützte Bühne beim Kippen in der einen oder in der anderen Richtung zurückgezogen, was sich in einfacher Weise durch Führung an den Gerüstpfosten ermöglichen läßt. Von der Windentrommel laufen zwei Seile ab, deren eines in Tätigkeit tritt, während das andere schlaff mitläuft.

Pohlig hat einen fahrbaren Wagenkipper<sup>1)</sup> konstruiert, bei dem die Plattform fehlt, und statt dessen der Wagen eine gekrümmte Bahn hinaufgezogen wird, die mit Auflaufungen über die Schienen greift (Fig. 86 und 87). Der Kipper ist mit Radsätzen versehen und auf einem Normalspurgleise verschiebbar, kann auch in Eisenbahnzüge eingestellt und so zum Verwendungsort geschafft werden.

Ist der Kipper an der gewünschten Stelle festgemacht, so wird der Kohlenwagen durch eine Seilwinde herangeholt und, wie punktiert angedeutet, so weit heraufgezogen, daß die Hinterachse auf einem Rollwagen zu stehen kommt, dessen Gleis konzentrisch zu der kreisförmig gekrümmten Hauptbahn ist. Jetzt zieht der Windenführer die Kette *K* an, was zunächst zur Folge hat, daß der im Rollwagen gelagerte Hebel, an dessen einem Arm die Kette anfaßt,

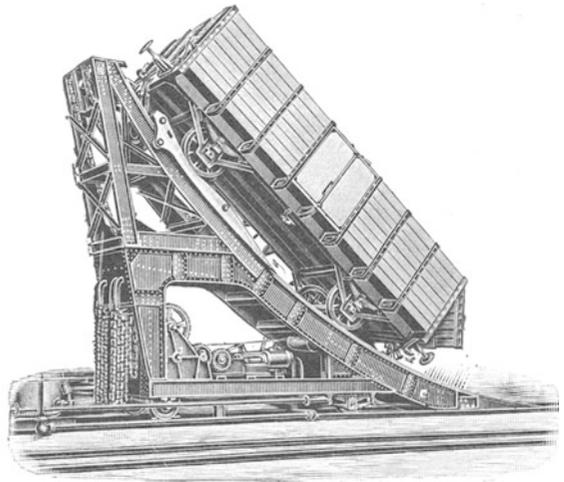
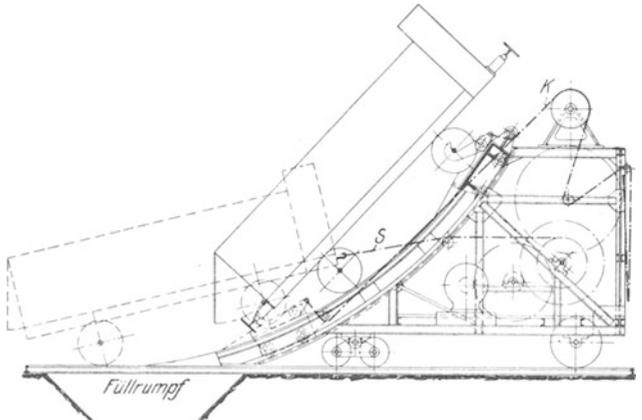


Fig. 86 und 87. Fahrbarer Wagenkipper von Pohlig.

<sup>1)</sup> D. R. P. 162173 (Aumund).

sich aufrichtet und die Hinterachse des Wagens umgreift. Bei weiterem Anziehen wird der Rollwagen und mit ihm der Kohlenwagen die gekrümmte Bahn hinaufgezogen, wobei der letztere sich schließlich unter  $45^{\circ}$  neigt und die Reste der Ladung durch die vorher geöffnete Stirnwand abrutschen läßt.

Aufzugkipper erhalten entweder festen oder veränderlichen Hub. Im letzteren Falle pflegt die Kippbühne als Teil einer ausschließlich senkrecht beweglichen Fahrbühne ausgeführt zu werden.

Ein Kipper mit festem Hub nach Ausführung der Benrather Maschinenfabrik, ist in Fig. 88 und 89 dargestellt<sup>1)</sup>. Die Anlage dient dazu, Erz aus gewöhnlichen Eisenbahnwagen in einen Füllrumpf zu laden, aus dem es in Selbstentlader abgezogen wird.

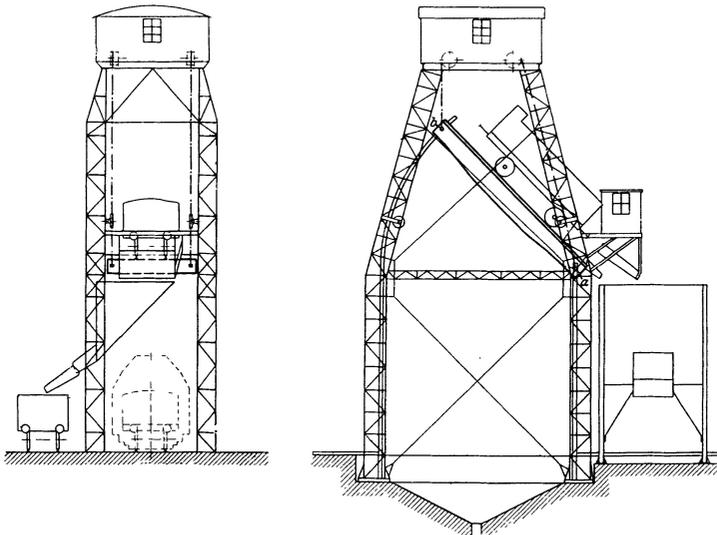


Fig. 88 und 89. Elektrisch betriebener Aufzugkipper mit festem Hub.  
Benrather Maschinenfabrik.

Auf dem Gerüst sind zwei getrennte Winden angeordnet, von denen die eine das vordere, die andere das hintere Bühnenende hebt. Beide arbeiten bis zu einer Hubhöhe von 10,8 m zusammen, und zwar wird durch eine Reibkupplung genaue Übereinstimmung der Hubgeschwindigkeiten gesichert. Die Bühne wird dann so weit gesenkt, daß der Zapfen *a*, an dem die vorderen Seile angreifen, sich in ein inzwischen vorgeschobenes Lager einlegt und dadurch zum festen Kippzapfen wird. Nun wird die Reibkupplung aus-

<sup>1)</sup> Z. d. V. d. I. 1907, S. 1531.

gerückt und die eine Winde allein in Gang gesetzt, so daß sich nur das hintere Ende hebt und der Wagen in die zur vollständigen Entleerung erforderliche Schräglage kommt. Es folgt Zurückkippen, kurzes Anheben behufs Entriegelung des Drehzapfens und Senken in die tiefste Stellung.

Fig. 90—92 stellen einen Kipper mit veränderlichem Hube und hydraulischem Antrieb dar. Auch hier ist eine einzige Bühne angeordnet, die von Motoren auf der oberen Plattform des Gerüsts gehoben und gekippt wird. Die Eigenart des Antriebmittels — Druckwasser statt Elektrizität — und das Fehlen eines Teiles der Sicherheitsvorkehrungen hat jedoch eine wesentliche Vereinfachung des Ganzen zur Folge, obwohl die Bedingung, daß der Hub den wechselnden Wasserständen angepaßt werden muß, neu hinzutritt.

Von den drei Hubzylindern faßt der mittlere, *A*, am vorderen Ende der Bühne an, das eine reine Hubbewegung zu machen hat, während die beiden äußeren, *BB*, das hintere Bühnenende heben und um den vorderen Kippzapfen schwenken. Die drei Kolben bewegen sich anfangs gemeinsam, sind aber nur kraftschlüssig miteinander verbunden, indem Kolben *A*, dessen Querschnitt etwas größer ist als die Summe der Querschnitte *B*, sich mit einem Holzpuffer gegen ein die äußeren Kolben verbindendes Querstück legt. Die drei Kolben werden von einem Hebel gesteuert. Nach Vollendung des gewünschten senkrechten Hubes fängt der durch einen besonderen Steuerhebel vorher eingestellte Kolben *C* den mittleren Kolben ab, während die Kolben *B* weitergehen und die Bühne kippen.

Die Schüttrinne wird durch einen hydraulisch betriebenen Drehkran gehoben und gesenkt. Ihre Neigung läßt sich durch zwei Handwinden einstellen, die an den beiden Enden der Rinne angreifen und den Kran nach geschehener Hebung entlasten.

Der von einem hydraulischen Spill auf die Bühne gezogene Eisenbahnwagen rollt zunächst bis zu dem ansteigenden letzten Stück des Gleises vor, worauf die Stirnklappe des Wagens geöffnet wird. Die hierbei herausfallende Kohle nimmt ein Hilfswagen *W* auf, der auf einer geneigten Bahn steht und erst beim Kippen, gleichzeitig mit dem Eisenbahnwagen, vorrollt, wobei er die Schüttrinnenkante überdeckt.

Die meisten Wagenkipper von größerer Hubhöhe sind bisher mit getrennter Fahr- und Kippbühne ausgeführt, wie Fig. 93 an einer von Nagel und Kaemp für Rotterdam ausgeführten Anlage schematisch darstellt.<sup>1)</sup> Die Fahrbühne *A* hat den von normalen

<sup>1)</sup> Ausführliche Zeichnungen und Beschreibung in Z. d. V. d. I. 1901, S. 793.

Lastenaufzügen her bekannten, dreieckigen Seitenrahmen und wird an der Dreieckspitze von den Seilen gefaßt. In der Fahrbühne ist, um den Zapfen *C* drehbar, die Kippbühne *B* gelagert, an deren

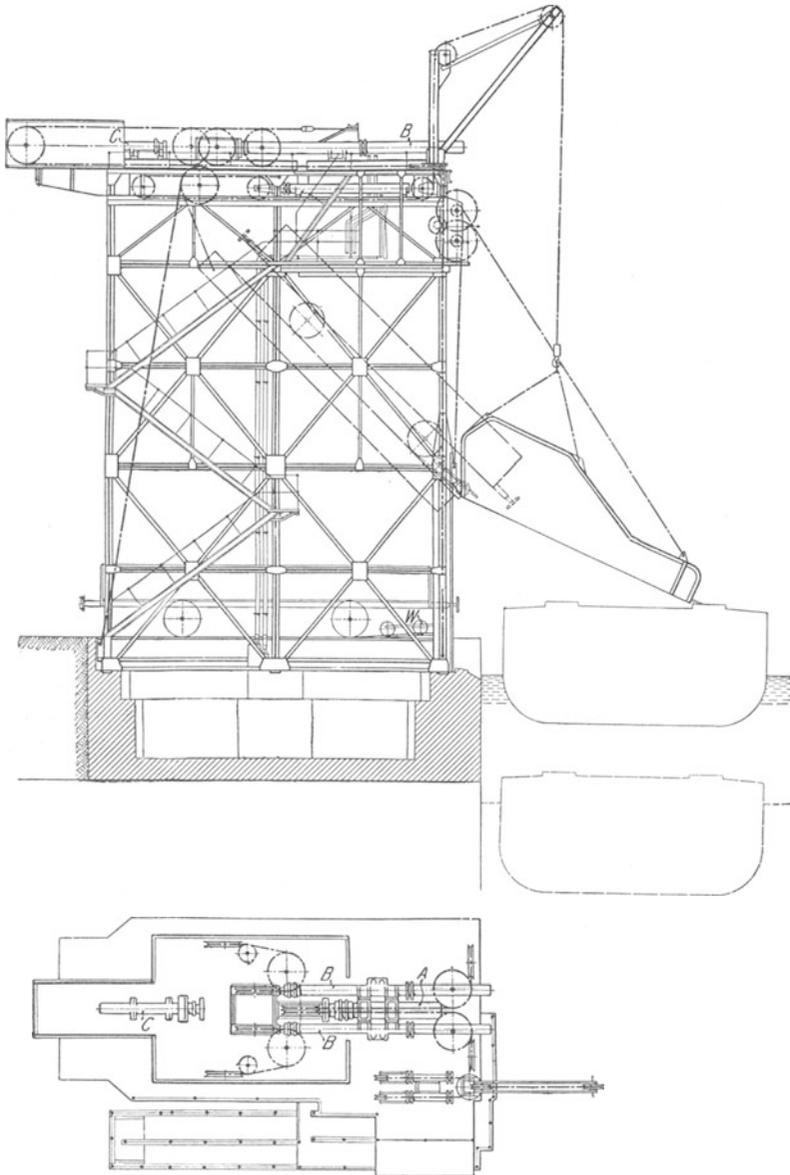


Fig. 90—92. Hydraulisch betriebener Aufzugkipper mit veränderlichem Hub.  
Stuckenholz.

hinterem Ende die Kippseile angreifen. Gegengewichte  $G$  gleichen das Eigengewicht beider Bühnen und einen Teil der Nutzlast aus. Die Schüttrinne läßt sich heben und beliebig einstellen und außerdem zur Beschüttung sehr breiter Schiffe mittels einer Handwinde teleskopisch ausziehen. Sämtliche maschinell betriebenen Winden sind in einem besonderen Hause neben dem Windengerüste aufgestellt.

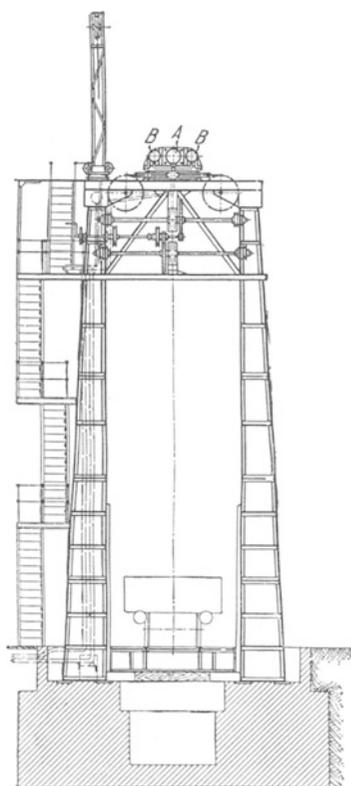


Fig. 92.

Beachtung verdient ferner eine Konstruktion der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, die in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1905, S. 1221, beschrieben ist. Die Anlage ist als Gerüstkipper mit vorn liegendem Drehzapfen (Niveauekipper) gebaut, doch befindet sich innerhalb der eigentlichen Kipperplattform noch eine zweite Bühne für selbsttätigen Betrieb, nach der Anordnung der Fig. 67. Diese zweite Vorrichtung wird bei niedrigem Wasserstand gebraucht.

Pohlig führt statt senkrechter Aufzüge schräge Aufzüge nach Fig. 94 aus. Der Wagen fährt auf eine mit Rädern  $a$  und  $b$  versehene Plattform auf, welche die schiefe Ebene hinaufgezogen wird, wobei der Wagen in seiner normalen Lage verbleibt. Oben läuft dann das Fahrbühnengleis waagrecht, so daß der Wagen in die Kippstellung kommt und sich entleert.

Die Anordnung ist nur für festen Hub zu gebrauchen.

Beachtung verdient endlich die Bauart des Grusonwerkes. Nach D.R.P. 169396 wird die Bühne durch zwei Lenkerstangen gestützt und kann so beliebig gehoben und gesenkt wie auch über das Schiff gebracht werden.

Ein ganz abweichendes Verfahren zur Entleerung von Eisenbahnwagen in Schiffe ist das, die Bühne an den Haken eines Kranes zu hängen, über das Schiff zu schwenken und in dieser Stellung zu kippen. In Fig. 95 und 96 ist eine für diesen Zweck bestimmte „Kohlenpritsche“ der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg skizziert. Sie besteht aus einer um den Zapfen  $A$  drehbaren Kipp-

bühne und einem Hängerahmen, der beim Entleeren von seiner senkrechten Stellung nicht oder nur unwesentlich abweicht, da der

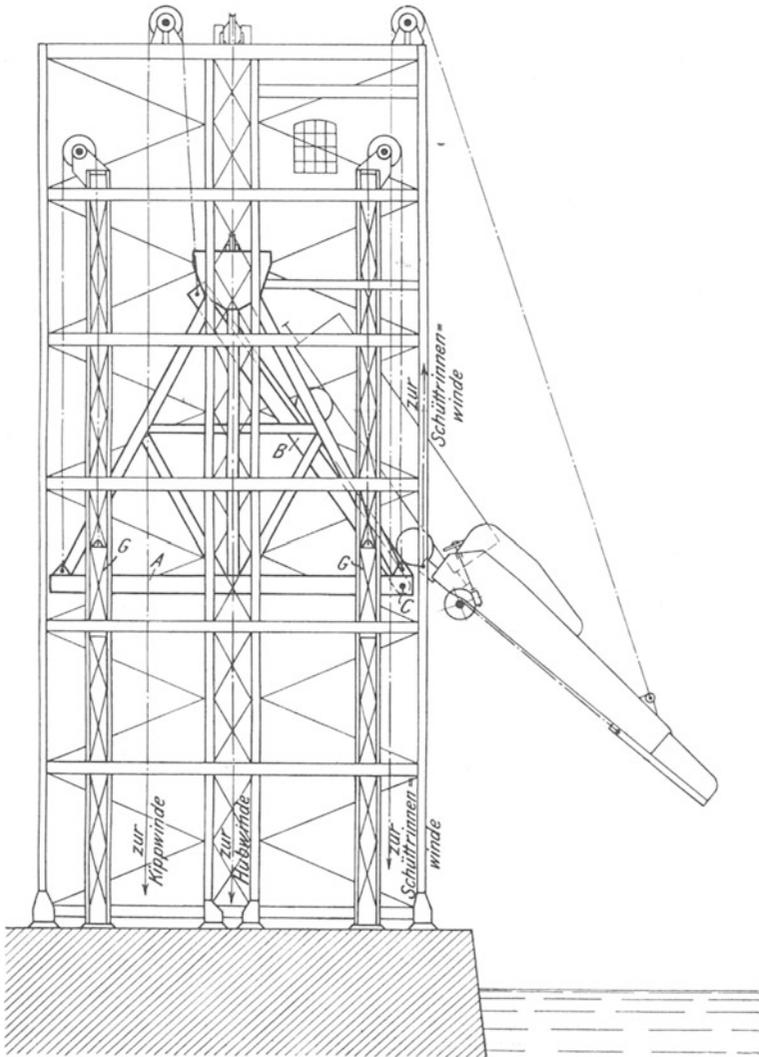


Fig. 93. Aufzugkipper mit veränderlichem Hub und getrennter Fahr- und Kippbühne. Nagel & Kaemp.

gemeinsame Schwerpunkt von Bühne und Wagen sich nie weit von A entfernt. Zum Auf- und Abfahren der Wagen wird die Bühne in eine Grube gesetzt.

Der Wagen soll, damit das ganze Gerüst nicht schief hängt, zentrisch auf der Bühne stehen, und zwar ist es erwünscht, daß jeder Wagen von beliebigem Radstand selbsttätig in diese Lage gebracht und darin festgehalten wird. Die Aufgabe ist in der Weise gelöst, daß die Hakenpaare, die in bekannter Weise die Achsen umgreifen und ein Abrollen in beiden Richtungen hindern, symmetrisch zur Mittelebene verschiebbar angeordnet sind. Zum Verstellen der Haken dient eine Spindel mit Rechts- und Linksgewinde, die an den in Schlittenführungen beweglichen Traversen angreift, welche je zwei Haken verbinden. Ist z. B. ein Wagen mit kleinem Radstand auf der Bühne festzumachen, so werden zunächst die vorderen Haken angehoben, dann der Wagen aufgefahren,

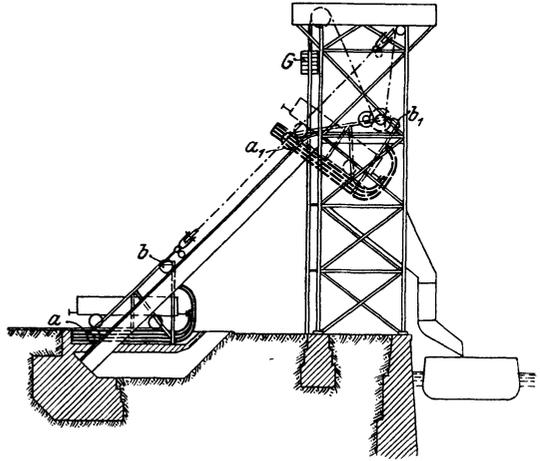


Fig. 94. Schrägaufzugkipper von Pohlig.

zunächst die vorderen Haken angehoben, dann der Wagen aufgefahren,

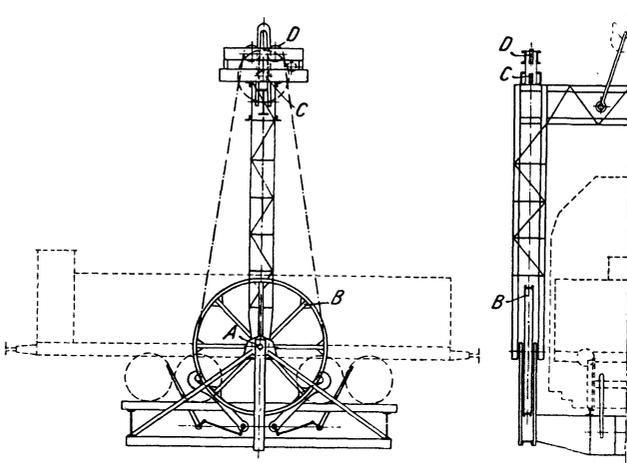


Fig. 95 und 96. Kippbühne für Krane. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.

hierauf das hintere Hakenpaar aufgerichtet und nun beide Paare so lange verschoben, bis sie an den Achsen anliegen. Dies geschieht bei größeren Verschiebungswegen durch einen Motor und zur ge-

naueren Einstellung durch Handkurbeln. Mit der Bühne fest verbunden ist auf jeder Seite ein aus Profileisen hergestelltes Rad angebracht, über das eine Krankette läuft, die durch einen oben auf dem Hängegerüst stehenden Motor angetrieben wird und die Bühne nach beiden Richtungen schief zu stellen gestattet.

An der Plattform ist eine Schüttrinne angebracht, die gleichfalls der Länge des aufgefahrenen Wagens entsprechend eingestellt werden kann. Auf der Zeichnung ist die Vorrichtung nicht angegeben. Ein am Kranausleger aufgehängter Schüttrumpf leitet die Kohle in das Schiff und verhindert zum Teil das Zerbröckeln der Kohle.

Die Bühne erhält den Betriebsstrom, wie schon oben erwähnt, von der Laufkatze her durch ein Kabel zugeleitet, das sich beim Heben und Senken auf einer Trommel selbsttätig auf und abwickelt. Dadurch wird die Steuerung des Kippmechanismus in die Hand des Kranführers gelegt, so daß keine Bedienungsmannschaft die Plattform zu begleiten braucht.

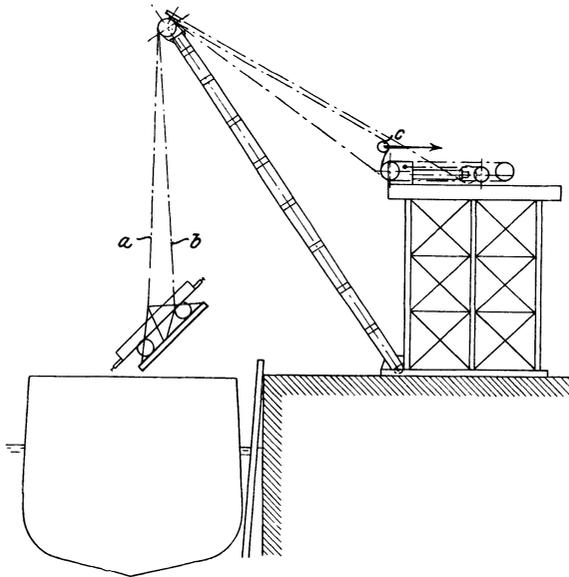


Fig. 97. Kran mit Kippbühne. Stuckenholz.

Stuckenholz benutzt bei einem für die holländische Staatsbahn gelieferten hydraulischen Kran (Fig. 97) eine einfache Plattform, faßt diese aber mit zwei Kranseilen *a* und *b* an, die beim Heben unter der Wirkung desselben Kolbens stehen, sich also gleichmäßig

verkürzen und verlängern. In die gezeichnete Kippstellung wird der Wagen durch die Rolle *c* gebracht, die von einem besonderen Kolben bewegt wird und das Seil *b* allein verkürzt.

### c) Der Bau der Seitenkipper.

Seitenkipper für Bergwerkshunde sind schon längst unter dem Namen Kreiselwipper bekannt. In seiner einfachsten Ausführung besteht ein solcher Wipper aus zwei gehörig miteinander verbundenen Winkeleisenringen, in welche der Wagen einfährt (Fig. 98).

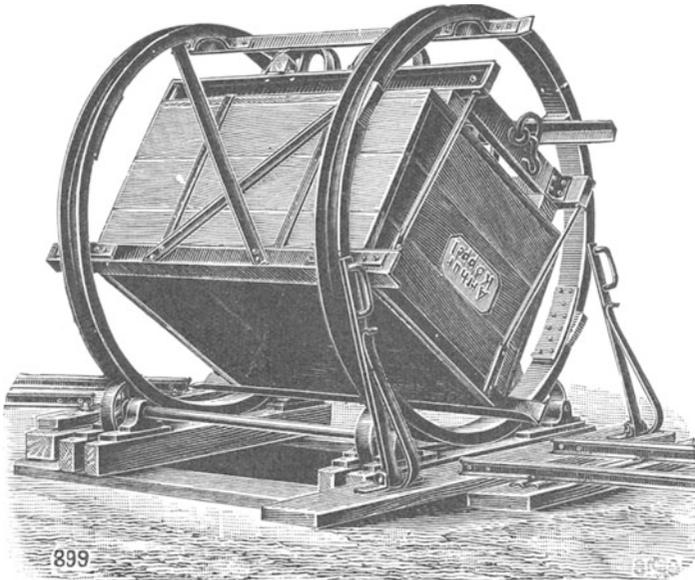


Fig. 98. Normaler Kreiselwipper für Grubenwagen. Arthur Koppel.

Der Rahmen ist leicht drehbar auf Rollen gelagert und wird von Hand oder auch maschinell um  $360^{\circ}$  gedreht, wobei der Wagen sich entleert.

An dieser einfachen Konstruktion sind zahlreiche Verbesserungen vorgenommen worden, deren Ziel ist, den Wagen durch irgendeinen besonderen Antriebsmechanismus langsam zur Entleerung zu bringen und rasch zurückzuschwingen.

Das Prinzip der Kreiselwipper in etwas abgeänderter Form liegt dem in Fig. 99 skizzierten amerikanischen Seitenkipper zu-

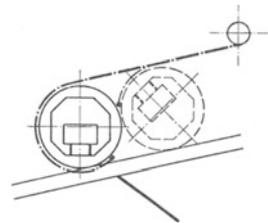


Fig. 99. Rollwipper für Eisenbahnwagen.

grunde. Der Wagen wird auch hier in einen zylindrischen Rahmen eingefahren, doch wird dieser nicht um eine feste Achse gedreht, sondern durch Seile auf einer ansteigenden Bahn fortgerollt, bis sich der Wagen um  $135^\circ$  gedreht hat. Weitere Verbreitung hat diese Konstruktion nicht gefunden.

Meistens wird mit dem Kippen eine größere Hebung verbunden, und zwar ist auch hier wieder zwischen Kippern mit festem und solchen mit veränderlichem Hube zu unterscheiden.

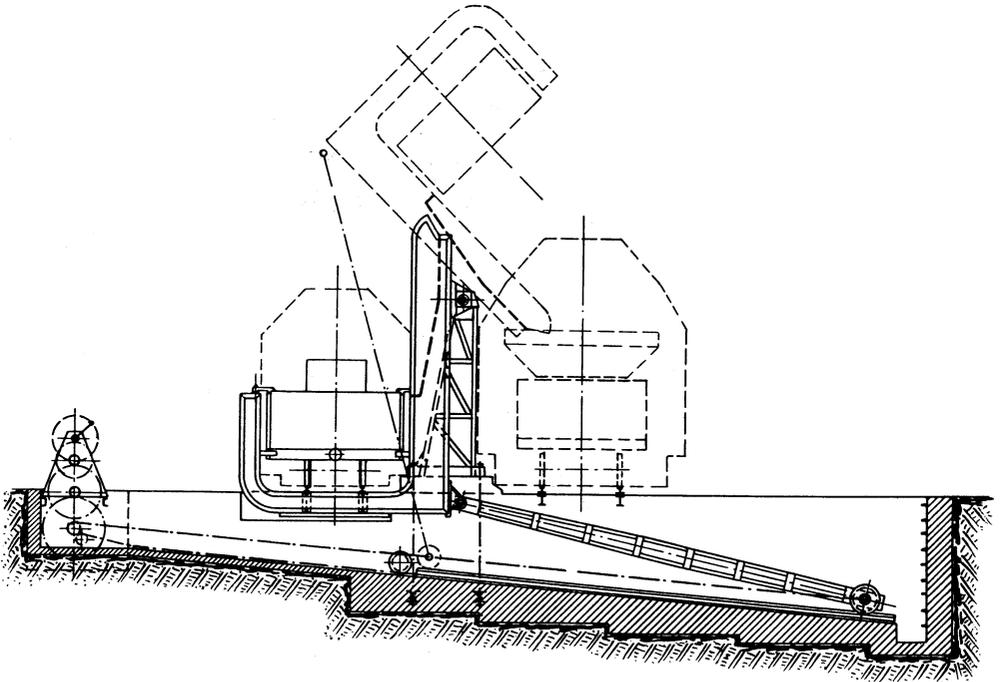


Fig. 100. Seitenkipper mit Druckstange. Maschinenbauanstalt Humboldt.

Fig. 100 zeigt einen Seitenkipper von der Maschinenbauanstalt Humboldt. Der Wagen wird hier in ein um einen festen Zapfen drehbares Joch eingefahren und in allen Richtungen verriegelt. Durch eine Druckstange, an deren einem Ende die Kette einer von Hand oder maschinell betriebenen Winde angreift, wird das Joch dann um  $135^\circ$  gedreht und der Wagen entleert. Das Material rutscht dabei über ein zwischen die senkrechten Jochständer genietetes Blech ab. In der Figur ist angenommen, daß es sich um Überladung von Schmalspurbahnen auf Hauptbahnen handelt.

Bei einer anderen Konstruktion derselben Firma (Fig. 101) wird der Wagen in einen zylindrischen Rahmen eingefahren, welcher in

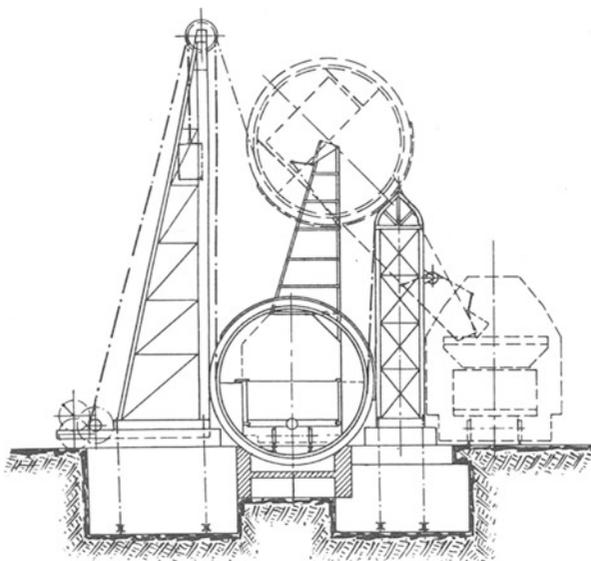


Fig. 101. Seitenkipper mit Kettenantrieb. Maschinenbauanstalt Humboldt.

Ketten hängt und durch Gegengewichte teilweise ausgeglichen ist. Beim Anziehen der Kette hebt sich der Wagen und vollführt gleichzeitig eine Drehung um seine Längsachse. Der Kettenzug liefert, wie aus der Figur zu ersehen, eine wagerechte Komponente, durch die das Gestell nach rechts gegen den Pfeiler gedrückt wird, in dessen Spitze das Kettenende befestigt ist. Indem sich eine um den Rahmen gelegte Schiene an diesem Pfeiler abwälzt, erhält jener die notwendige, sichere Führung. Mit dem Rahmen ist eine Schüttrinne verbunden, die bis kurz vor dem höchsten Punkte verschlossen gehalten wird. Nahe der Endstellung wird jedoch dadurch, daß die mit der Verschlußklappe verbundene Kette

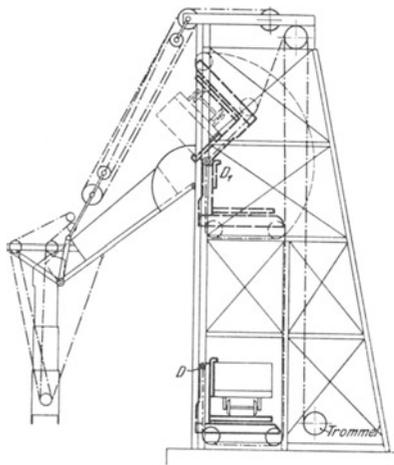


Fig. 102. Amerikanischer Seitenkipper mit veränderlichem Hube.  
Mac Myler Mfg. Co.

von einer am Pfeiler gelagerten Rolle zurückgehalten wird, die Öffnung freigeben.

Einige amerikanische Aufzugkipper sind in Fig. 102 und 103 wieder gegeben. Die erste Konstruktion (Fig. 102) ist sehr einfacher Art. Die Fahrbühne wird mit dem Wagen zunächst senkrecht gehoben und dann durch alleiniges Anziehen des über zwei Rollen im Gestell geführten und bei *D* befestigten Seiles um den letzteren Punkt gedreht und in die verstellbare Schüttrinne entleert.

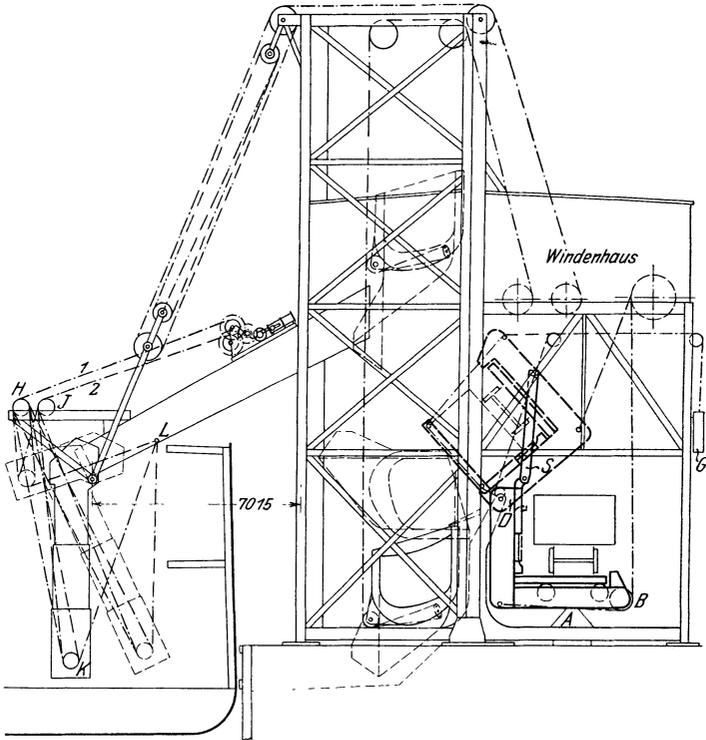


Fig. 103. Amerikanischer Seitenkipper für zerbrechliche Kohle mit besonderer Hebevorrichtung. Mac Myler Mfg. Co.

Für zerbrechliche Kohle ist die Ausführung Fig. 103 bestimmt. Die Kippbühne, die bei *A* unterstützt und bei *D* drehbar gelagert ist, trägt, auf Rollen verschiebbar, eine kleinere Plattform, auf welcher der Eisenbahnwagen steht. Wird das Hubseil angezogen, so beginnt die Bühne zu kippen, und die Plattform rollt selbsttätig nach links, so daß der Wagen an dem Seitenständer fest anliegt und von dem verstellbaren Fanghaken gefaßt wird. Bei weiterem Kippen legt sich die an dem Haken drehbar befestigte und durch

eine Kette mit dem Gegengewicht  $G$  verbundene Schranke  $S$  über den Wagen.  $G$  ist schwer genug, um das Herunterfallen des Wagens zu verhindern. Dieser schüttet seinen Inhalt in ein in dem eigentlichen Aufzugturm untergebrachtes trichterförmiges Gefäß



Fig. 104. Amerikanischer Seitenkipper mit festem Hub zum Überladen in kleine Gefäße. Brown.

aus, das die Länge des Wagens hat und zum Empfang der Ladung in die punktiert gezeichnete Stellung, dem Wagen entgegen, gekippt wird, so daß die Sturzhöhe sehr gering ist. Sodann wird das Gefäß in aufrechter Stellung gehoben und durch Öffnen des Bodenverschlusses vorsichtig in die Schüttrinne entleert.

Am vorderen Ende der Rinne befindet sich drehbar aufgehängt ein Teleskoprohr, das von einer kleinen Dampfwinde mit zwei Trommeln bedient wird. Seil 1 läuft über die Rollen *H* nach den am untersten Rohrstück gelagerten Rollen *K*, kehrt dann nach *H* zurück und bildet so einen Flaschenzug, der das Bestreben hat, das Rohr nach links zu ziehen. Seil 2 läuft über *J* nach *K* und ist bei *L* an der Schüttrinne fest gemacht, 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 zunächst den Boden gleichmäßig zu beschütten, worauf durch allmähliches Aufziehen des Rohres die Anschüttung erhöht wird. Schüttrinne und Rohr werden dauernd gefüllt gehalten, so daß ein plötzlicher Sturz nicht vorkommt.

Neben Schonung der Kohle hat diese Einrichtung den Vorteil größerer Leistungsfähigkeit, da während der Zeit, wo das Gefäß gehoben und entleert wird, der Wagen auf der Kippbühne ausgewechselt werden kann. Die Firma Mac Myler garantiert eine Leistung von 20 Wagen stündlich.

Andere Firmen ändern diese Einrichtung in der Weise ab, daß sie den Wagen, statt in ein einziges, in mehrere kleinere Gefäße entleeren und diese durch Krane in das Schiff hinunterlassen und hier ausschütten (Fig. 104). Dabei werden alle Maßnahmen getroffen, um den Übergang der Kohle aus einem Gefäß ins andere sanft und stoßlos zu gestalten. Da die Gefäße vom Kran bis auf den Schiffsboden gesenkt werden, so findet auch hier kein Sturz statt, so daß diese Maschinen, was Schonung der Kohle anbelangt, sehr zufriedenstellend arbeiten und die ziemlich komplizierte und kostspielige Anlage sich durch bessere Qualität der Kohle bezahlt macht.

#### **d) Leistung und Kraftverbrauch.**

In Deutschland werden die Wagenkipper jetzt meist für Wagen bis zu 20 t Ladefähigkeit gebaut, der Motor ist also hierfür zu berechnen. Die Steigerung der Hubgeschwindigkeit bei niedrigerer Belastung hat auf die Dauer eines vollen Spiels nur ziemlich geringen Einfluß, so daß die Leistung nicht nach dem Materialgewicht, sondern nach der Anzahl der stündlich gekippten Wagen berechnet werden muß.

Bei Niveauekippern hat die Anwendung eines sehr starken Motors, also hoher Hubgeschwindigkeit, verhältnismäßig wenig Einfluß, da bei der geringen Weglänge die hierdurch mögliche Zeitersparnis nicht ausschlaggebend auf die Förderleistung einwirkt.

Selten übersteigt daher die Geschwindigkeit des Wagenschwerpunktes 30 bis 40 mm/sek. Zu beachten ist, daß die senkrechte Schwerpunktsgeschwindigkeit im Verlaufe der Drehung abnimmt, der Motor also nur kurze Zeit — zu Beginn der Hebung — seine Höchstleistung zu entwickeln hat.

Angenommen sei, daß bei Hebung eines 20 t-Wagens das Gesamtgewicht von Ladung, Wagen und Kippbühne 40 t und der Weg, den der Systemschwerpunkt zurücklegt, auf dem Kreisbogen gemessen 2,75 m, in senkrechter Richtung 2,5 m betrage. Als Schwerpunktsgeschwindigkeit werde 40 mm/sek gewählt. Dann ist, konstante Geschwindigkeit auf dem Kreisbogen vorausgesetzt, die Hub- und Senkzeit zusammengenommen

$$2 \cdot \frac{2,75}{0,04} = 137,5 \text{ sek} \approx 2,3 \text{ min}$$

und die Motorleistung, wenn bei reinem Stirnräderantrieb und Hebung durch Kette der Wirkungsgrad des Triebwerks zu 0,7 geschätzt wird,

$$N = \frac{40000 \cdot 0,04}{75 \cdot 0,7} = 30,5 \text{ PS.}$$

Tatsächlich kommt ein Motor von solcher Stärke bei Niveauekippern selten vor, da einerseits die Hubgeschwindigkeit meistens kleiner ist, andererseits etwa  $\frac{2}{3}$  der effektiven Hubarbeit durch Gegengewichte geleistet werden kann, in welchem letzterem Falle auch für schnell arbeitende Kipper ein 10pferdiger Motor genügen würde. Gewöhnlich haben die Kippmotoren zwischen 10 und 20 PS Nennleistung, nur bei Triebwerken mit sehr ungünstigem Wirkungsgrade mehr.

Auf die Förderleistung des Kippers ist von wesentlichem Einfluß die Zeit zum Auf- und Abbringen der Wagen. Stark beanspruchte Anlagen werden daher, wenn irgend möglich, so ausgeführt, daß der entleerte Wagen über den Füllrumpf weg in der Richtung, in der er gekommen ist, weiter gefahren und sofort durch den folgenden Wagen ersetzt werden kann. In manchen Fällen, namentlich bei Stirnkippern, die am Wasser stehen, ist das jedoch unmöglich. In solchem Falle empfiehlt sich die Anlage einer Drehscheibe vor dem Kipper. Bei den amerikanischen Seitenkippern fällt diese Schwierigkeit fort, da die Wagen sich parallel zur Kaimante bewegen.

Zum Rangieren der Wagen werden Spills oder andere geeignete Einrichtungen verwandt.

Abkürzung der Stillstandszeit auf weniger als etwa  $1\frac{1}{2}$  Minuten im Durchschnitt ist schwer möglich. Die für ein Spiel erforderliche Zeit würde also mit den obigen Annahmen mindestens etwa

4 Minuten und die erreichbare Höchstleistung 15 Wagen stündlich betragen. 20 Wagen in der Stunde ist als alleräußerste erreichbare Leistung anzusehen.

Aufzugkipper arbeiten mit wesentlich höheren Geschwindigkeiten. Beispielsweise hat der oben erwähnte Kipper der Benrather Maschinenfabrik (Fig. 88 und 89) bei 10,8 m Hubhöhe 92 mm/sek Hubgeschwindigkeit. Die Zeit zum Heben und Senken beträgt  $6\frac{1}{2}$  Minuten, womit sich eine Höchstleistung von etwa 7 Wagen in der Stunde ergibt. Die Winde wird durch zwei 45pferdige Motoren angetrieben, Gegengewichte fehlen.

Die Hubwinde des von Nagel & Kaemp für den Rotterdamer Hafen gelieferten Kippers (Fig. 93), dessen Hubgeschwindigkeit 0,33 m/sek beträgt, hat einen Motor von 130, die Kippwinde einen solchen von 60 PS.

Die aufzuwendende Arbeitsmenge läßt sich für Niveauekipper, da bei der geringen Geschwindigkeit die Beschleunigungsarbeit nicht sehr hoch ist, mit einiger Sicherheit vorausberechnen. Für 20 t-Wagen würde unter den obigen Voraussetzungen  $40000 \cdot 2,5 = 100000$  mkg die reine Hubarbeit sein. Wird für das Triebwerk der Wirkungsgrad wieder zu 0,7, für den Motor zu 0,75 angenommen und für Beschleunigungswiderstände 20% hinzugerechnet, so sind aufzuwenden

$$1,2 \cdot \frac{100000}{0,7 \cdot 0,75 \cdot 367000} \cong 0,6 \text{ KW st.}$$

Bei Anwendung von Gegengewichten würden sich 0,4 KWst für die Hubarbeit ergeben, doch wäre dann für das Senken des leeren Wagens Strom erforderlich.

### 3. Kapitel.

#### Zweischienige Bahnen ohne Zugmittel.

Unter diese Überschrift würden in erster Linie die „Eisenbahnen“ im engeren Sinne gehören, doch ist es bei dem Umfange dieses Gebietes unmöglich, näher darauf einzugehen. Vielmehr sollen nur die sogenannten Förderbahnen, also schmalspurige, speziell für Massengütertransport bestimmte Anlagen, sowie andere besondere Anordnungen Besprechung finden.

##### a) Einzelantrieb.

Als Antriebsmittel kommt Menschenkraft, außerdem allenfalls noch Elektrizität in Frage.

Menschenkraft wird in ausgedehntem Maße für Erdförderung verwandt, weil es sich hier oft um geringe Mengen handelt und Lade- und Absturzstelle häufig gewechselt werden. Da das Gleis gewöhnlich sehr schlecht verlegt wird, so sind für einen Wagen von etwa 1000 kg Nutzbelastung auf ebener Strecke meist zwei Mann, bei schwacher Steigung drei Mann nötig.

Hochbahnen für die Verteilung von Kohle und ähnlichen Gütern über Lagerplätze werden häufig noch mit Menschenkraft betrieben, da sich für die vielfach verzweigten Stränge mechanischer Antrieb, z. B. mit Seil, nur mit großen Kosten einrichten läßt. Bei Neuanlagen wird jedoch das verzweigte Bahnsystem jetzt in der Regel durch eine einzelne fahrbare Brücke ersetzt, eine Anordnung, die jede Art mechanischen Antriebes wesentlich erleichtert.

In einzelnen Fällen finden sich Bahnen mit Handbetrieb für die Verteilung von Kohle über die Bunker von Kesselhäusern oder Gasanstalten auch bei modernen Anlagen. Über der Bunkermitte liegt ein Schienengleis, auf dem ein Mann den Wagen hin und her schiebt. Die Anordnung kommt natürlich nur für geringe Leistungen in Betracht, ist aber in diesem Falle einem stetig arbeitenden Förderband oder Kratzer in bezug auf Anschaffungs- und Unterhaltungskosten überlegen und daher unter Umständen vorzuziehen, wenn für die Überwachung des Förderers ohnehin ein Mann erforderlich wäre und ein genügend starker Unterbau für das Gleis da ist.

Handtransport wird auch sonst sehr häufig zur Bewegung kleiner Mengen auf geringe Entfernungen verwandt, doch sucht man neuerdings, wenn irgend möglich, gerade in Fällen von untergeordneter Bedeutung Zufuhrpunkt und Verbrauchsplatz der Materialien räumlich so nahe aneinanderzurücken, daß es keiner Zwischentransporte bedarf.

Wenn das Gleis nicht häufiger umgelegt zu werden braucht und daher sorgfältig ausgeführt werden kann, empfiehlt sich Verlegung in geringem Gefälle, derart, daß die vollen Wagen bergab, die leeren bergauf geschoben werden. Damit in beiden Richtungen der Fahrwiderstand gleich ist, muß sein, wenn  $g$  das Gewicht der Ladung,  $g_0$  das des leeren Wagens,  $w$  den Widerstandskoeffizienten und  $\alpha$  den Steigungswinkel bezeichnet:

$$(g + g_0)(w - \operatorname{tg} \alpha) = g_0(w + \operatorname{tg} \alpha).$$

Hieraus folgt die Größe des Gefälles:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{w \cdot g}{2g_0 + g} = \frac{w}{2\frac{g_0}{g} + 1}.$$

Der Widerstandskoeffizient  $w$  darf im Mittel gesetzt werden<sup>1)</sup>:

bei gewöhnlichen Lagern . . . . .	0,012
„ Rollenlagern . . . . .	0,008

Mit diesen Zahlen wäre beispielsweise für  $g_0 = 0,6g$  das zweckmäßigste Gefälle

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{5,5}{1000}, \text{ bzw. } \frac{3,6}{1000}.$$

Die obigen Werte für  $w$  gelten für den Bewegungszustand und saubere Schienen. Beim Anfahren treten bei gewöhnlichen Lagern sehr viel höhere Widerstände auf, bei Rollenlagern ist der Unterschied nicht so groß. Verunreinigte und schlecht verlegte Schienen erhöhen den Widerstand erheblich.

Einzelantrieb durch Elektromotoren ist nicht gebräuchlich und auch nicht zu empfehlen, weil Motor und Triebwerk schwer so einzukapseln sind, daß sie nicht verschmutzen, da sie unter dem Wagenkasten liegen.

#### b) Förderung in Zügen.

Bewegung von Wagenzügen durch Pferde kommt über Tage verhältnismäßig selten, in Gruben dagegen noch vielfach vor, weil hier die Einführung mechanischer Transportmittel durch die unter dem Drucke des Gebirges vor sich gehende Veränderung der Strecke und die ungünstigen Raumverhältnisse nicht selten sehr erschwert wird.

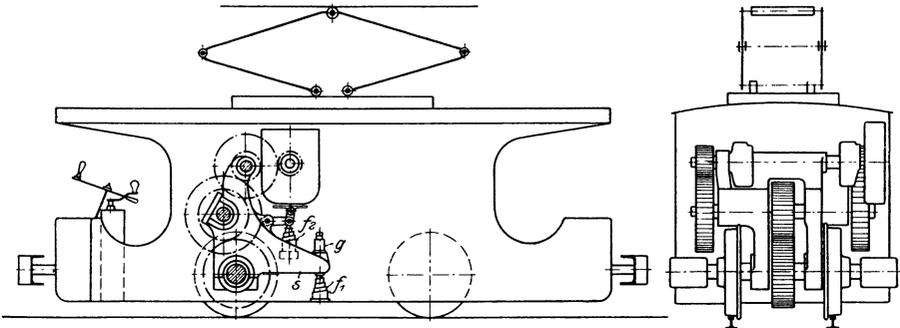


Fig. 105 und 106. Triebwerk bei den Grubenlokomotiven der Benrather Maschinenfabrik.

Die Geschwindigkeit eines Pferdes beträgt rund 1,2 m/sek. Die erzielte Leistung schwankt in weiten Grenzen, darf aber im Mittel zu etwa 35 tkm in einer Schicht angenommen werden.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Vgl. Schulte, Grubenbahnen.

<sup>2)</sup> Nach „Entwicklung d. Rhein.-Westfäl. Steinkohlenbergbaues“, Bd. 5, S. 51.

Bei Lokomotivförderung kommt als Kraftträger über Tage hauptsächlich Dampf, auch wohl Elektrizität, unter Tage Elektrizität, Benzin und Druckluft in Frage, da Lokomotiven mit Kohlefeuerung die Luft in den Gruben zu sehr verschlechtern würden.

Am meisten Verbreitung haben unter den letztgenannten Systemen elektrische Lokomotiven mit Fahrdraht gefunden, betrieben durch Gleichstrom, neuerdings auch durch Einphasenwechselstrom.

Fig. 105 und 106 zeigen schematisch die Anordnung des Triebwerks bei den Grubenlokomotiven der Benrather Maschinenfabrik. Zwischen Motor und Achse sind drei Stirnradvorgelege geschaltet, die in einer kräftigen gußeisernen Schwinge  $s$  gelagert sind. Diese stützt sich mit ihrem auskragenden Arm auf eine Feder  $f_1$ , während nach oben gerichtete Stöße durch einen Gummipuffer  $g$  abgefangen werden. Der Motor ist um die erste Vorgelegewelle drehbar gelagert und der Schwinge gegenüber durch eine weitere Feder  $f_2$  abgestützt. Der Lokomotivrahmen ruht mit Blattfedern auf den Achsbüchsen, so daß sich zwischen Rad und Motor ein System von drei Federn befindet.

Tabelle 2 gibt die wichtigsten Daten für normale Ausführungen.

**Tabelle 2.**

Normale Grubenlokomotiven der Benrather  
Maschinenfabrik.

PS nomi- nell	Zugkraft am Haken  (kg)	Fahrgeschwindigkeit bei voller Belastung (km/st)	Länge einschl. Puffer (mm)	Größe		Geringste Spur- weite (mm)	Betriebs- gewicht (kg)
				Breite einschl. Fußtritt (mm)	Höhe ausschl. Stromab- nehmer (mm)		
10	250	8	2500	1000	1250	425	2500
15	250	12	2500	1000	1250	425	3000
25	600	9	4000	1250	1500	600	6000
25	1200	4,5	4000	1250	1500	600	9000
30	1200	6	4000	1250	1500	700	11000
45	1500	7	4000	1250	1500	700	14000
60	2000	7	4500	1500	1500	700	16000
75	2000	9	4500	1800	1500	700	18000
90	2500	9	5000	1800	1600	700	20000
110	2500	11	5000	2000	1600	1000	22000
150	3000	12	5300	2000	1800	1000	25000

Fig. 107 und 108 zeigen eine Ausführungsform der Felten & Guillaume-Lahmeyer-Werke. Der Motor ist auch hier, der geringen zulässigen Baubreite wegen, oberhalb der Räder angeordnet, so daß die Bewegung durch mehrere Zwischenräder übertragen werden muß.

Die Siemens-Schuckertwerke geben ihren Grubenlokomotiven (Fig. 109) ein schmiedeeisernes Untergestell, aus kräftigen Blechen

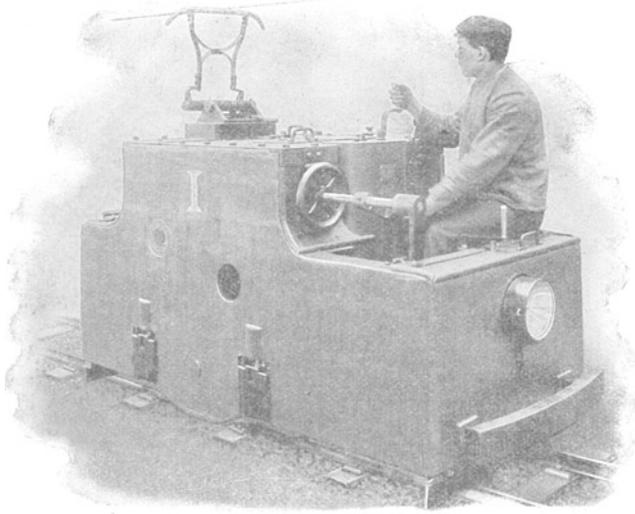
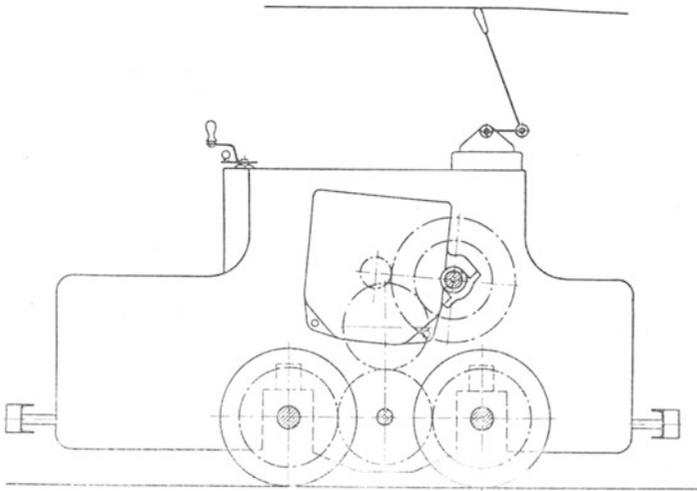


Fig. 107 und 108. Elektrische Grubenlokomotive der Felten & Guillaume-Lahmeyer-Werke.

und Trägern gebildet, weil dieses die im Grubenbetriebe unvermeidlichen Stöße besser überträgt und geringeres Gewicht hat, als ein Gußeisenrahmen. Die Übertragung der Antriebskraft vom Motor

auf die Räder geschieht durch ein einfaches, nur in besonderen Fällen durch zwei Vorgelege. Zwei Motoren bilden die Regel, doch kommt es auch vor, daß nur ein Motor verwandt und die Achsen durch Kuppelstangen verbunden werden.

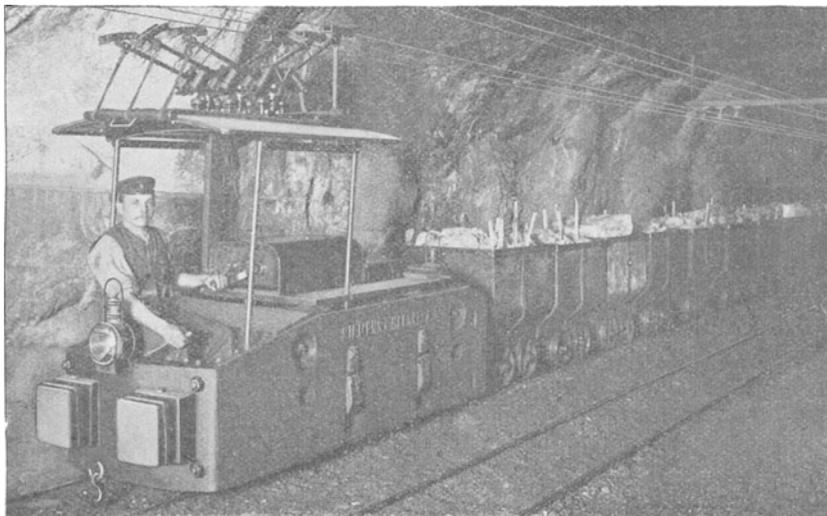


Fig. 109. Grubenbahn, ausgeführt von den Siemens-Schuckert-Werken.

Bei der in Fig. 110 dargestellten Lokomotive der Vereinigten Elektrizitäts-A.-G.<sup>1)</sup> Wien sind die Zwischenräder, bzw. das dritte Vorgelege, dadurch vermieden worden, daß man die auf den

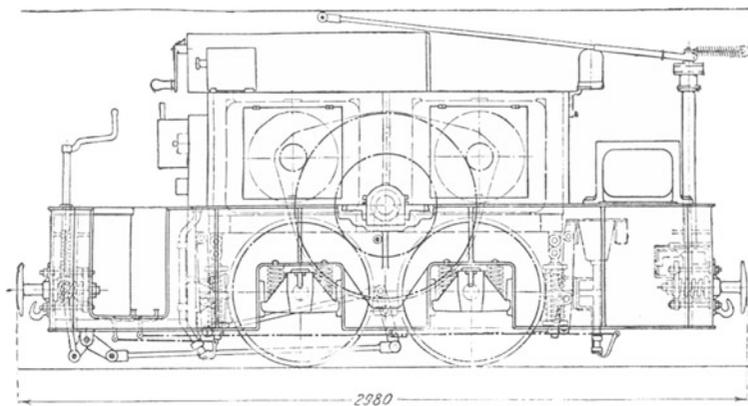


Fig. 110. Grubenlokomotive der Vereinigten Elektrizitäts-A.-G., Wien.

<sup>1)</sup> Z. d. V. d. I. 1903, S. 1829.

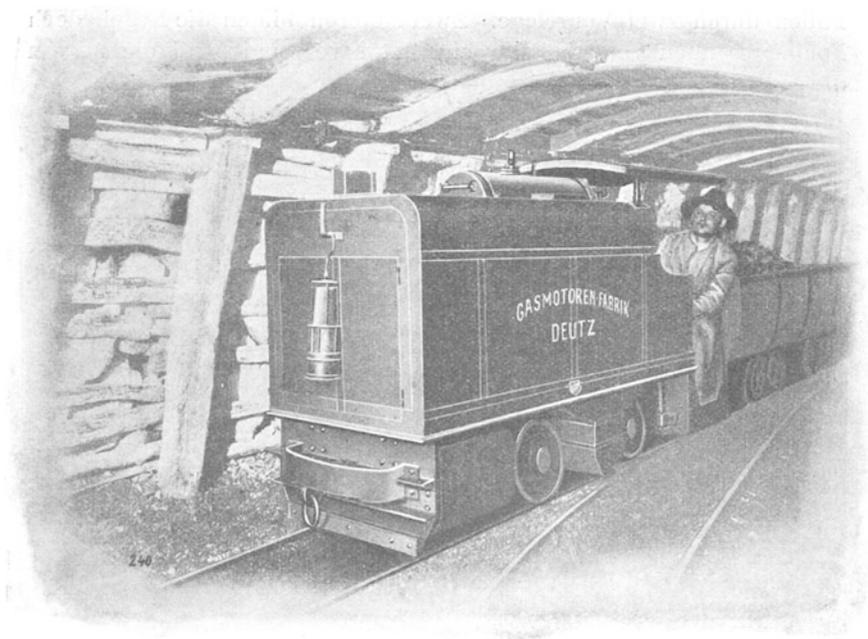


Fig. 111. 8pferdige Benzinlokomotive der Gasmotorenfabrik Deutz.

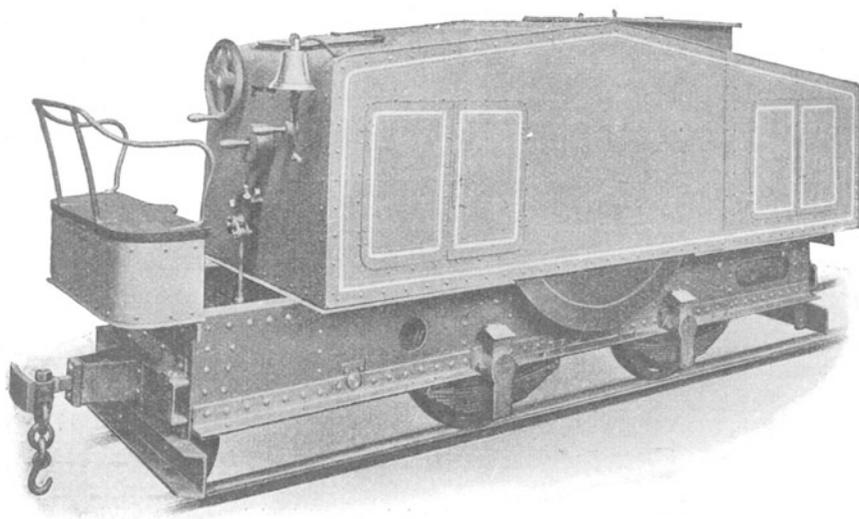


Fig. 112. Benzinlokomotive der Motorenfabrik Oberursel A.-G.

Ankerwellen der beiden Motoren sitzenden Ritzel in ein gemeinsames Zahnrad von großem Durchmesser eingreifen läßt. Der Motorrahmen kann um die Achse des Zahnrades schwingen.

Elektrische Lokomotiven mit Akkumulatorenbetrieb sind nur vereinzelt zur Anwendung gekommen und dürften auch für allgemeine Verwendung dem rauhen Grubenbetrieb, namentlich den durch schlechte Gleislage verursachten Stößen gegenüber einsteilen zu empfindlich sein.

In Fällen, wo die Lokomotive von der Kraftzuleitung unabhängig sein soll, kommt daher als Antriebsmittel vorzugsweise der Benzinmotor in Frage, obwohl derselbe zur Verschlechterung der Grubenluft beiträgt. Das Getriebe kann für zwei verschiedene Übersetzungen eingerichtet werden. Fig. 111 und 112 geben Abbildungen von Benzinlokomotiven, Tabelle 3 die Hauptabmessungen der Lokomotiven der Gasmotorenfabrik Deutz.

**Tabelle 3.**  
Grubenlokomotiven der Gasmotorenfabrik Deutz.

PS nomi- nell	Zugkraft (kg)	Fahrge- schwin- digkeit (km/st)	Größe			Geringste Spurweite (mm)	Dienstgewicht (kg)	
			Länge (m)	Breite (m)	Höhe ohne Dach (m)		mit einer Über- setzung	mit zwei Übersetz- ungen
6	260—150	4,5—7,2	2,80	0,75	1,30	400	2900	—
8	350—160	4,5—9	2,95	0,80	1,38	400	3700	4000
12	525—175	4,5—12	3,40	0,87	1,50	450	4700	5000
16	710—230	4,5—12	3,80	1,00	1,60	450	—	6000
24	1100—350	4,5—12	4,15	1,05	1,90	600	—	7000
32	1450—460	4,5—12	4,10	1,45	2,15	600	—	7600

Nur ausnahmsweise, in Fällen, wo Luftverschlechterung unter allen Umständen vermieden werden muß, kann Druckluft mit Benzin in Wettbewerb treten, da die Aufspeicherung der Luft einen Kessel von großen Abmessungen und entsprechendem Gewichte bedingt. Das Schema einer solchen Lokomotive gibt Fig. 113.<sup>1)</sup> Wenn Eisbildung befürchtet wird, so kann man die Luft durch einen Heißwasserbehälter streichen lassen.

Für die Bestimmung der Zugkraft ist nach Angabe der Siemens-Schuckertwerke in Erzgruben der Widerstandskoeffizient zu 0,009 bis 0,015, in Salz- und Kohlenbergwerken, deren Gleise unsauberer sind, 0,015 bis 0,025 zu setzen. Das größte Zuggewicht, das die Lokomotive ziehen kann, ist also gleich der 40- bis 110fachen Zugkraft.

<sup>1)</sup> Z. d. V. d. I. 1902, S. 589. (M. Buhle und G. Schimpff.)

Über die mit Lokomotiven praktisch erreichbare Förderleistung gibt eine von der Gasmotorenfabrik Deutz aufgestellte Liste einigen Aufschluß. Bei den aufgeführten Anlagen kommen auf 1 PS 21 bis 28 Nutztonnenkilometer in 8stündiger Schicht. Wenn man hiervon das Mittel nimmt und für ein Pferd, wie oben angegeben, 35 tkm rechnet, so ergibt sich, daß beispielsweise eine 10pferdige Lokomotive 7 Pferde ersetzen würde.

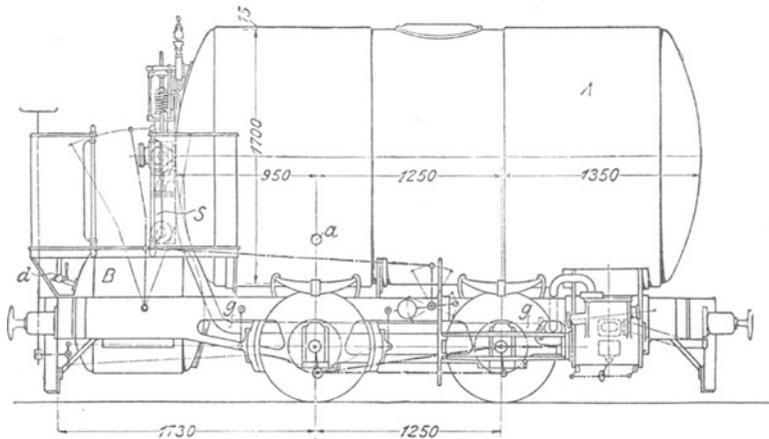


Fig. 113. Druckluftlokomotive der Gotthardbahn.

Aus einer von derselben Firma stammenden Aufstellung ergeben sich, wenn für Verzinsung, Amortisation und Instandhaltung der Lokomotive und Füllstation  $17\%$  gerechnet werden, die Kosten für 1 tkm in drei Fällen bei Bahnen unter 1 km Länge zu 6 bis 7, in einem Falle für eine 3 km lange Bahn zu  $3\frac{1}{3}$  Pfennig.<sup>1)</sup>

### c) Schwerkraftbahnen.

Es ist wiederholt der Versuch gemacht worden, Bahnen derart im Gefälle zu verlegen, daß die Wagen die ganze Bahn mit ungefähr gleichbleibender Geschwindigkeit selbsttätig durchfahren. Selbstverständlich muß dann immer wieder eine Hebung der leeren Wagen stattfinden, und zwar können die Wagen entweder eine in den geschlossenen Ringlauf an beliebiger Stelle eingeschaltete kurze schiefe Ebene durch ein in ständiger Bewegung befindliches Seil

<sup>1)</sup> Diese Werte sind anscheinend niedriger als die auf S. 96 für Seilförderungen aus der Praxis angegebenen Werte, indessen lassen sich bekanntlich derartige Zahlen gar nicht vergleichen, wenn nicht die Rechnungsgrundlagen genau übereinstimmen.

hinaufgezogen oder durch einen Aufzug gehoben werden. Dauernden Erfolg können derartige Einrichtungen schwerlich haben, weil der Widerstand der Wagen sich mit dem Zustande der Laufwerke zu sehr ändert und außerdem der Wind eine große Rolle spielt. Daher wird, wenn man die Neigung normal wählt, stets Gefahr sein, daß die Wagen stehen bleiben, während sie bei reichlichem Gefälle zu schnell laufen und entgleisen oder zusammenstoßen werden.

Immerhin gibt starkes Gefälle wenigstens in der Anwendung auf das Prinzip der Bremsbergförderung — Überwindung der Widerstände durch das Gewicht der von oben nach unten geförderten Nutzlast — die Möglichkeit an die Hand, eine Bahn ohne Zugmittel

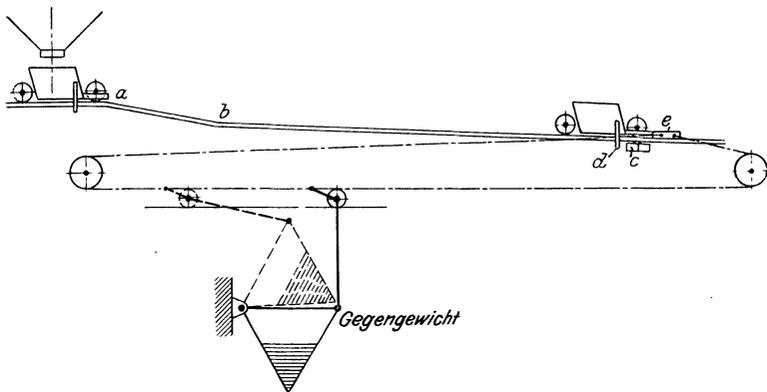


Fig. 114. Huntsche automatische Bahn.

allein durch die Schwerkraft zu betreiben. } Denkt man sich eine Bremsbahn in der Weise angeordnet, daß der niedergehende volle Wagen ein Gewicht hebt, das sodann den leeren Wagen wieder in die Höhe zieht, so ist es nur ein Schritt weiter zu der von Hunt erfundenen sogenannten „automatischen Bahn“. Statt daß Wagen und Gegengewicht während der ganzen Fahrt miteinander gekuppelt bleiben, ist hier die Anordnung so getroffen, daß der beladene Wagen zunächst frei auf der geneigten Bahn abwärts rollt, wobei er eine ziemlich große Geschwindigkeit erhält. Kurz vor der Entleerungsstelle trifft er auf einen mit dem Gegengewicht verbundenen Anschlag und hebt vermöge seiner lebendigen Kraft das Gewicht, das sodann den leeren Wagen zurückwirft.

Nach der schematischen Skizze Fig. 114 ist das Gleis an der Stelle, wo der Wagen beladen wird, wagerecht. Ist der Wagen voll, so wird er in der Regel zunächst gewogen und dann von dem Arbeiter eine kurze Strecke bis zum Punkte *a* geschoben, wo die geneigte Bahn beginnt. Da von *a* bis *b* das Gefälle ziemlich groß

ist, so beschleunigt sich der Wagen rasch. Der Rest des Gleises hat geringeres Gefälle, so daß die Geschwindigkeit des Wagens sich nicht mehr ändert. An beliebiger Stelle der Bahn ist der Entladefrosch  $c$  befestigt. Stößt der Verschußhebel  $d$  des Wagens gegen diesen Anschlag, so öffnen sich die Seitenklappen, und die Kohle fällt von der Hochbahn auf den Lagerplatz.

Kurz ehe der Wagen den Entladefrosch erreicht, trifft er auf den an dem endlosen Gegengewichtsseil festgeklemmten Mitnehmer  $e$ , der auf den Schienen gleitet, und hebt durch seine lebendige Kraft das Gewicht. Der Abstand zwischen Mitnehmer und Entladefrosch ist so zu bemessen, daß der Wagen nahezu zur Ruhe kommt, bevor er sich entleert, so daß möglichst die gesamte lebendige Kraft der Ladung ausgenutzt wird. Das zurückfallende Gewicht schnell den leeren Wagen in seine Anfangsstellung zurück. Die größte Geschwindigkeit beträgt etwa 5 bis 7 m/sek.

Um den Stoß zu vermeiden, der beim Auftreffen des Wagens auf den Mitnehmer entstehen müßte, wenn das Seil unmittelbar durch das Gegengewicht belastet wäre, hängt Hunt das Gegengewicht, das aus einem dreieckigen hölzernen Kasten mit geeigneter Füllung besteht, nach Fig. 114 an einer an das endlose Seil angeschlossenen Laufrolle auf. Da die Hängestange im Ruhezustande sich senkrecht einstellt, so ist im Augenblicke des Auftreffens die am Seil erforderliche Zugkraft theoretisch gleich Null und wächst allmählich mit der Verschiebung des Wagens nach links. So wird die Bewegung stoßfrei eingeleitet, und das Gewicht kommt beim Zurückschwingen ebenso allmählich zur Ruhe. Statt dieser Anordnung genügt aber auch ein einfaches, senkrecht bewegliches Gewicht.

Da die Geschwindigkeit nicht beliebig erhöht werden kann, so läßt sich die Länge einer solchen Bahn nicht über etwa 250 m steigern. Bei dieser Entfernung wird der leere Wagen noch mit Sicherheit zurückgeworfen, und es ist höchstens zum Schluß eine geringe Nachhilfe von seiten des Arbeiters erforderlich. Die Leistung kann bei der großen Schnelligkeit der Bewegung sehr hoch getrieben werden.

Bahnen dieser Bauart werden nicht nur feststehend angeordnet sondern auch auf fahrbaren Brücken angebracht, so daß sie ein geeignetes Mittel zur Beschüttung von Lagerplätzen bilden.

## 4. Kapitel.

### Zweischienige Bahnen mit Zugmittelantrieb.

Die Wagen laufen einzeln oder in Zügen auf einem schmal-spurigen Gleise und werden an ein Zugmittel angeschlossen, das sie auf wagerechter oder ansteigender Bahn schleppt, bzw. im Gefälle ihre Bewegung regelt. Behufs Beladung und Entleerung werden die Wagen meist vom Zugmittel gelöst, doch kann die Entleerung auch ohne Abschlagen an beliebiger Stelle der Bahn selbsttätig erfolgen. Die zur Verwendung kommenden Wagen pflegen 500 bis 1000 kg Inhalt zu haben. Verschiedene Wagenformen wurden schon in Kap. 1 dargestellt.

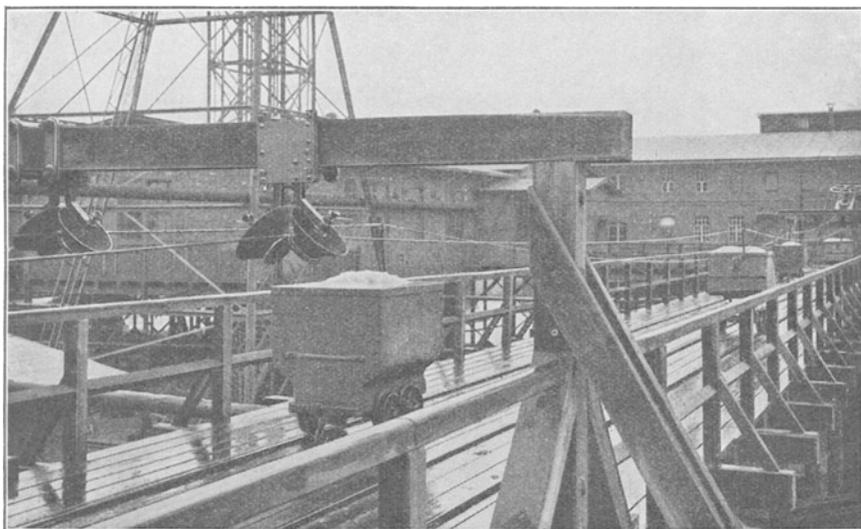


Fig. 115. Förderung mit Oberseil. Bleichert.

Als Zugmittel kommt vorwiegend Drahtseil, daneben Kette in Betracht. Je nachdem, ob das Zugmittel sich oberhalb der Wagen befindet und von diesen getragen wird oder unterhalb des Wagenkastens zwischen den Rädern liegt, spricht man von über- oder unterliegendem Seil bzw. Kette (s. Fig. 115 und 116).

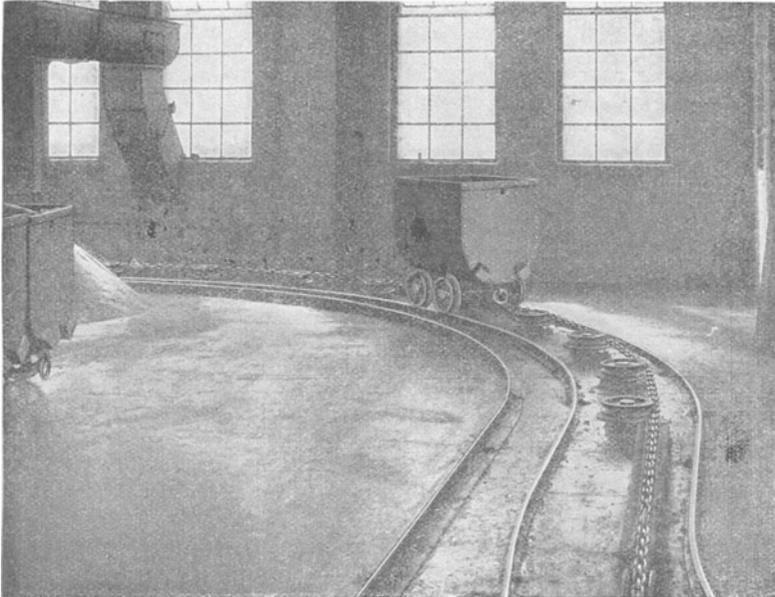


Fig. 116. Kurve einer Unterkettenförderung. Bleichert

#### a) Gesamtanordnung.

Zu unterscheiden ist zwischen Pendel- und Ringbetrieb.

Im ersten Falle sind meist zwei Trommeln vorhanden (Fig. 117). Trommel *I* zieht den beladenen Wagenzug von *A* nach *B*; Trommel *II*, deren Seil um die Endscheibe *A* läuft, schleppt die leeren Wagen zurück, während *I* Seil ausgibt. Man bezeichnet die Anordnung als Förderung mit Seil- und Gegenseil.

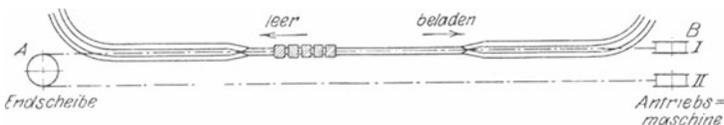


Fig. 117. Förderung mit Seil und Gegenseil.

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

Bei genügender Neigung der Bahn kann das Gegen-, bzw. Hinterseil fortfallen.

Bei Förderung abwärts benutzt man meist das Gewicht der vollen Wagen, um die leeren Wagen bergauf zu ziehen, muß dann

also Doppelgleis anlegen bzw. eine Ausweichstelle in der Mitte einrichten. Eine Bremse vernichtet die überschüssige Arbeit, weshalb die Anordnung den Namen Bremsbergförderung führt (Fig. 118).

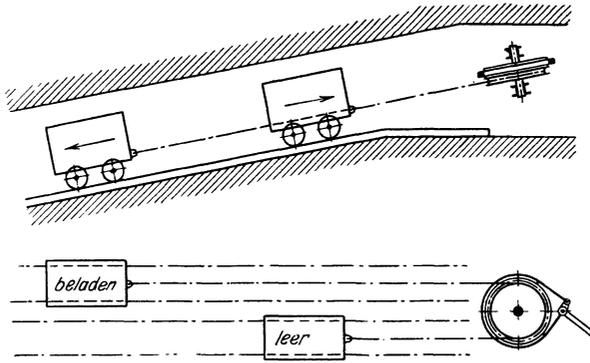


Fig. 118. Bremsbergförderung.

Falls die Neigung mehr als etwa  $30^\circ$  beträgt, muß übrigens der Wagen auf ein Untergestell gesetzt werden (Fig. 119).

Die Anordnung bei Ringbetrieb wird schematisch durch Fig. 120 erläutert. Ein endloses Seil — bzw. eine Kette — bewegt sich dauernd in derselben Richtung über Antriebs- und Umlenkscheibe. An das eine Trum werden die vollen, an das andere die leeren Wagen angeschlagen. Die Anordnung ist in der Waagrechten und in Steigungen die gleiche und läßt auch selbsttätigen Betrieb als Bremsbahn zu.

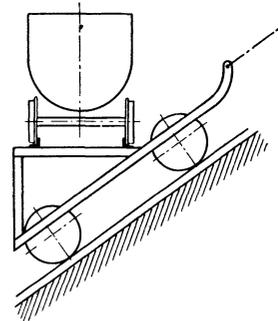


Fig. 119. Untergestell für steile Strecken.

Die Bahn wird, wenn möglich, geradlinig angelegt, doch lassen sich auch ohne Schwierigkeit Kurven durchfahren, wenn das Zugmittel in geeigneter Weise geführt wird.

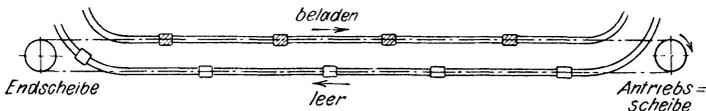


Fig. 120. Förderung mit geschlossenem Seil.

Scharfe Ablenkungen innerhalb der senkrechten Ebene sind möglichst zu vermeiden.

## b) Der Antrieb.

Das Zugseil kann bei geringer Antriebsleistung durch eine einfache ledergefütterte Scheibe mitgenommen werden, wobei der Umschlingungswinkel  $\pi$  bis  $1,5 \pi$  beträgt. Meist reicht jedoch die so erzeugte Reibung nicht aus, und es ist daher eine Spilltrommel anzuwenden. Um aber das Verschieben des Seiles in Richtung der

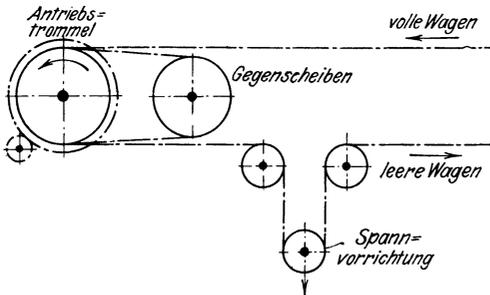


Fig. 121. Schema eines Antriebes.

Achse der Trommel zu vermeiden, löst man diese nach Fig. 121 in Antriebs- und Gegentrommel auf, ebenso wie es zuweilen bei Hebezeugen mit großem Hube geschieht. Die Anzahl der Umschlingungen sollte nicht größer sein, als zur Mitnahme des Seiles unbedingt erforderlich, da sonst der

Zapfendruck durch die Seilspannungen unnötig vermehrt und der Wirkungsgrad herabgezogen wird. Eine Schwierigkeit ergibt sich aus der ungleichmäßigen Abnutzung der Seilrillen. Der Durchmesser der ersten Rillen am auflaufenden Trum verringert sich nämlich wegen der größeren Spannung am schnellsten, so daß, wenn alle Rillen gleich viel Seil abzuwickeln haben, dieses an irgendeiner Stelle gleiten muß. Nun kommt aber noch hinzu, daß das Seil sich an der Stelle größter Spannung am stärksten dehnt, so daß tatsächlich durch die ersten Rillen bei kleinstem Durchmesser die größte Seillänge läuft. Aus diesen Gründen benutzt man statt einer Gegentrommel stets eine Anzahl loser Scheiben, die sich unabhängig voneinander drehen. Dem Gleiten auf der Antriebstrommel kann man nur dadurch etwas entgegenwirken, daß man den Durchmesser der ersten Rillen von vornherein größer macht.

Fig. 121 zeigt die Ebene der Scheiben in wagerechter Lage. In der Regel werden sie jedoch senkrecht gelegt und das Seil durch Leitrollen in die Ebene der Gleise abgelenkt.

Das ablaufende Trum erhält die erforderliche Spannung durch eine in Fig. 121 angedeutete Spannvorrichtung, die entweder durch ein Handrad mit Schraubenspindel oder besser durch ein Gewicht betätigt wird.

Die Firma Heckel baut ihre Seilbahnantriebe nach Fig. 122 mit zwei einrilligen Scheiben großen Durchmessers — bis zu 4 m —, die beide durch Zahnradvorgelege angetrieben werden.

In England und Amerika sind häufiger als in Deutschland Klemmbakenscheiben angewandt worden (Fig. 123).<sup>1)</sup> 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.

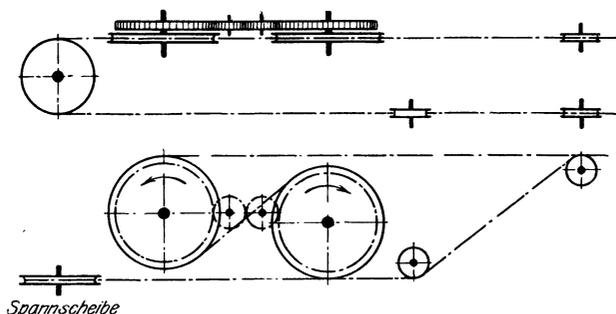


Fig. 122. Doppelantrieb.

Zum Antrieb von Ketten dienen gußeiserne Trommeln mit Gegenscheiben, wie oben beschrieben, oder bei sehr einfachen Anlagen auch Spilltrommeln mit kegelförmig abgedrehtem Holzfutter. An Stelle von Reibungsantrieben werden jedoch auch Mitnehmerscheiben angewandt, und zwar bei kleinen Anlagen in der Form einfacher Daumenrollen aus Stahlguß. Diese bedürfen jedoch wegen des Längens der Kette von Zeit zu Zeit der Erneuerung. Besser

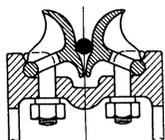


Fig. 123. Klemmscheibe für Seilbahnantriebe.

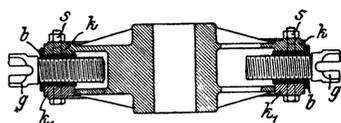


Fig. 124. Kettengreiferscheibe von Hasenclever.

sind daher Räder mit einzeln eingesetzten, in radialer Richtung nachstellbaren Greifern. Bei der Scheibe von Heckel legt sich der Fuß dieser Greifer gegen eine kegelförmige Scheibe, durch deren axiale Verstellung sämtliche Greifer gleichzeitig radial verschoben werden. Hasenclever versieht die Greiferschäfte mit Gewinde und stellt sie einzeln nach. Wie Fig. 124 zeigt, sind die Schäfte  $g$  in Buchsen  $b$  eingeschraubt, die in der Mittelebene des Rades geschlitzt sind. Der Radkranz besteht aus einer festen Hälfte  $k$  und einer beweglichen Hälfte  $k_1$ , die durch Schrauben  $s$

<sup>1)</sup> Nach Stein, Streckenförderungen, S. 233.

fest gegeneinander gezogen werden können und so die Schäfte in den Buchsen festzuklemmen oder zu lockern gestatten.<sup>1)</sup> Bleichert dreht einfache Rillen ein und stellt in den stehenbleibenden Kämmen sowohl beim Greifer wie beim Scheibenkranz drei Nuten her. Die Vergrößerung der Teilung geschieht in der Weise, daß nach Lösung der Kranzschrauben jeder Greifer um  $60^{\circ}$  gedreht und um eine Rillenhöhe weiter nach außen geschoben wird.<sup>2)</sup>

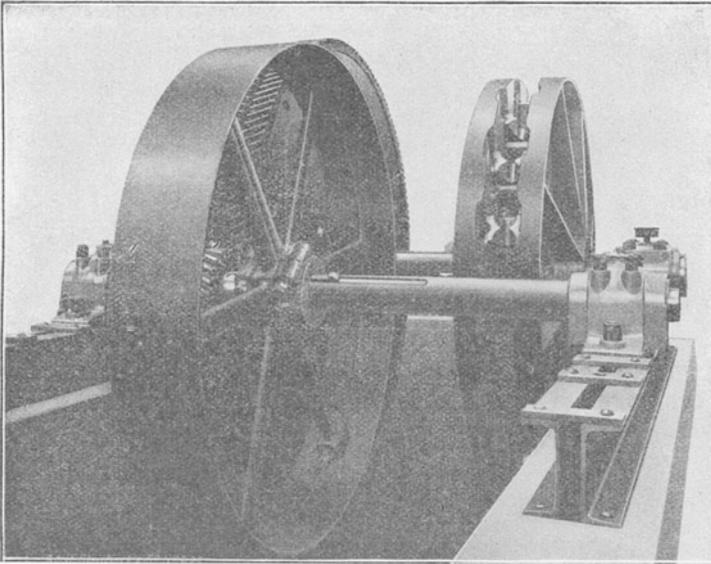


Fig. 125. Antrieb einer Kettenförderung mit Bleichertscher Greiferscheibe.

Die Anwendung von Greiferscheiben bringt gegenüber Reibungsantrieben den Vorteil mit sich, daß die Antriebswellen geringere Belastung erhalten, daß jegliches Zerren der Kettenglieder fortfällt, und daß die Kette, da Gleiten ausgeschlossen ist, mit Öl geschmiert werden darf. Diese Umstände erniedrigen den Kraftverbrauch und verlängern die Lebensdauer der Kette. Nachteilig ist, daß die herausstehenden Greifer mit der Zeit leicht locker werden, und daß bei der Erneuerung einzelner Kettenteile die neue Kette nicht richtig auf den Rädern arbeitet. Ersteren Übelstand vermeidet eine neuere Bleichertsche Konstruktion (Fig. 125), bei welcher der Greifer selbst im Radkörper geführt wird, so daß der Gewindegang nur die radialen Kräfte aufzunehmen hat.<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> D.R.P. 172234 (vgl. Z. d. V. d. I. 1906, S. 1847).

<sup>2)</sup> D.R.P. 174726.

<sup>3)</sup> D.R.P. angemeldet.

Die Seile werden nach der größten auftretenden Spannung mit mindestens achtfacher Sicherheit auf Zug berechnet. Die zusätzliche Beanspruchung durch Biegung um die Antriebs- und Leitrollen ist nach Bach:

$$\sigma_b = 800000 \frac{\delta}{D}.$$

Nach Braun sollte der Scheibendurchmesser mindestens das Tausendfache des Drahtdurchmessers ( $D = 1000 \delta$ ) betragen. Damit ergäbe sich

$$\sigma_b = 800 \text{ kg/qcm.}$$

Durch das Klemmen in den Gabeln, beim Durchfahren von Kurven usw. treten sehr hohe Beanspruchungen auf. Da aber die Stelle des Mitnehmerangriffs ständig wechselt, so ist ihr Einfluß verhältnismäßig geringer.

Meist werden Gußstahlseile verwandt; nur in Fällen, wo großes Seilgewicht erwünscht ist, kann weiches Material zweckmäßig sein. Bei Ketten ist ebenfalls etwa achtfache Sicherheit auf Zug üblich, da die Betriebssicherheit meistens großes Kettengewicht verlangt, obwohl die Zusatzbeanspruchungen geringer zu sein pflegen als beim Drahtseil.

**Tabelle 4.**

Streckenfördererseile von Felten & Guilleaume (Auszug).

Draht- stärke $\delta$ (mm)	Seile aus 4 Litzen zu 7 Drähten u. 1 Hanfseele			Seile aus 5 Litzen zu 7 Drähten u. 1 Hanfseele			Seile aus 6 Litzen zu 7 Drähten u. 1 Hanfseele		
	Seil- durchmesser $d$ (m/m)	Gewicht $q_s$ (kg/m) angenähert	Berechnete Bruch- festigkeit für $K_z = 12000$	Seil- durchmesser $d$ (m/m)	Gewicht $q_s$ (kg/m) angenähert	Berechnete Bruch- festigkeit für $K_z = 12000$	Seil- durchmesser $d$ (m/m)	Gewicht $q_s$ (kg/m) angenähert	Berechnete Bruch- festigkeit für $K_z = 12000$
1,0	7,5	0,22	2650	8	0,24	3200	9	0,31	3980
1,2	9	0,33	3800	9,5	0,35	4750	11	0,45	5700
1,4	10	0,43	5170	11	0,48	6470	13	0,62	7760
1,6	12	0,56	6750	13	0,63	8440	15	0,80	10130
1,8	13	0,70	8530	14,5	0,80	10670	17	1,02	12800
2,0	15	0,87	10550	16	0,97	13200	18	1,25	15820

Anmerkung: Die Seile werden aus Gußstahldraht von  $K_z = 12000$  und  $14000 \text{ kg/qcm}$  hergestellt.

### c) Die Befestigung der Wagen am Zugmittel.

Bei Förderung mit offenem Seil (Pendelbetrieb) wird das mit einem Haken versehene Seilende einfach in die am Wagen befindliche Öse eingehängt. Untereinander sind die Wagen am besten

mittels durchgehender, mit Haken und Öse ausgestatteter Zugstangen zu Zügen zu verbinden.

Bei Ringbetrieb wird gefordert, daß die Wagen an beliebigen Punkten des Zugmittels angeschlagen werden können. Obenliegende Kette gestattet dies ohne weiteres. Falls nicht, wie es bei wagenrechter Bahn häufig der Fall ist, das Gewicht der auf dem Wagen liegenden Kette zur Mitnahme ausreicht, werden einfache an die Stirnwand genietete oder eingesteckte Gabeln verwandt, in welche die Kette sich einlegt (Fig. 126).

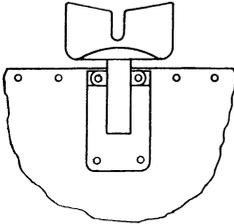


Fig. 126.  
Kettenmitnehmer  
nach Hasenclever.

Unterliegende Kette (Fig. 116) erhält Nasen, die sich gegen die Wagenachsen legen. Damit die Nasen nicht unter die Achsen fassen und die Wagen zum Entgleisen bringen können, wendet Heckel die in Fig. 127 skizzierte Vorrichtung an.<sup>1)</sup> Der Wagen wird durch

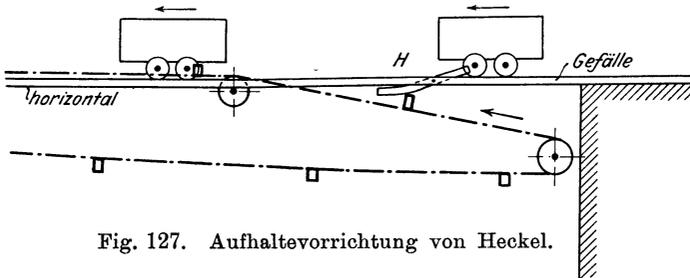


Fig. 127. Aufhaltevorrchtung von Heckel.

den doppelarmigen Hebel *H* auf der schiefen Ebene so lange aufgehalten, bis die herankommende Nase das Hindernis aus dem Wege schlägt, so daß der Wagen gerade zur richtigen Zeit einläuft.

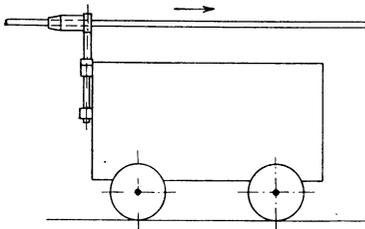


Fig. 128. Förderung mit Knotenseil.

Schwieriger ist die Befestigung am Seil. Das älteste Verfahren besteht darin, daß in regelmäßigen Zwischenräumen, entsprechend dem gewünschten Wagenabstände, am Seile Verdickungen, sog. Knoten, angebracht werden, die hinter die Mitnehmergabeln des Wagens fassen (Fig. 128). Man stellt die Knoten aus Hanf oder Metall her oder kombiniert beide Materialien. Die Hanfknoten haben ge-

<sup>1)</sup> D.R.P. 150260.

ringe Lebensdauer und klemmen sich außerdem leicht in den Gabeln fest, während die Metallknoten das Seil stark angreifen. Beim Übergang über die Antriebsscheiben erleidet nämlich das Seil an den Stellen, wo die starren Metallknoten ansetzen, jedesmal eine scharfe Biegung. Da diese 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 hochgeführt, so daß der Wagen untergeschoben werden kann, um später von dem Knoten gefaßt zu werden. Ebenso löst sich der Wagen selbsttätig vom Seile, indem er zunächst mit dem Seile eine kurze Strecke steigt und dann auf einer schiefen Ebene abläuft, während das Seil weiter nach oben abgelenkt wird.

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 Patent Glinz (Fig. 129). In passenden Abständen sind



Fig. 129. Kettenseil von Heckel, Patent Glinz.

in das Seil kurze Kettenstücke eingefügt, die sich in die Mitnehmergabeln der Wagen einlegen und, wie jede Kette, Zwangsschluß in beiden Richtungen herstellen. Voreilen der Wagen auf geneigter Strecke, das sonst zuweilen zum Lösen der Wagen vom Seil Veranlassung gibt, wird hierdurch mit Sicherheit verhindert. Die Anordnung ist namentlich dann mit Vorteil anzuwenden, wenn die Förderstrecke sich infolge von Verschiebungen im Gebirge verändern und wellig werden kann.

Bei weitem am häufigsten kommen jedoch glatte Seile zur Verwendung. 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 (Fig. 130). Die entstehende Reibung sucht die Gabel zu drehen, so daß sie das Seil festklemmt. Die Klemmkraft ist vom Wagenwiderstande abhängig und hört, beispielsweise in Gefällstrecken, mit diesem auf. In Steigungen bis zu etwa 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> wirken die Gabeln sicher und greifen

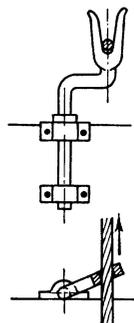


Fig. 130.  
Mitnehmergabel.  
6\*

das Zugseil nicht übermäßig an. An den Anschlagpunkten wird das Seil hochgeführt. Der bedienende Arbeiter hat den Wagen anzuschieben, den Mitnehmer in die richtige Lage zu drehen und das Seil einzulegen. Die durch das Seilgewicht erzeugte Reibung nimmt sodann die Gabel mit und klemmt das Seil fest. Das Auslösen geschieht, wie vorher, selbsttätig auf einer schiefen Ebene, die den Wagen zwingt, dem Seile vorzueilen. Dabei stellt sich die Gabel wieder senkrecht zum Seile ein, so daß dieses sich löst und, da es gleichzeitig hochgeführt wird, aus der Gabel heraushebt. Bei ausgeschlossenen Gabeln klemmt sich das Seil leicht fest und zieht die Gabel heraus oder bringt den Wagen zur Entgleisung.

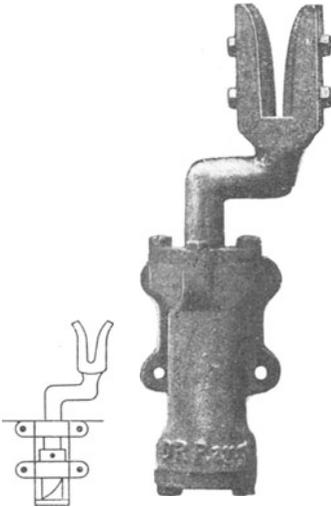


Fig. 131 und 132.  
Mitnehmergabeln von Heckel  
mit Selbstanstellung.

Heckel stellt Gabeln nach Fig. 131 her, deren Fuß sich auf eine Gewindefläche aufsetzt. Durch das Eigengewicht oder durch Federzug werden jetzt die Gabeln, wenn sie vom Seile gelöst sind, stets in die richtige Stellung gebracht, was das Einlegen des Seiles erleichtert. Die Gabeln werden auch mit vollständig geschlossener staubdichter Hülse, sowie mit auswechselbaren Backen geliefert (Fig. 132).

Die Gabeln gestatten auch selbsttätiges Kuppeln der Wagen mit dem Seil mit Hilfe besonderer Anschlagapparate. Fig. 133 zeigt schematisch die Einrichtung von Heckel.<sup>1)</sup> Der Wagen läuft im Gefälle dem sich senkenden Seile zu und wird von ihm erfaßt und

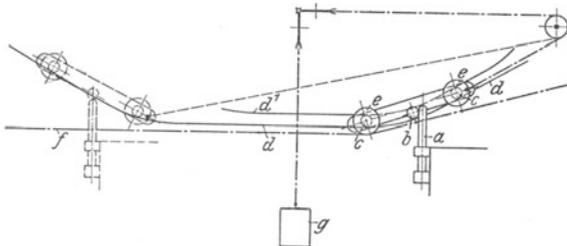


Fig. 133. Schema des selbsttätigen Anschlagapparates von Heckel.

<sup>1)</sup> D. R. P. 115 944.

mitgenommen, wobei die Gabel gegen ein Röllchen am Anschlagwagen stößt und diesen vor sich herschiebt. 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 frei gegeben und durch ein Gewicht zurückgeschneilt wird.

Mit der Gabel verwandt ist eine der Firma Orenstein & Koppel unter Nr. 106102 patentierte Klemmvorrichtung, die aus zwei exzentrisch gelagerten drehbaren Backen besteht (Fig. 134).

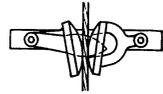


Fig. 134.  
Seilklemmapparat v. Orenstein & Koppel.

Für Steigungen über 10% werden Seilschlösser verwandt, bei denen der Wagenwiderstand, durch Keile oder Hebel übersetzt, den Klemmdruck hervorbringt. Diese Schlösser sind von Hand an- und abzuschlagen und stehen mit dem Wagen durch eine Kette in Verbindung. Gut bewährt hat sich das Seilschloß Fig. 135, bei dem die Nuß durch den Wagenwiderstand über den Keil gezogen wird.

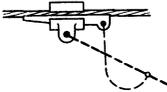


Fig. 135.  
Einfaches Seilschloß.

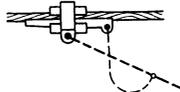


Fig. 136.  
Heckelsches Seilschloß mit Ring.

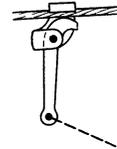


Fig. 137.  
Hebelschloß nach Heckel.

Um den Drall des Zugseiles, der die Kuppelkette um das Seil zu wickeln sucht, unschädlich zu machen, befestigt Heckel die Kette häufig nicht direkt an der Nuß, sondern an einem sie umschließenden, lose drehbaren Ringe (Fig. 136).

Ein Hebelschloß ist in Fig. 137 skizziert. Da die Auflageflächenschr gering ist, so wird zweckmäßig zwischen die Druckfläche des Hebels und das Seil ein loses Zwischenstück eingelegt. Dieses kann auch als vom Hebel eingeschobener Keil ausgeführt werden, wodurch diese Kupplung für große Kräfte geeignet wird.

Hebelschlösser lassen sich auch in Form von Zangen ausführen.

Für Unterseil verwendet Hasenclever

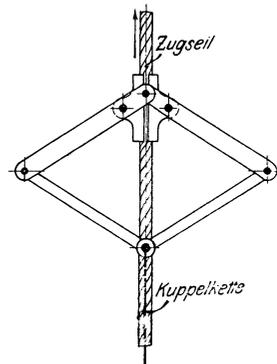


Fig. 138. Klemmapparat für Unterseil von Hasenclever.

de in Fig. 138 schematisch dargestellten Klemmapparat. Infolge des gelenkigen Anschlusses stellen sich die Backen parallel dem Seile ein, so daß dieses günstig beansprucht wird. Mit der Hebelanordnung lassen sich große Übersetzungen erreichen.

Zu den durch den Wagenwiderstand betätigten Anschlußmitteln gehören auch die sehr einfachen, aber nur für kleinere Kräfte und geringe Förderleistung brauchbaren Mitnehmerkettchen (Fig. 139), die mehrmals um das Seil geschlungen und in die Anschlußkette eingehängt werden.

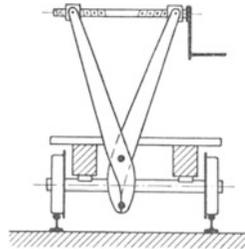
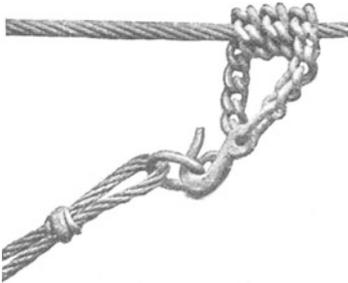


Fig. 139. Mitnehmerkettchen. Heckel. Fig. 140. Greifwagen für Unterseil.

Nach dem Bleichert'schen Patent 164555 wird bei größerer Steigung als Kraft zum Schließen der Backen das Wagengewicht benutzt. Der Wagenkasten ist um die hintere Achse drehbar und stützt sich vorn auf die Enden zweier Hebel, die das Seil zangenartig fassen. Der Drehzapfen der Hebel ist an der vorderen Achse aufgehängt. Soll der Wagen abgeschlagen werden, so laufen zwei am Kasten angebrachte Kuppelrollen eine schräge Bahn hinauf und heben dadurch den Wagenkasten vorn an.

Umgekehrt ist der Vorgang beim Anschlagen. Die Kupplung bringt einen sehr sicheren Schluß hervor, stellt sich indessen ziemlich teuer, weshalb sie nur in Ausnahmefällen Anwendung finden kann.

Große Kräfte lassen sich endlich durch Seilschlösser mit Schraubenklemmen übertragen, doch sind solche Vorrichtungen selten in Gebrauch, weil das Anschlagen längere Zeit erfordert und daher Stillsetzen des Zugseiles notwendig macht, wenn nicht der Mann mitfährt. Bei Unterseil und Förderung in Zügen wird ein besonderer Greifwagen eingestellt, dessen Zange der Zugführer durch eine Schraube mit Kurbel öffnet und schließt (Fig. 140).

### d) Die Führung des Zugmittels.

Liegt das Zugmittel unterhalb des Wagenkastens, so sind auf der Strecke in nicht zu großen Abständen Rollen anzubringen, die Schleifen auf dem Erdboden verhindern. Gute Konstruktion der Lager, Abdichtung gegen Staub und Versorgung mit reichlichem Schmiervorrat ist nötig, damit die Rollen sich ständig drehen. Es empfiehlt sich, beide Lager auf einer eisernen Schiene oder einem Gußeisenrahmen zu montieren (Fig. 141).

Das obenliegende Zugmittel wird von den Wagen selbst getragen. Wenn jedoch bei schwacher oder unregelmäßiger Förderung zu tiefes Durchhängen zu befürchten ist und man nicht zu dem Aus Hilfsmittel greifen will, leere Wagen unterzuschieben, so werden meist, wie oben beschrieben, Tragrollen zwischen den Schienen angeordnet. Für Oberseil finden sich indessen häufig auch hochgelagerte Rollen, die den Durchgang des Mitnehmers gestatten. Sie eignen sich vorzugsweise bei Gabelmitnehmern. Bedingung für eine brauchbare Konstruktion ist, daß sie das Abfallen des Seiles nach Möglichkeit verhindert und, falls dies doch einmal eingetreten sein sollte, selbsttätiges Wiederauflegen durch den nächsten Mitnehmer zuläßt.

Eine sehr einfache Anordnung wendet Heckel an, indem er nach Fig. 142 und 143 zwei Rollen mit senkrechten Achsen so hintereinander setzt, daß sich das Seil mit Druck

gegen beide legt und sie dadurch zwingt, sich zu drehen. Abfallen wird durch den vorspringenden Scheibenrand verhindert.

Grimberg benutzt nach Fig. 144 eine Tragrolle mit wage-rechter 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

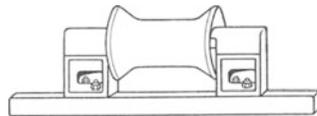


Fig. 141.

Streckenrolle von Heckel.



Fig. 142 und 143.

Tragrollen für Oberseil nach Heckel.

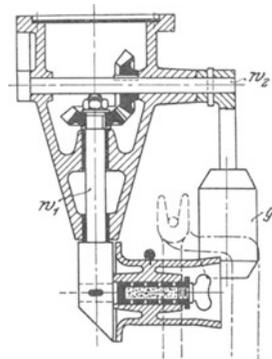


Fig. 144.

Tragrolle nach Grimberg.

frei wird. Nach Vorübergang des Mitnehmers führt das Gewicht alle Teile in die Anfangsstellung zurück.<sup>1)</sup>

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, womit allerdings auch die Sicherheit gegen Abfallen sich vermindert.

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 (Fig. 145, vgl. auch Fig. 115).

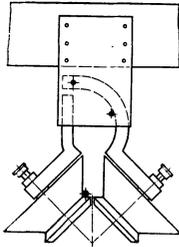


Fig. 145.  
Schräg gelagerte  
Tragrollen.

Außerdem sind Tragrollen nach Fig. 146 und 147 im Gebrauch, deren unterer, nur zur Sicherung dienender, weit ausladender Teil als Stern ausgebildet ist und von dem in eine Lücke eintretenden Mitnehmer jedesmal um eine Zacke weiter gedreht wird.<sup>2)</sup> Die Rollen werden vornehmlich zum Umfahren von Kurven benutzt.

Kurven können bei großem Radius und regelmäßiger Wagenfolge ohne besondere Hilfsmittel durchfahren werden. Die Spannungen in den beiden Seilsträngen auf jeder Seite einer Gabel erzeugen dann eine Resultierende, die den Wagen umzuwerfen bestrebt ist. Dem Momente 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.<sup>3)</sup>

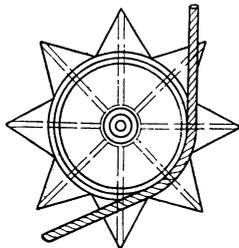
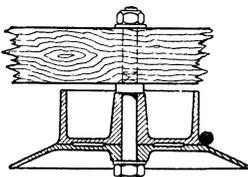


Fig. 146 und 147. Sternrolle,  
Patent Dinnendahl.

In engeren Krümmungen sind Kurvenrollen nach Fig. 148 anzuwenden, die gewöhn-

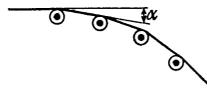


Fig. 148. Kurvenführung.

<sup>1)</sup> D.R.P. 127 601.

<sup>2)</sup> Nach „Entwicklung des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenbergbaues“, Bd. V, S. 95.

<sup>3)</sup> Vgl. Braun, Seilförderung, S. 124.

lich 500 mm Durchmesser erhalten und so nahe aneinandergesetzt werden, daß der Ablenkungswinkel  $\alpha$  nicht mehr als 10 bis 12° beträgt. Andernfalls leidet das Seil. Vergrößerung des Rollendurchmessers hat geringere Abnutzung der Rolle zur Folge, ist jedoch kaum von Einfluß auf die Lebensdauer des Seiles, da auf dieses hauptsächlich der von der Gabel verursachte Knick schädlich wirkt.

Wird die Seilspannung, bezogen auf einen Draht, mit  $H$  bezeichnet, so ist der von der Rolle bzw. von der Gabel ausgeübte Gegendruck:

$$V = 2H \sin \frac{\alpha}{2}.$$

Nach Isaachsen ist, wenn  $\delta$  die Drahtstärke bezeichnet, die für die Berechnung zugrunde zu legende größte Zugbeanspruchung des Seiles<sup>1)</sup>:

$$\sigma_b = 0,56 \frac{V}{\delta} \sqrt{\frac{E}{H}} = 1,12 \sin \frac{\alpha}{2} \sqrt{\frac{H \cdot E}{\delta^2}}.$$

Wird hierin der obige Wert für  $V$ , ferner  $H = \sigma_z \frac{\pi}{4} \delta^2$  und  $E = 2200000$  eingesetzt, so folgt:

$$\sigma_b = 1470 \sin \frac{\alpha}{2} \sqrt{\sigma_z}.$$

Hierin ist  $\sigma_z$  die an der betreffenden Stelle herrschende Zugspannung in kg/qcm.

Aus der Formel geht hervor, daß ein kleiner Ablenkungswinkel für die Erhaltung des Seiles wichtig ist, ebenso, daß in den Kurven der Seilzug niedrig sein sollte. Dem steht freilich entgegen, daß bei zu geringer Spannung das Seil leicht von den Rollen abfällt.

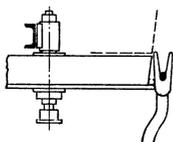


Fig. 149. Konische Kurvenrolle.

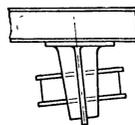


Fig. 150. Zylindrische Kurvenrolle mit schräger Achse. Hasenclever.

Infolge des Dralles hat das Seil Neigung, zu klettern. Die Rollen werden daher konisch ausgeführt, auch finden sich häufig noch Sicherheitsvorrichtungen irgend welcher Art oberhalb der Scheibe, wie in Fig. 149 punktiert angedeutet. Hasenclever ver-

<sup>1)</sup> Vgl. Kapitel 5 und Z. d. V. d. I. 1907, S. 652.

wendet zylindrische Rollen und setzt dieselben etwas schräg. Diese Rollen können, wenn der untere Teil verschlissen ist, umgedreht werden (Fig. 150).

Bei Unterseil werden Kurven in derselben Weise genommen, nur müssen die Rollen kleinere Durchmesser erhalten.

Für Oberseil genügt auch eine einzelne Rolle großen Durchmessers. Die Wagenräder können dann aber nicht auf den Schienen bleiben, sondern laufen auf ihren Spurkränzen in weiten  $\sqcup$ -Eisenführungen (Fig. 151). Die Anlage der Bahn wird durch diese Ein-

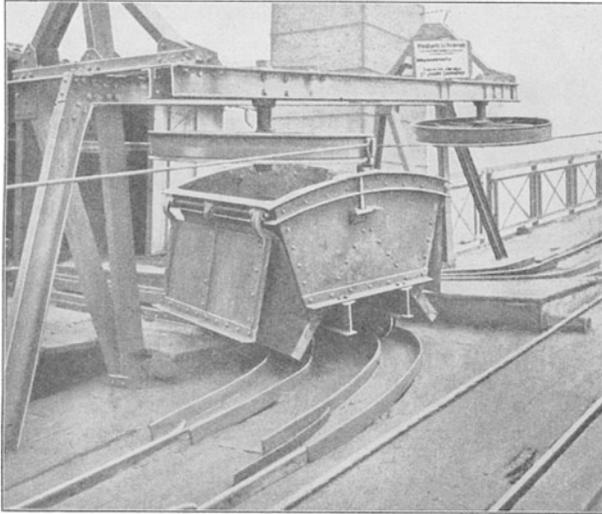


Fig. 151. Forstersche Kurvendurchfahrung. Heckel.

richtung, die von dem Maschinenmeister Forster in Altenwald herührt und daher allgemein als „Forstersche Kurvendurchfahrung“ bezeichnet wird, in vielen Fällen beträchtlich vereinfacht und verbilligt.

Bei Kettenförderung können Kurven gleichfalls auf eine der beschriebenen Arten ohne Lösung der Wagen durchfahren werden (Fig. 116), doch findet dabei nach den bisherigen Erfahrungen ziemlich starker Kettenverschleiß statt. Meistens werden aus diesem Grunde die Wagen vor der Kurve abgeschlagen, um sie im Gefälle selbsttätig zu durchlaufen und nachher wieder angeschlagen zu werden. Hierbei treten jedoch leicht Störungen ein, weshalb es sich empfiehlt, einen Mann zur Überwachung an die Kurve zu stellen.

In Einsenkungen oder Bruchpunkten besteht die Gefahr, daß das Seil sich aus der Gabel herauszieht. Soll das nicht geschehen,

so darf die Senkung eines Wagens gegenüber der Verbindungslinie zweier benachbarter Wagen nicht größer sein, als der natürliche Durchhang des Seiles zwischen diesen Wagen betragen würde.

Bezeichnet  $q_s$  das Seilgewicht und  $a$  den Wagenabstand, so ist der Durchhang:

$$f = \frac{q_s \cdot a^2}{2 \cdot S}.$$

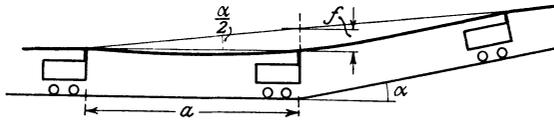


Fig. 152. Bestimmung der zulässigen Wagenentfernung bei Bruchpunkten.

Für einen Bruchpunkt gilt nach Fig. 152:

$$a \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \leq \frac{q_s \cdot a^2}{2 \cdot S},$$

also ist der geringste zulässige Wagenabstand

$$a = \frac{2 \cdot S \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{q_s}.$$

Bei Annahme von  $S$  ist auf die Anfahrwiderstände und auf Erhöhung der Spannung durch Zufälligkeiten Rücksicht zu nehmen.

Falls sich nicht genügende Sicherheit gegen Herausheben ergibt und der Knick sich nicht durch Auffüllen mildern läßt, müssen Druckrollen nach Fig. 153 angewandt werden. Sechs Leitröllchen sind zwischen zwei Blechscheiben gelagert. Stößt die Gabel gegen eine dieser Rollen an, so nimmt sie die ganze Scheibe mit und geht ungehindert zwischen den Rollen hindurch.

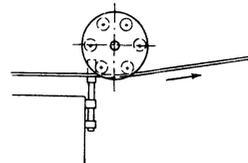


Fig. 153. Druckrolle für Bruchpunkte.

An den Stellen, wo Wagen untergeschoben oder selbsttätig gelöst werden sollen, wird das Seil ab-, bzw. ansteigend geführt. Sollen gelegentlich an Zwischenpunkten Wagen angeschlagen werden, so ist eine bewegliche Rolle nötig, die in die Bahn unter das Seil geschwenkt und gehoben werden kann.<sup>1)</sup>

Kommen Abzweigungen vor, so kann nach Fig. 154 das Hauptseil durch die Nebenstrecke hindurchgeführt werden. In Gruben werden in diesem Falle die ankommenden leeren Wagen vor der

<sup>1)</sup> D.R.P. 94122 (Heckel).

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 Hauptstrecke weitergehen. Bei Beschüttung von Lagerplätzen oder Speichern, an denen die Hauptstrecke seitlich entlang geführt wird, bleiben dagegen die bei *A* ankommenden vollen Wagen sämtlich am Seil und werden an irgendeinem Punkte der Abzweigung selbsttätig entleert. Für einen lang

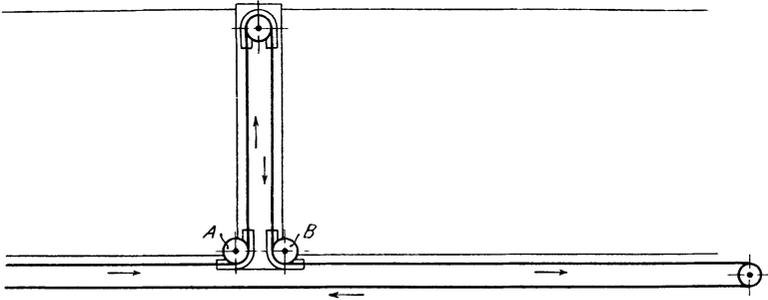


Fig. 154. Strecke mit Abzweigung (Lagerplatzbeschüttung).

gestreckten Platz sind entweder eine Anzahl Abzweigungen herzustellen, oder das Nebengleis ist, wie in der Figur 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, welche das Längsgleis überdecken.

In Bergwerken baut man für Nebenstrecken mit schwacher Förderung zweckmäßiger einen besonderen Antrieb ein, so daß das Seil jederzeit still gesetzt werden kann. Der Antrieb wird, wenn möglich, in Verbindung mit dem der Hauptstrecke ausgeführt.

### e) Sicherheitsvorrichtungen.

Unfälle können vorzugsweise dadurch entstehen, daß sich ein Wagen auf einer Steigung bzw. im Gefälle vom Seile löst. Durch Fangvorrichtungen läßt sich diese Gefahr beseitigen. Fig. 155 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 (Fig. 156) 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 normale Stellung zurückzugehen. Läuft der Wagen indessen schneller als gewöhnlich, so findet der Fanghebel nicht die Zeit, sich anders einzustellen, und der Wagen wird festgehalten.

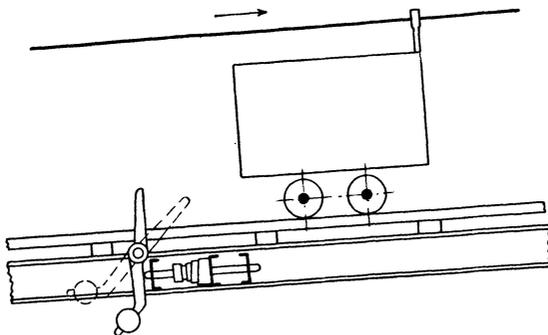


Fig. 155. Heckelsche Fangvorrichtung für aufwärtsgehende Wagen.

In gewissen Fällen ist, wie unter d dargelegt, gleichmäßiger Wagenabstand Bedingung für sicheren Betrieb. Es ist in solchen

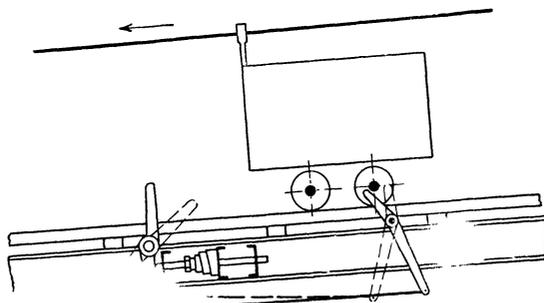


Fig. 156. Heckelsche Fangvorrichtung für abwärtsgehende Wagen.

Fällen nötig, durch Anbringung brennender Lampen in der richtigen Entfernung vom Anschlagpunkt oder durch Glockensignale dem Anschläger die Einhaltung der Wagenentfernung zu erleichtern.

#### f) Förderleistung und Kraftverbrauch.

Die Anzahl der in einer Stunde geförderten Wagen ist mit den Bezeichnungen von Seite 1 ( $a$  = Wagenabstand,  $t$  = Zeitabstand,  $v$  = Fahrgeschwindigkeit):

$$u = \frac{3600}{t} = \frac{3600 v}{a},$$

und die Förderleistung, wenn  $g$  das Gewicht einer Ladung in kg ist:

$$Q = 3,6 \cdot \frac{g}{t} = 3,6 \cdot \frac{g}{a} \cdot v \text{ (t/st).}$$

Der letzte Ausdruck gilt in beiden Gleichungen nur für Ringbetrieb.

Bei Pendelbetrieb kommen Fahrgeschwindigkeiten bis zu 4 m/sek und darüber vor. Bei Ringbetrieb dagegen wird für Kettenförderung gewöhnlich  $v = 0,75$  bis 1,5, für Seilförderung 0,5 bis 1,0 m/sek gewählt. Je niedriger die Geschwindigkeit, um so größer wird die Betriebssicherheit, dagegen ist ein größerer Wagenpark erforderlich, auch wächst die Seilspannung, so daß die Anlagekosten zunehmen.

Der Wagenabstand schwankt meist zwischen 10 und 20 m. Wird Oberkette ohne Mitnehmer verwandt, so ruht gewöhnlich die Kette auf dem Fördermaterial. Der Widerstand, den die Kette dem Gleiten entgegengesetzt, 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 gegebenem Kettengewichte  $q_s$  berechnet werden.

Der Fahrwiderstand setzt sich aus der Reibung und der zur Fahrbahn parallelen Seitenkraft des Gewichtes zusammen. Der Anteil der Reibung beträgt, wenn die Strecke unter dem Winkel  $\alpha$  steigt:

$$W_1 = w_1 G \cdot \cos \alpha.$$

Hierin ist  $G$  das Gewicht der Wagen nebst Ladung und Zugmittel. Bei guter Ausführung und Unterhaltung der Wagen ist gewöhnlich  $w_1 \cong 0,015$  zu setzen. Während der Einlaufperiode und unter sonst ungünstigen Umständen 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 Versuchen von Schulte auf 0,007 bis 0,013.<sup>1)</sup>

Die zur Fahrriichtung parallele Gewichtskomponente ist:

$$W_2 = G \cdot \sin \alpha.$$

Erforderlichenfalls ist noch die Zapfenreibung der Trag- und Kurvenrollen zu berücksichtigen. Im übrigen darf bezüglich der

<sup>1)</sup> Vgl. Schulte, Grubenbahnen.

Berechnung der Zugseilspannungen und des Antriebes auf das Kapitel über einschienige Bahnen verwiesen werden.

### **g) Anwendbarkeit und Rentabilität.**

Zweischienige Bahnen mit Zugmittel werden hauptsächlich in Grubenbetrieben angewandt, und zwar sowohl unter Tage zur Förderung von Kohle, Erzen u. dgl., wie auch über Tage, um das gewonnene Gut zum Lager oder das taube Gestein auf die Halde zu schaffen. Aber auch in anderen Betrieben finden sich solche Anlagen, z. B. zur Bedienung von Kohlenlagerplätzen.

Anlagen, die für die Dauer bestimmt sind, erhalten in der Regel Ringbetrieb. Bei kleiner Leistung und bei zeitweiligen Anlagen, z. B. für Erdbewegung bei Kanalbauten, ist dagegen Pendelbetrieb der geringeren Anlagekosten wegen oft zweckmäßiger. Für starke Steigungen eignet sich Pendelbetrieb besser wegen der sicheren Befestigung des Zugmittels am Wagen, doch kann hier auch Betrieb mit unterliegender endloser Kette in Frage kommen, namentlich bei kurzer Weglänge.

In normalen Fällen ist die Frage, ob Kette oder Seil angewandt werden soll, im wesentlichen eine Kostenfrage. Nur wenn viele Kurven vorkommen, verbietet sich die Anwendung der Kette aus technischen Gründen. Andererseits gewährt das hohe Eigengewicht der Kette den Vorteil, daß Einsenkungen sicherer durchfahren werden können.

Außer den Anlagekosten 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.

Braun hat für wagerechte, gerade Strecken von verschiedener Länge die Gesamtkosten für 1 tkm berechnet unter der Annahme, daß stündlich 300 Wagen von je 500 kg Inhalt und 350 kg Eigengewicht zu fördern sind, also die Leistung in achtstündiger Schicht 1200 t beträgt. Die in Tabelle 5 zusammengestellten Ergebnisse bedürfen für die Praxis noch eines erheblichen Zuschlages, liefern jedoch immerhin wertvolle Anhaltspunkte für die Beurteilung der verschiedenen Bauarten. Wegen genaueren Studiums der einschlägigen Faktoren sei ausdrücklich auf das Braunsche Werk verwiesen.

**Tabelle 5.**

Förderkosten für 1 tkm in Pfennig bei 1200 t Leistung pro Schicht.

Förderlänge (m)	1000	2000	3000	4000	
Förderung mit Seil ohne Ende	mit Gabel . . . . .	2,82	1,97	1,78	1,70
	„ Mitnehmerkettchen . . . . .	3,40	2,25	2,00	1,88
	„ Hanfknoten . . . . .	2,68	2,00	1,85	1,79
	„ Metallknoten . . . . .	2,51	1,90	1,82	1,80
Kettenförderung . . . . .	2,38	1,67	1,52	1,49	
Pferdeförderung . . . . .	13	12	11	10	

Selbstverständlich verschieben sich die Werte, namentlich im Vergleich mit Pferdeförderung, bei geringerer Leistung ganz wesentlich. Aus Angaben in dem Werke: Die Entwicklung des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenbergbaues, Bd. 5, lassen sich etwa folgende Durchschnittswerte entnehmen.

Seilförderung:

Leistung in tkm pro Schicht > 700 450—700 250—450 < 250  
 Förderkosten für 1 tkm in Pfg. 8 10 14 18—24

Pferdeförderung: 21 bis 22 Pfennig/tkm.

## 5. Kapitel.

### Einschienige Bahnen.<sup>1)</sup>

Bei den einschienigen Bahnen liegt der Schwerpunkt des Wagens unterhalb des Gleises, der Wagen hängt also an der Schiene.

#### a) Ausführung und Verlegung des Gleises.

Als Gleis dient eine biegungsfeste Schiene oder ein Drahtseil. Letzteres wird in seltenen Fällen durch Rundeisen oder Rohre ersetzt.

Die Schiene wird in Form eines oben abgerundeten Flacheisens, oder besser als Doppelkopfschiene ausgeführt und an gußeisernen Böcken, zuweilen auch an schmiedeeisernen Konsolen einseitig befestigt (Fig. 157 und 158). Für größere Lasten und Spannweiten eignen sich I-Eisen, deren Unterflansch die Laufbahn bildet.

<sup>1)</sup> Das Gebiet der einschienigen Bahnen ist derart umfangreich, daß eine einigermaßen erschöpfende Behandlung an dieser Stelle ausgeschlossen ist. Ich muß mich daher auf Kennzeichnung der für den Entwurf und für den Vergleich mit anderen Fördermitteln wichtigsten Gesichtspunkte beschränken.

Werden die einzelnen Stücke genügend sicher verlascht und sorgfältig gelagert, so ist die Schiene als durchlaufender Träger nach den Formeln

$$M_{max} = \frac{P \cdot l}{8}$$

für eine in der Mitte stehende Einzellast, bzw.

$$M_{max} = \frac{P \cdot l}{12}$$

für gleichmäßig verteilte Belastung zu berechnen. Im allgemeinen wird aber die Schiene als zweifacher gestützter Balken angenommen werden müssen.

Die Schienenstränge können beliebig verzweigt und durch Weichen miteinander verbunden werden.

Die Weichen werden vielfach so ausgeführt, daß auf dem Hauptstrang keine Gleisunterbrechung stattfindet. Dann ist bei Überführung auf das Nebengleis der eine Spurkranz über die durchlaufende Schiene hinwegzuheben und daher die Weichenzunge zu überhöhen. Die einfachste Form einer solchen „Kletterweiche“ zeigen Fig. 159 bis 161. Die um einen senkrechten Zapfen drehbare Zunge ist vorn zugespitzt und wird über die volle Schiene geschoben. Voll-

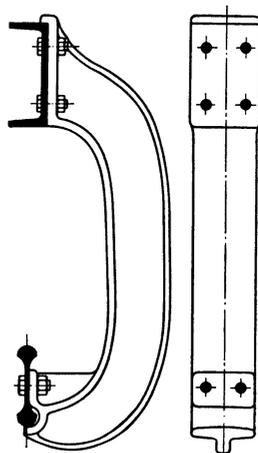


Fig. 157 und 158.  
Hängeschuh für Kopf-  
schienen. Bleichert.

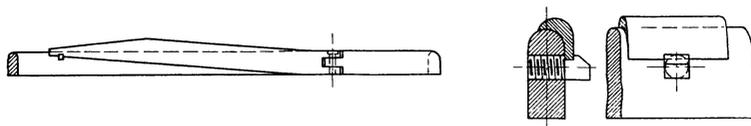


Fig. 159—161. Einfache Zungenweiche. B. A. M. A. G.

kommener arbeiten Drehweichen, deren Zungen nicht von Hand eingelegt werden, sondern eine solche Führung erhalten, daß sie bei der Drehung zwangsläufig über die volle Schiene gehoben werden (Fig. 162). Solche Weichen lassen sich so einrichten, daß sie vom Wagen aufgeschnitten werden können und dann selbsttätig zurückfallen. Nachteilig ist aber bei allen diesen Ausführungen die geringe Widerstandsfähigkeit der Zunge. Eine andere Lösung gibt die in Fig. 163 und 164 skizzierte Weiche.<sup>1)</sup> In den Hauptstrang

<sup>1)</sup> D.R.P. 158659.

ist ein Stück Rillenschiene *a* eingeschaltet, in dem die Rollen mit einem Spurkranz laufen. Die Weichenzunge *b*, die überhöht sein muß, kann daher durch eine volle Schiene gebildet werden, die stumpf gegen den Hauptstrang stößt.

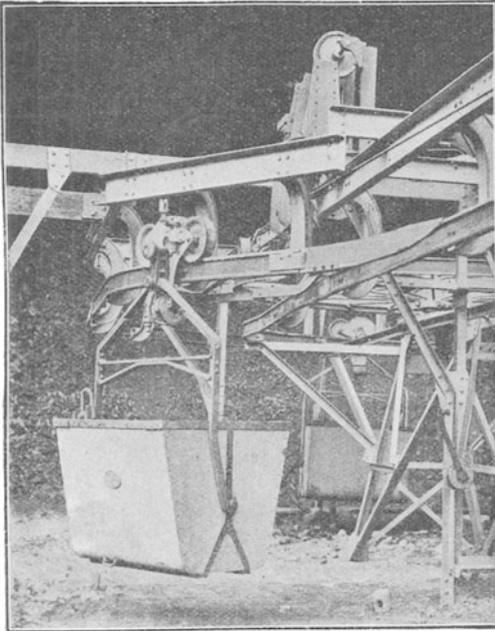


Fig. 162. Bleichert'sche Zungenweiche.

Wagerecht statt senkrecht liegt die Drehachse der Zunge bei der Klappweiche von Bleichert<sup>1)</sup>, die in Fig. 165 in der Anwendung auf Kreuzungen dargestellt ist. Die Weichenzunge *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.

Erwähnung verdient ferner die Kremplersche Weiche (Fig. 166), bei der eine Verstellung nicht stattfindet, sondern der Arbeiter durch einen Druck am Gehänge dem Wagen seine Richtung gibt. Wo die Unterstützung für die Lauffläche der Räder unterbrochen ist,

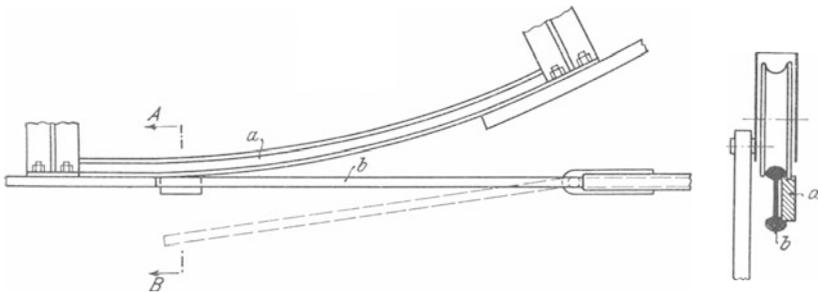


Fig. 163 und 164. Bleichert'sche Rillenschienenweiche.

<sup>1)</sup> D.R.P. 81674 und 86259.

tragen die Spurkränze. Das Gehänge passiert beim Befahren des durchlaufenden Strangcs einen engen Schlitz und muß daher oben sehr schmal gehalten werden.

Spannweiten von fast unbegrenzter Größe lassen sich überbrücken, wenn die starre Schiene durch ein biegsames Element ersetzt wird, das unter genügender Spannung steht, um unter dem Einfluß seines Eigengewichtes und der aufgebrachtten Lasten nicht übermäßig durchzuhängen.

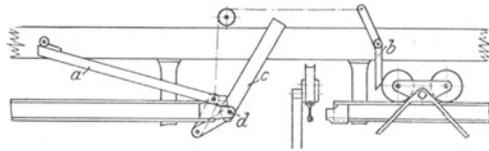


Fig. 165. Bleichertsche Klappweiche.

Bei den ersten Ausführungen dieser Art kamen aneinandergeschweißte Rundeisenstangen, später auch wohl Rohre zur Verwendung.

Heute herrscht ausschließlich das Stahldrahtseil, das wegen der Herstellung aus hochwertigem, homogenem



Fig. 166. Krenplersche Weiche.

Material bei gleicher Tragkraft wesentlich leichter ausfällt, auch, wie unten gezeigt werden soll, durch die Laufräder der darüber rollenden Wagen weniger ungünstige Beanspruchung erfährt.

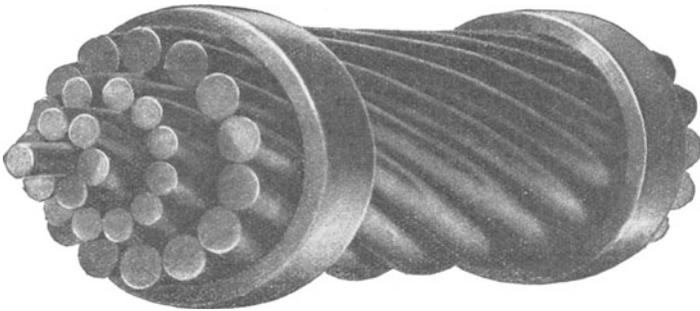


Fig. 167. Spiralseil.

Den gewöhnlichen, aus Runddrähten hergestellten Spiralseilen (Fig. 167) haftet der Nachteil an, daß sie dem Laufrade eine unebene Oberfläche darbieten. Die äußeren Drähte werden durch den Raddruck ungünstig beansprucht und, ebenso wie die Laufflächen der Räder, verhältnismäßig rasch abgenutzt und verquetscht. Besonders nachteilig ist auch das Heraustreten gebrochener Drähte, das leicht Be-

triebsstörungen veranlaßt. Dies alles führte zur Konstruktion von „verschlossenen“ Seilen, d. h. Seilen mit glatter Oberfläche, deren einfachste Form, das Simplexseil, Fig. 168 wiedergibt. Dasselbe wird hohl oder, da es sich in dieser Ausführung leicht flach drückt, mit einer Einlage aus Runddrähten hergestellt. Besser hat sich die Form Fig. 169 bewährt, doch wird auch sie wieder mehr und mehr durch die halbverschlossenen Seile nach Fig. 170 verdrängt. Die Decklage besteht hier nur zur Hälfte aus Fassondrähten, die einfachere Form haben, und deren Material daher beim Ziehen weniger mißhandelt wird, als das der **S**-förmigen Drähte der verschlossenen Konstruktion.

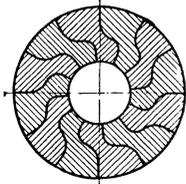


Fig. 168.  
Simplexseil.

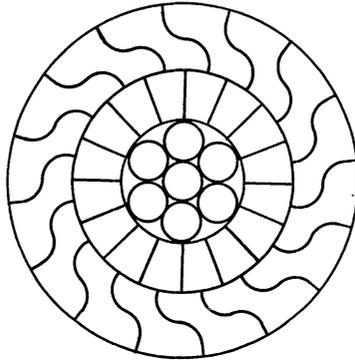


Fig. 169. Verschlossenes Seil.

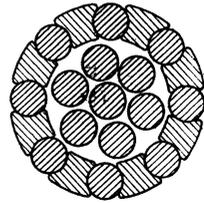


Fig. 170.  
Halbverschlossenes  
Seil.

Spiralseile werden übrigens immer noch als Laufbahn für die leeren Wagen und bei geringerer Beanspruchung der Bahn ihres niedrigeren Preises wegen auch für den beladenen Strang vielfach angewandt.

Die Seile werden einerseits durch die Spannungsgewichte auf Zug, andererseits durch die aufgebrauchten Lasten auf Biegung beansprucht. Isaachsen hat in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1907, S. 652 f., die Spannung berechnet, die ein Draht eines solchen Seiles erleidet. Bezeichnet:

$H$  die Horizontalspannung,

$V$  die aufgebrauchte Last,

$E$  den Elastizitätsmodul,

$I$  das Trägheitsmoment,

$e$  den Abstand der äußersten Faser des Drahtes von der Schwerpunktsachse,

so ist für die Bestimmung des Sicherheitsgrades als größte Biegungsspannung im Drahte einzusetzen:

$$\sigma_b = \frac{V}{4} \sqrt{\frac{E}{H \cdot I}} \cdot e \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (4)$$

während der Krümmungshalbmesser wird:

$$\varrho = \frac{2\sqrt{E \cdot I \cdot H}}{V} \dots \dots \dots (5)$$

Gl. 4 bestätigt, was das natürliche Gefühl erwarten läßt, daß die Biegungsbeanspruchung um so kleiner ausfällt, je straffer der Draht gespannt ist.

Für runde Drähte vom Durchmesser  $d$  ergibt sich:

$$\sigma_b = 0,56 \cdot \frac{V}{d} \cdot \sqrt{\frac{E}{H}}, \quad \varrho = 0,44 \cdot d^2 \cdot \frac{\sqrt{E \cdot H}}{V}.$$

Werden in den beiden letzten Gleichungen  $V$  und  $H$  proportional dem Drahtquerschnitt gesetzt, so zeigt sich, daß  $\sigma_b$  konstant,  $\varrho$  dagegen der Drahtstärke  $d$  proportional wird. Daraus geht hervor, daß bei Beanspruchung durch eine Einzellast die größte Biegungsspannung dieselbe ist, gleichgültig, ob ein Seil aus dünnen oder dicken Drähten oder ein Rundeisen verwandt wird. Dagegen erstreckt sich die Deformation im letzteren Falle erheblich weiter, so daß bei mehrrädri gen Wagen die von den verschiedenen Rädern verursachten Biegungsspannungen sich gegenseitig verstärken, während bei Drahtseilen unter normalen Verhältnissen die Deformation so rasch abnimmt, daß die Spannungsvermehrung durch das benachbarte Rad praktisch gleich Null ist.

**Tabelle 6.**

Auszug aus den Listen über Tragseile von Felten & Guilleaume.

Seil- durch- messer $d$ (m/m)	Spiralseile				Verschlossene Seile	
	Draht- zahl $i$	Draht- stärke $d$ (m/m)	Gewicht $q_0$ (kg/m) angenähert	Berechnete Bruch- festigkeit für $k_z = 14\,500$ kg/qcm	Gewicht $q_0$ (kg/m) angenähert	Berechnete Bruch- festigkeit für $k_z = 12\,000$ kg/qcm
16	19	3,2	1,28	22150	—	—
18	19	3,6	1,62	23000	—	—
20	19	4,0	2,00	34650	2,45	34300
22	19	4,4	2,42	41900	2,70	39230
24	19	4,8	2,90	49870	3,30	48330
26	19	5,2	3,40	58520	3,80	53280
28	37	4,00	3,90	67400	4,60	66000
30	37	4,28	4,50	77150	5,20	75100
32	37	4,57	5,20	88000	5,70	82920
34	37	4,85	5,75	99000	6,50	96600
36	37	5,14	6,45	111200	7,10	107880
38	—	—	—	—	7,90	117360
40	—	—	—	—	8,70	128610
42	—	—	—	—	9,70	142050
44	—	—	—	—	11,00	154380

Anmerkung: Spiralseile werden hergestellt aus weichem Stahldraht ( $K_z = 5500$  bis  $6000$ ) und Gußstahldraht ( $K_z = 14500$ ), verschlossene und halbverschlossene Seile aus weichem Stahldraht ( $K_z = 5500$  bis  $6000$ ) und Gußstahldraht ( $K_z = 9000$  bis  $10000$  oder  $12000$ ). Die Werte für halbverschlossene Seile sind nicht sehr erheblich verschieden von denen für verschlossene Seile. Die Seildurchmesser sind in der vollständigen Preisliste von Millimeter zu Millimeter abgestuft.

Beispiel: Ein Spiralseil, bestehend aus 37 Drähten von 5,14 mm Durchmesser, habe eine Bruchfestigkeit von 12000 kg/qcm und werde mit dem achten Teil der Bruchlast gespannt. Wie groß ist die Sicherheit bei Berücksichtigung der Biegungsbeanspruchung, die durch einen darüberfahrenden zweirädrigen Wagen von 500 kg Inhalt und 300 kg Eigengewicht entsteht?

Für einen Draht ist:

$$H = \frac{\pi}{4} \cdot 0,514^2 \cdot \frac{12000}{8} = 312 \text{ kg,}$$

$$V = \frac{800}{2 \cdot 37} = 10,8 \text{ kg,}$$

$$E = 2200000.$$

Es folgt:

$$\sigma_b = 0,56 \cdot \frac{10,8}{0,514} \sqrt{\frac{2200000}{312}} = 990 \text{ kg/qcm.}$$

Der Sicherheitsgrad wird also in Wahrheit:

$$\mathcal{S}' = \frac{12000}{1500 + 990} = 4,8.$$

Bei ursprünglich 6-, bzw. 4,5facher Sicherheit ergibt sich in derselben Weise:

$$\sigma_b = 860 \text{ bzw. } 740 \quad \text{und} \quad \mathcal{S}' = 4,2 \text{ bzw. } 3,5.^1)$$

---

<sup>1)</sup> Einen sicheren Anhalt für die zweckmäßige Bemessung der Seile und der Spannungswerte gibt übrigens diese Rechnung immer noch nicht, weil die Biegungsspannung, die zwischen Null und dem Höchstwert wechselt, für das Seil viel schädlicher ist, als die konstante Zugspannung. Tatsächlich ergibt auch die Erfahrung, daß ungenügend gespannte Tragseile sich verhältnismäßig rasch abnutzen. Das Verhalten des Materials bei wechselnder Beanspruchung ist noch so wenig geklärt, daß es sich empfehlen dürfte, vorläufig mit der Theorie sehr vorsichtig umzugehen, um so mehr, als die Vorgänge in der Nähe der Stützen, wo das Seil eine Biegung nach der entgegengesetzten Seite erfährt, wieder besonderer Art sind. Die obigen Rechnungen verfolgen also nur den Zweck, einen Weg anzugeben, der vielleicht mit der Zeit zur Aufhellung der schwebenden Fragen führen kann.

Der Krümmungshalbmesser ist im ersten Falle:

$$\rho = 0,44 \cdot 0,514^2 \sqrt{\frac{2\,200\,000 \cdot 312}{10,8}} = 281 \text{ cm.}$$

Von einem Anschmiegen des Seiles an das Laufrad kann hier nach keine Rede sein, die Größe des Raddurchmessers hat also nur insofern Einfluß auf die Beanspruchung, als die Zusammen drückung der Oberfläche in Frage kommt, die sich rechnerisch kaum verfolgen läßt.

Für die Berechnung der Seile ist bei geneigten Bahnen die Spannung  $S_{max}$  im höchsten Punkte zugrunde zu legen. Bezeichnet  $G$  das Spanngewicht,  $q_s$  das Eigengewicht des Seiles in kg/m und  $h$  den Höhenunterschied zwischen Spannstation und höchstem Punkte, so folgt:

$$S_{max} = G + q_s \cdot h.$$

Es ist üblich, das Seil mit etwa fünffacher Sicherheit auf Zug zu berechnen.

Zur Kupplung der Seilenden dienen konisch ausgebohrte Hülsen, welche die aufgetriebenen, durch Metall oder durch ringförmige Keile (Bleichert) ausgefüllten Seilenden umschließen und miteinander verschraubt werden. Weniger gut ist Verlöten der einzelnen Drähte.

Das Seil wird von flachen Auflagerschuhen  $a$  getragen, die an Stützen aus Holz oder Eisen angebracht sind (Fig. 171 und 172)

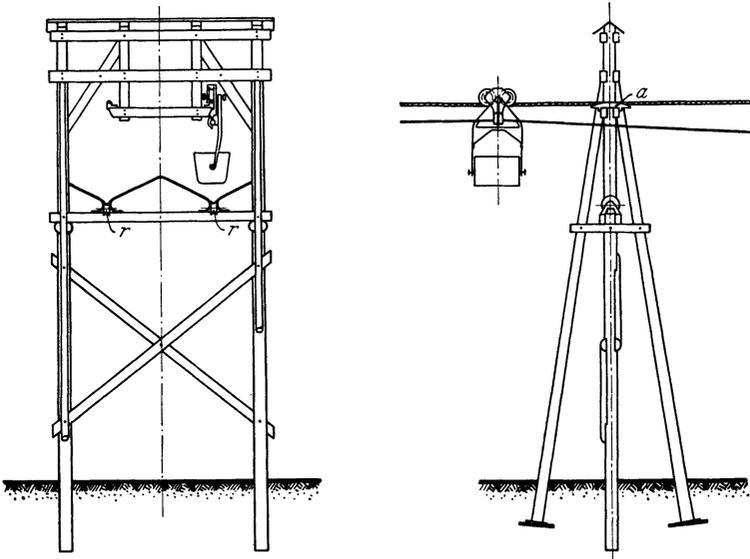


Fig. 171 und 172. Hölzerne Stütze für untenliegendes Seil. Bleichert.

Auf dem Gerüst befinden sich Tragrollen  $r$ , die bei großem Wagenabstand das Zugseil aufnehmen. Die Ständer sind in die Erde eingegraben. Fig. 173 und 174 geben eine eiserne Stütze mit gemauerten Fundamenten. Daß die Leiter nicht bis auf den Boden reicht, hat den Zweck, unbefugtes Besteigen möglichst zu verhüten. Die Streckenwärter führen eine kleine tragbare Leiter mit sich.

Da das Tragseil wenig biegsam zu sein pflegt, so wird es in der Spannstation an eine Kette oder ein anders konstruiertes Seil angeschlossen, das, durch eine Rolle abgelenkt, das Spannungsgewicht trägt.

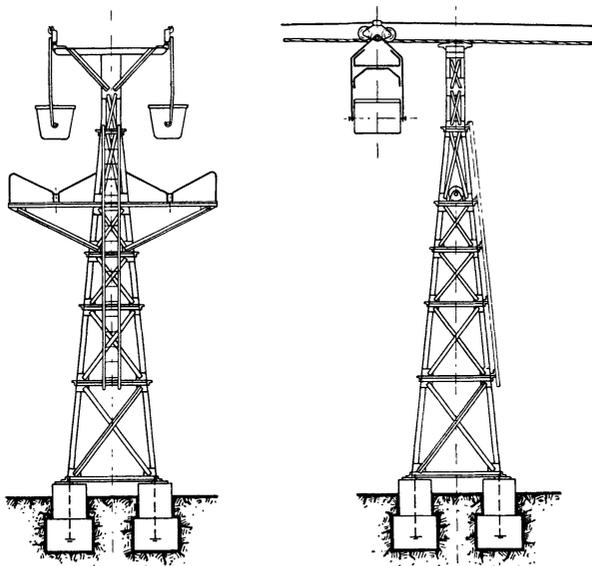


Fig. 173 und 174. Eiserne Stütze für obenliegendes Seil. Bleichert.

Einschienige Bahnen werden meistens mit Ringgleis angelegt, auf dem die Wagen einander in angemessenen Abständen stetig folgen können. Zuweilen kommt statt dessen ein Doppelgleis zur Anwendung, auf dessen beiden Strängen je ein Wagen oder Wagenzug, mit dem andern durch Seile verbunden, hin und her läuft (Pendelbetrieb). Die Anordnung findet sich namentlich bei Bremsbahnen, weil hier das Verbindungsseil fehlen kann. Eingleisige Bahnen kommen nur bei sehr geringer Leistung, namentlich bei motorischem Einzelantrieb oder Handbetrieb, vor.

Bei den „Hängebahnen“ im engeren Sinne, d. h. ebenen Bahnen mit starrer Schiene und Einzelantrieb der Wagen, ist ganz beliebige Grundrißanordnung der Gleise möglich.



Für die Mitte gilt

$$f'_e = \frac{q_s l^2}{8H}$$

Die Parabel läßt sich nach Auftragen dieses Wertes in bekannter Weise verzeichnen.

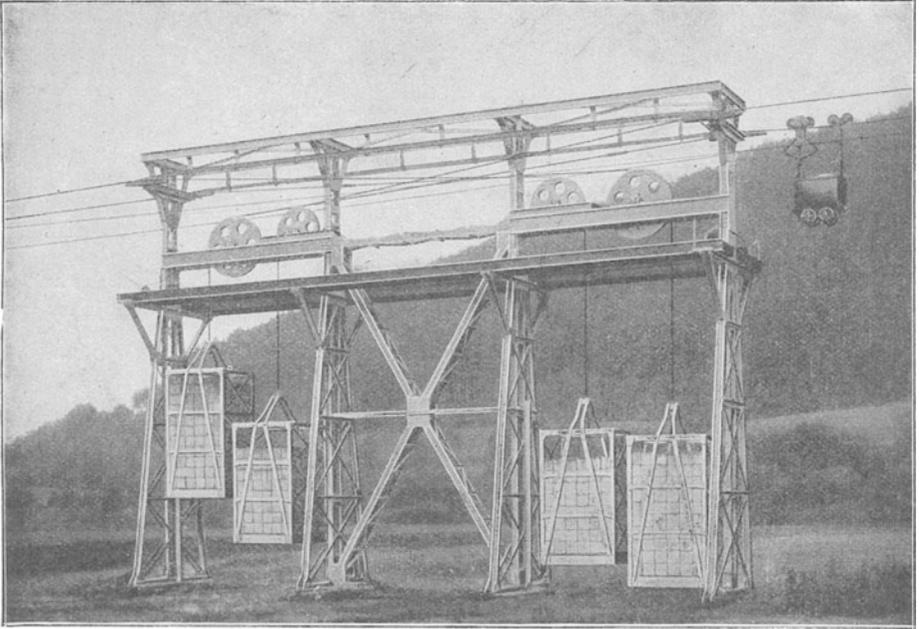


Fig. 176. Doppelte Zwischenspannvorrichtung. Bleichert.

Die von einer Einzellast  $P$  an ihrem Angriffspunkt hervorbrachte Senkung  $f_n$  bestimmt sich aus der Gleichung:

$$\begin{aligned} P &= H \operatorname{tg} \alpha + H \operatorname{tg} \beta \\ &= H \frac{f_n + h \frac{x}{l}}{x} + H \frac{f_n - h \frac{l-x}{l}}{l-x} \\ f_n &= \frac{P \cdot x \cdot (l-x)}{H \cdot l} \dots \dots \dots (7) \end{aligned}$$

Die von dieser oder mehreren Einzellasten hervorgerufenen Seilensenkungen, die für einen beliebigen Punkt durch einfache Proportionalitätsrechnung ermittelt werden, sind zu den durch das Eigengewicht erzeugten zu addieren und ergeben so die tiefsten Laststellungen. Für die Mitte gilt:

$$f_n' = f_n \cdot \frac{l}{2x} = \frac{P}{H} \cdot \frac{l-x}{2}.$$

Gewöhnlich werden die Seile am einen Ende der Bahn verankert, am anderen gespannt.<sup>1)</sup> Bei großer Bahnlänge macht sich jedoch der Einfluß der Auflagerreibungen zu stark geltend, so daß Zwischenspannstationen nötig werden (Fig. 176). Der Wagen läuft an solchen Punkten über eine feste Schiene.

Knicke in der horizontalen Ebene lassen sich in den meisten Fällen vermeiden. Wenn nicht, so ist das Tragseil zu unterbrechen und eine gekrümmte Hängebahnschiene einzuschalten.

Auch in den Endstationen schließen sich an die Tragseile Hängebahnschienen an, auf denen die Wagen zur Belade- bzw. Entladestelle geschoben werden.

### b) Der Wagen.

Der Hängebahnwagen besteht aus Kasten, Gehänge und Laufwerk (Fig. 177 und 178).

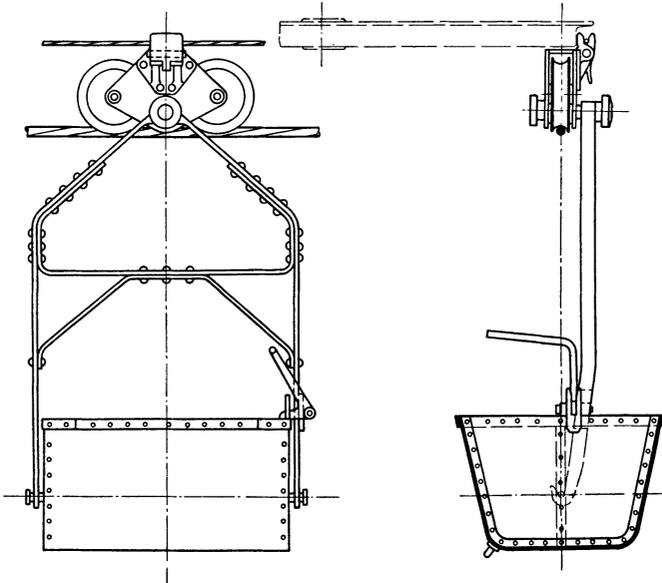


Fig. 177 und 178. Drahtseilbahnwagen nach Bleichert.

Zur Beförderung von Schüttgütern wird der Kasten gewöhnlich als Kippmulde ausgebildet, die ein wenig unterhalb ihres Schwerpunktes aufgehängt und während des Betriebes durch eine leicht

<sup>1)</sup> S. Fig. 219 bis 223, S. 134 und 135.

auslösbare Klinke gesichert ist (Fig. 177). Die B.A.M.A.G. verwendet gelegentlich feste Kästen mit Bodenklappen, die durch Kniehebel verschlossen gehalten werden. Auf der durchlaufenden Hebelwelle sitzt im Inneren des Wagens ein Flügel, der sich beim Öffnen dem ausströmenden Material entgegenbewegt und so ein plötzliches Aufschlagen der Klappen verhindert.

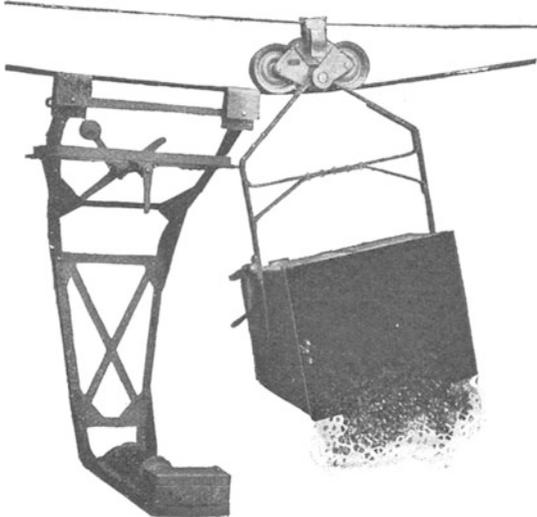


Fig. 179. Versetzbarer Anschlag für selbsttätige Wagenentleerung. Bleichert.

Die Verriegelung bzw. der Verschluß des Wagenkastens wird häufig so ausgeführt, daß beim Anstoßen gegen einen festen oder versetzbaren Anschlag selbsttätige Entleerung erfolgt. Der Anschlag läßt sich am Tragseil festklemmen (Fig. 179).



Fig. 180. Wagen für Sacktransport. Bleichert.

Für Einzellasten werden Kästen oder Plattformen benutzt (Fig. 180). Der in Fig. 181 und 182 dargestellte Wagen befördert Glasgefäße in einer mit Filz überzogenen Blechschale.

Das Gehänge besteht gewöhnlich aus zwei gehörig gegeneinander versteiften Flacheisen und wird pendelnd mit dem Laufwerk verbunden.

Das Laufwerk wird durch zwei miteinander fest verbundene Schilde aus Blech oder Stahlguß

gebildet, zwischen denen sich die beiden Laufrollen lose auf festen Zapfen drehen. Wird auf leichten Lauf besonderer Wert gelegt, so kommen Rollenlager oder Kugellager zur Anwendung. Fig. 183 und 184 geben ein besonders sorgfältig ausgeführtes vierrädiges Laufwerk für I-Eisen wieder. Jede Rolle ist in zwei Stahlgußschilden gelagert, von denen das äußere,  $S_1$ , außerhalb des I-Eisenflansches heruntergeführt und mit dem der gegenüberliegenden Seite verschraubt ist, während das innere,  $S_2$ , mit jenem durch eingepaßte Schrauben zwischen den Rädern fest verbunden ist. Die auf diese Weise doppelt gefaßten Rollenachsen drehen sich in Kugellagern mit Stahlbüchsen. Kleine Röllchen  $R$  verhindern ein Schleifen der Außenschilde am Trägerflansch.

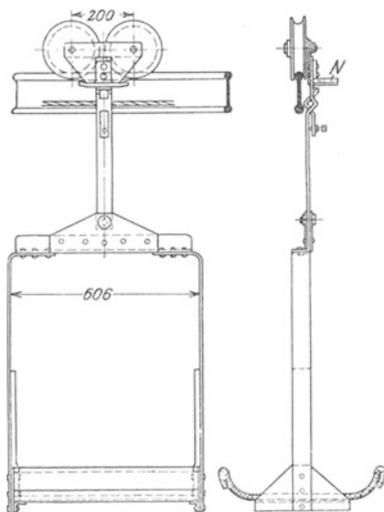


Fig. 181 und 182. Hängebahnwagen für Glasgefäße. Fredenhagen.

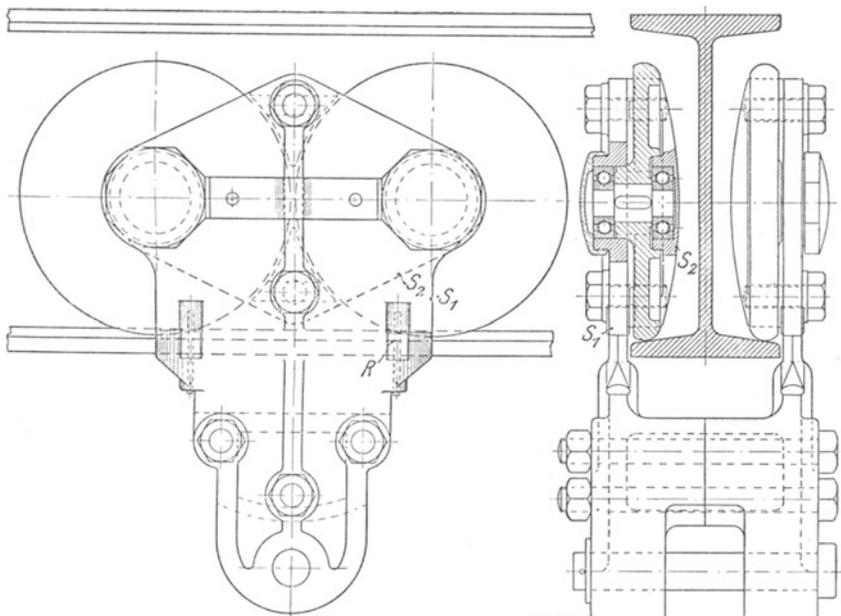


Fig. 183 und 184. Laufwerk mit Kugellagern. Beck & Henckel.

Körper von größerer Länge, wie z. B. Baumstämme oder Träger, ebenso schwere Gewichte, beispielsweise beladene Grubenwagen, müssen an Doppelaufwerken aufgehängt werden.<sup>1)</sup>

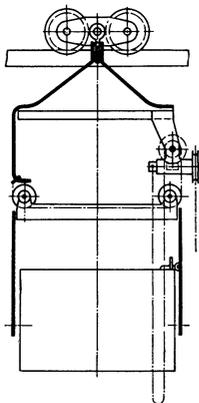


Fig. 185. Hängebahnwagen mit Aufzugvorrichtung. B. A. M. A. G.

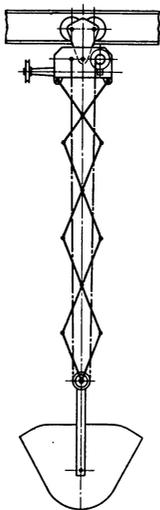


Fig. 186. Hängebahnwagen mit Aufzugvorrichtung. Beck & Henckel.

Zuweilen erhält der Hängebahnwagen eine Aufzugvorrichtung, die das Fördergefäß behufs bequemerer Beladens und Entleerens zu heben und zu senken gestattet. Die B. A. M. A. G. benutzt nach Fig. 185 einen Schraubenflaschenzug mit Krankette, an der das Gefäß mit einer losen Rolle an jedem Ende hängt.

Fig. 186 gibt eine neue Konstruktion der Firma Beck & Henckel. Die alte Anordnung leidet an dem Übelstande, daß, wenn die Schiene hoch über dem Fußboden liegt, also der freihängende Kettenstrang verhältnismäßig lang ist, das Gefäß, an dem der Mann anfassen muß, pendelt, weshalb der Wagen sich nur ruckweise vorwärts bewegt und namentlich schwer durch die Weichen zu bringen ist.

Dem wird durch eine ausziehbare Schere abgeholfen, die sich mit der Vertikalbewegung des Gefäßes selbsttätig verlängert oder zusammenzieht. Der Abstand ihrer Befestigungspunkte am Wagen gibt eine genügende Basis für die Übertragung der Horizontalkräfte ab, die am Gefäße angreifen, so daß in der Bewegungsrichtung eine starre Verbindung geschaffen ist, die ein Pendeln unmöglich macht. Die aus leichten Flachstäben hergestellte Schere vergrößert das tote Gewicht nur wenig, z. B. bei einem Wagen von 750 kg Nutzlast und bei 5 m Höhe von Fußboden bis Laufschiene um 30 kg.

Das Hebewerk ist ein durch Haspelrad betätigter Schraubenflaschenzug mit zweigängiger Schnecke und Drucklagerbremse. Auf der Schneckenradwelle sitzen zwei Kettenräder für Gallsche Kette, denen lose Rollen am Lastgehänge entsprechen.

Hängebahnwagen mit elektrisch angetriebener Winde sind in dem Abschnitt über Kranlaufkatzen (Kap. 10) behandelt.

<sup>1)</sup> Vgl. D.R.P. 196884 (Pohlig), 193601 und 197179 (Bleichert).

### e) Der Antrieb mit Zugseil.

Der Antrieb des Zugseiles geht von einer senkrechten oder wagerechten Welle aus, die durch Riemen und Zahnradvorgelege bewegt wird. Im Falle einer Bremsbahn treten an die Stelle des Motors eine oder mehrere Bremsen, die entweder als Bandbremsen mit Handbedienung oder als Pumpen ausgeführt sind. Letztere pressen das Wasser durch eine Öffnung hindurch, deren Weite ein von dem Zugseil beeinflusster Regulator verstellt, so daß die Seilgeschwindigkeit konstant bleibt. Auch Windräder werden hier und da angewandt.

Gewöhnlich wird der Antrieb nach Fig. 187 angeordnet, mit zwei- oder dreifacher Umschlingung der Antriebsstrommel  $A$  und einer bzw. zwei Gegenscheiben  $G$ . Der Umschlingungswinkel  $\alpha$  ist dabei ungefähr  $2 \cdot 1,4\pi$ , bzw.  $3 \cdot 1,4\pi$ . Bei kleinen Entfernungen genügt eine einrillige Antriebs-scheibe mit halber Umschlingung ( $\alpha = \pi$ ). Die Scheiben werden mit Leder ausgefüttert. Die übertragbare Umfangskraft ist

$$P = S_1 - S_2,$$

worin  $S_1 = S_2 \cdot e^{\mu\alpha}$ .

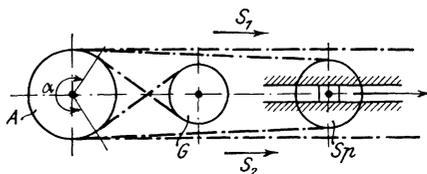


Fig. 187. Drahtseilbahnantrieb.

**Tabelle 7.**

Zugseile von Felten & Guilleaume.

Draht- stärke $\delta$ (mm)	Seile aus 6 Litzen zu 7 Drähten und 1 Hanfseele			Seile aus 6 Litzen zu 12 Drähten und 1 Hanfseele		
	Seildurch- messer $d$ (mm)	Gewicht $q_s$ an- genähert (kg/m)	Berechnete Bruchfestig- keit für $k_z = 18000$	Seildurch- messer $d$ (mm)	Gewicht $q_s$ an- genähert (kg/m)	Berechnete Bruchfestig- keit für $K_z =$ 18000 kg/qcm
1,0	9	0,31	5940	13	0,55	10230
1,1	10	0,38	7180	14	0,65	12300
1,2	11	0,45	8550	15	0,77	14650
1,3	12	0,53	10000	16	0,90	17200
1,4	13	0,62	11600	18	1,05	19940
1,5	14	0,70	13350	19	1,20	22900
1,6	15	0,80	15200	20	1,40	26030
1,7	16	0,90	17150	21	1,55	29300
1,8	17	1,02	19200	23	1,75	32900
1,9	18	1,13	21400	24	1,95	36750
2,0	19	1,25	23700	26	2,15	40680

Anmerkung: Die Seile werden aus Gußstahldraht von  $K_z = 12000$ , 14000, 16000 und 18000 kg/qcm Zugfestigkeit hergestellt.

Bei Benutzung dieser Formel macht sich die Unsicherheit bezüglich des Reibungswertes  $\mu$  sehr stark geltend. Bei Transmissionen hat Kammerer  $\mu$  bis zu 0,6 beobachtet<sup>1)</sup>, indessen darf für Seilbahnen ein ähnlich hoher Wert wohl nur bei sehr günstigen Verhältnissen zugrunde gelegt werden. Im allgemeinen wird es sich empfehlen, mit Rücksicht auf das Schmieren und Naßwerden der Seile, sowie auf die beim Anlaufen auftretende Mehrbeanspruchung nur mit einem geringen Bruchteil, etwa einem Fünftel dieses Wertes zu rechnen.

Die Gewichtsspannvorrichtung für das Zugseil wird möglichst an die Stelle der geringsten Spannung gelegt, sofern nicht konstruktive Gründe dagegen sprechen. Unmittelbare Wirkung auf das von der Antriebscheibe ablaufende Trum ergibt die in Fig. 187 angedeutete Anordnung, die außer der Spanscheibe *Sp* eine lose Scheibe auf der Welle der Antriebstrommel *A* erfordert. Beide Scheiben werden gespart, wenn die Gegenscheibe am anderen Ende der Bahn verschiebbar gemacht wird.

Bei Bahnen von sehr großer Länge ist der Zugseiltrieb in mehrere Teile zu zerlegen, damit das Seil nicht zu starke Beanspruchung erhält. Der Wagen muß auf einer Hängebahnschiene um die Antriebsvorrichtung herumgeleitet werden.

In Kurven wird das Zugseil durch Rollen abgelenkt. Ob die Wagen an dieser Stelle vom Seil gelöst und von Hand an der Knickstelle vorbeigeschoben werden müssen oder am Seil bleiben können, hängt von der Ausbildung der Kuppelvorrichtung ab.

Fig. 188 zeigt eine eigenartig ausgebildete Kurvenstation, die in eine Kohlenförderbahn eingeschaltet ist und gleichzeitig dazu benutzt wird, um die leer zur Grube zurückkehrenden Wagen von einer Halde aus mit Bergen als Versatzmaterial zu beladen. Es ist deshalb die Möglichkeit vorgesehen, durch eine ausrückbare Vorrichtung die leeren Wagen vor der Kurve abzukuppeln und auf ein Nebengleis zu leiten, wo die Kästen auf Untergestelle abgesetzt und zur Halde gefahren werden. Die gefüllten Wagen kehren über eine Weiche wieder auf das Hauptgleis zurück, wo sie sich mit dem Seile kuppeln. Werden keine Berge gefördert, so durchlaufen sämtliche Wagen die Kurve selbsttätig.

Zur Kupplung des Wagens mit dem Zugseil wurden früher, namentlich für starke Steigungen, vielfach Knoten benutzt, die aber wegen ihrer schädlichen Wirkung auf das Seil jetzt allgemein durch Klemmvorrichtungen ersetzt sind. Letztere bestehen aus zwei Backen, die das Seil umschließen und durch Schrauben oder Hebel gegen-

<sup>1)</sup> Versuche mit Riemen- und Seiltrieben, Z. d. V. d. I. 1907, S. 1093.

einander gepreßt werden. Keile und Exzenter können ebenfalls als Übersetzungsmittel in Frage kommen.

Schrauben ergeben zwar starke Übersetzung und bringen daher selbst bei kleiner äußerer Kraft die erforderliche Klemmwirkung

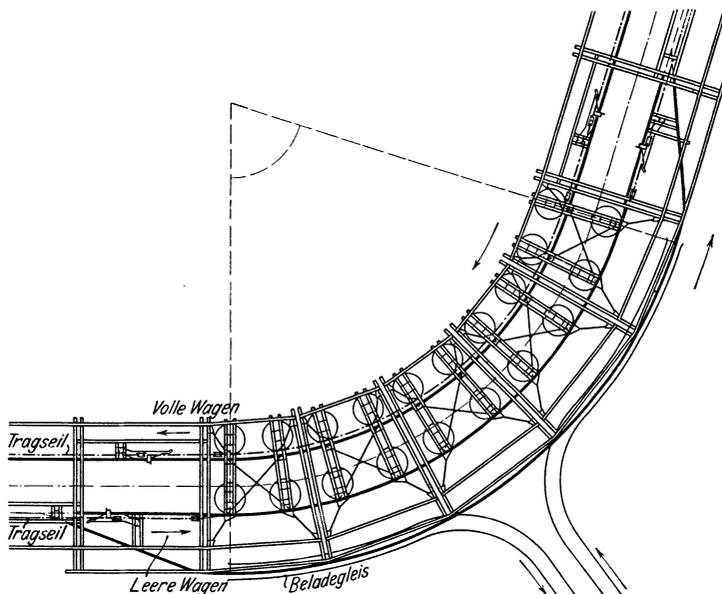


Fig. 188. Kurvenstation in der Drahtseilbahn der Zeche Dannenbaum bei Bochum. Bleichert.

hervor, lassen aber nur geringe Verschiebung der Backen zu, so daß die selbsttätige Einführung des Seiles in das geöffnete Maul Schwierigkeiten begegnet. Der von Pohlig benutzte Obachsche Kuppelapparat (Fig. 189) umgeht diese Schwierigkeit durch Anwendung von zweierlei Gewinde.<sup>1)</sup> Zu Anfang der Drehung der Welle *a* wirken der Gewindengang *b* und das feine Gewinde *c* gleichzeitig, so daß die Klemmbacken *d* und *e* einander rasch genähert werden. Wenn sie das Seil berühren, ist das Gewinde *b* abgelaufen, und das feine Gewinde *c*, das weit größere Klemmkraft auszuüben imstande ist, führt allein den Schluß herbei. Selbsttätiges Ein- und Auskuppeln geschieht in der Weise, daß die als Belastungsgewicht für den Kuppelhebel

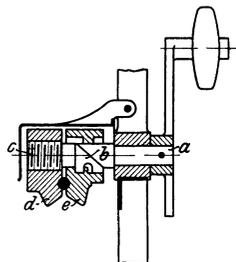


Fig. 189. Obachscher Kuppelapparat.

<sup>1)</sup> D.R.P. 108589.

dienende Rolle gegen passend geformte Schienen läuft und so die Drehung einleitet, worauf der Schwanz des Kuppelhebels gegen einen festen Anschlag stößt und das Gewicht in die Endstellung herumwirft. Das Zugseil wird an der Kuppelstelle durch Druckrollen genau geführt, so daß es sich zwischen die Backen legen muß.

Bleichert hat sich von den Schwierigkeiten, die sich hier aus der geringen Größe der für die Bildung des Klemmschlusses zur Verfügung stehenden mechanischen Arbeit ergeben, durch Benutzung des Gewichtes der Last zum Ankuppeln vollkommen frei gemacht.<sup>1)</sup> Nach Fig. 190 und 191 ist das Wagengehänge *G* an einem in dem Gleitschuh *S* gelagerten Zapfen *M* befestigt und wirkt

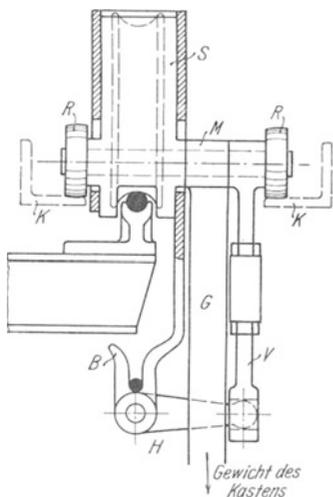


Fig. 190. Schematische Darstellung des Bleichertschen Kuppelapparates „Automat“ für Unterseil.

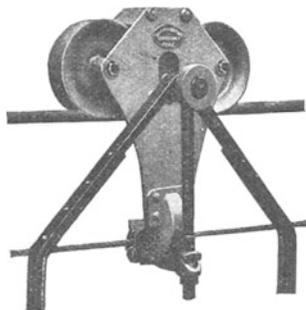


Fig. 191. Bleichertsches Laufwerk mit Kuppelapparat für Unterseil.

mittels einer Druckstange *V* auf den Hebel *H*, der mit der Backe *B* aus einem Stücke besteht. In der gezeichneten Lage ist die Seilklemme geschlossen. Wenn dagegen das Gehänge mit den Röllchen *R* durch Auflaufen auf die Kuppelschienen *K* gegenüber dem Laufwerk angehoben wird, so öffnen sich die Backen. Senken der Schiene *K* hat Schluß der Klemmbacken zur Folge. Durch Anwendung schräger Schienen, auf welche die Rollen *R* auflaufen, wird der Kuppelvorgang vollkommen selbsttätig gestaltet. Ein besonderer Vorzug des Bleichertschen Apparates ist, daß er Seile, die im Durchmesser um mehrere Millimeter variieren, mit gleicher Sicherheit faßt und daher im Laufe des Betriebes nur selten nachgestellt zu werden braucht.

<sup>1)</sup> D. R. P. 95537.

Verschiedentlich sind Versuche gemacht worden, den Klemmschluß in Steigungen zu verstärken, unter Benutzung der hierbei auftretenden Schrägstellung bzw. Drehung des Gehänges<sup>1)</sup>, indessen ist der Wert der meisten derartigen Einrichtungen zweifelhaft, weil das ständige Arbeiten des Kuppelapparates, das durch die wechselnden Seilneigungen hervorgerufen wird, einen rascheren Verschleiß sowohl des Apparates wie des Seiles herbeiführen muß.

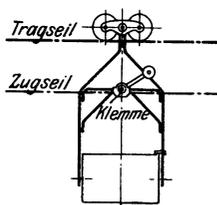


Fig. 192. Anbringung des Kuppelapparates am Gehänge.

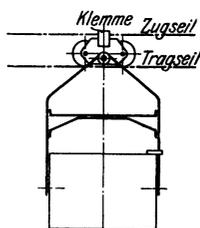


Fig. 193. Anbringung des Kuppelapparates am Laufwerk bei obenliegendem Seil.

Zur Anbringung des Kuppelapparates wählte man früher allgemein einen Punkt am Gehänge, an dem sich die Versteifungseisen treffen (Fig. 192). Diese Anordnung ist insofern nicht günstig, als in Steigungen das Gehänge durch den Seilzug an der natürlichen senkrechten Einstellung gehindert wird. Bleichert hat zuerst den Kuppelapparat in das Laufwerk und das Zugseil über das Tragseil gelegt (Fig. 193), eine Anordnung, die bei überhöhten Backen das Umfahren von Kurvenrollen in beiden Richtungen ohne Lösen der Kupplung gestattet (Fig. 177, 178 und 194). Bei großem Fahrwiderstande, also insbesondere in starken Steigungen, macht sich jedoch in störender Weise der Umstand geltend, daß der einseitig angreifende Seilzug den Wagen zu verdrehen und die Rollen seitlich aus der Bahn zu drängen sucht. Dazu kommt an Bruchpunkten der Linie unter dem Einfluß der Seilspannungen seitliches Ausschwingen des Gehänges, eine Erscheinung, die in geringerem Grade auch schon durch das Seilgewicht allein hervorgerufen wird. Deshalb verlegt Bleichert bei Bahnen in unebenem Gelände den Kuppelapparat wieder senkrecht unter das Tragseil, ohne ihn jedoch vom Laufwerk zu trennen (Fig. 195). Da bei dieser Anordnung das Moment des Seilzuges  $Pa$  das vordere Laufrad entlasten würde, so wird der Wagen, falls stärkere Steigungen vorkommen, so aufgehängt, daß sein Gewicht ein entgegengesetzt gerichtetes Moment  $G \cdot b$  hervorruft,

<sup>1)</sup> Vgl. D.R.P. 134237 und 137301.

das zusammen mit dem Gewicht des Zugseiles jenem entgegenwirkt. Infolgedessen bleibt der Wagen auf jeder Steigung im Gleichgewicht.

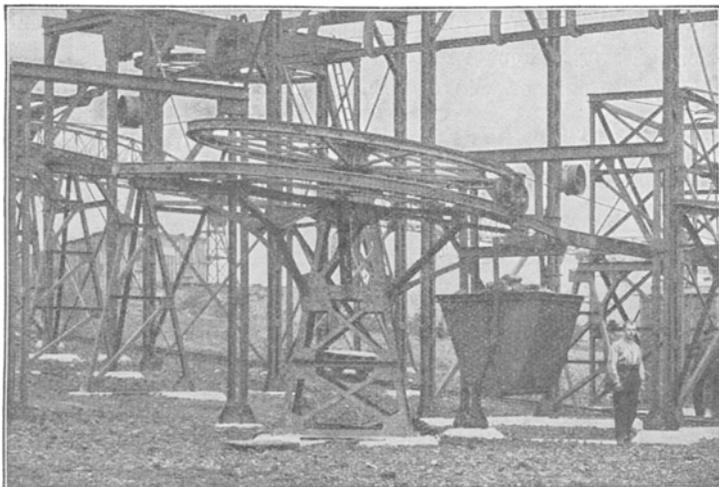


Fig. 194. Umfahren einer Kurvenscheibe mit Bleichertschem Kuppelapparat.

Kurven lassen sich mit untenliegendem Seil selbsttätig durchfahren, wenn nach D.R.P. 148010 die Unterstüzungen beider Gleise nach derselben Seite gelegt werden, so daß die Klembacken der Wagen auf beiden Strängen nach der inneren Seite der Kurve gerichtet sind und die Führung an den Ablenkrollen übernehmen.

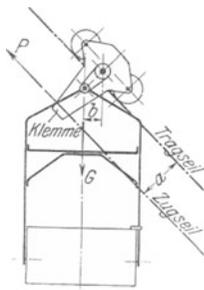


Fig. 195.  
Anbringung des  
Kuppelapparates am  
Laufwerk bei unten-  
liegendem Seil.

Wenn das Fördergefäß nicht bei jedem Umlauf vom Zugseil gelöst zu werden braucht, so läßt sich die Kupplung viel einfacher ausführen. Fredenhagen benutzt bei seinen für ganz niedrige Belastung bestimmten Bahnen Seilklemmen nach Fig. 196 und 197, bestehend aus einem gebogenen Flacheisen, das durch einen Schlitz der Hängeschiene scherenförmig hindurchtritt und mit Stellschraube festgehalten wird. Kurven werden in der Weise genommen, daß der Wagen mit seinen Laufrollen auf die Leitscheibe

des Zugseiles auffährt und, darauf stillstehend, mitgenommen wird, während sich Zugseil und Seilschloß in eine Rille der Scheibe legen.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> D.R.P. 163208.

Bei Krümmungen nach der den Laufrollen abgekehrten Seite legt sich eine am Wagengehänge angebrachte Tragnase *N* auf die Scheibe auf, während die Rollen frei schweben. Es ist auf diese Weise möglich, Kurven kleinsten Halbmessers (bis 0,5 m) sowohl bei rechtsseitiger wie bei linksseitiger Ablenkung zu durchfahren.

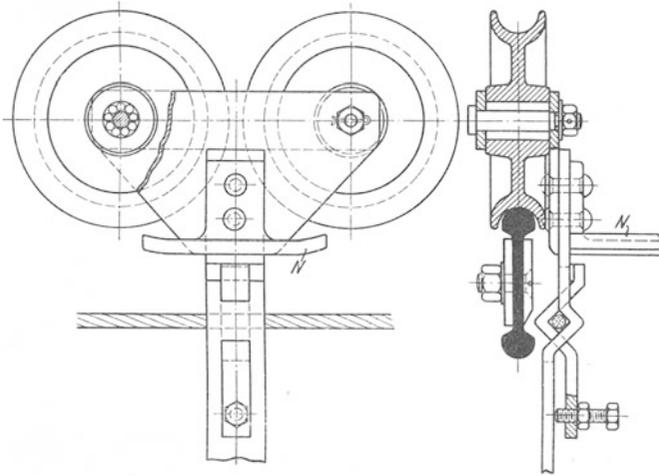


Fig. 196 und 197. Einfaches Laufwerk mit fester Klemme nach Fredenhagen.

#### d) Der Antrieb mit Kette.

Kettenantrieb kommt nur bei langsam laufenden Förderern in Frage, deren Förderelemente fest mit dem Zugmittel verbunden werden. Da die Kette um kleinere Radien gebogen werden kann als das Seil, so ist eine Ablenkung in verschiedene Ebenen konstruktiv leichter durchführbar. Ein weiterer Vorzug ist, daß infolge des Fortfalls der mehrfachen Umschlingung der Antriebs-trommel, die bei Seilen nur unter besonderen Umständen, z. B. bei sehr kleinen Umfangskräften, fehlen kann, die Förderschalen an dieser Stelle ohne Lösung vom Zugmittel durchgehen können. Dagegen pflegen Kettenförderer teurer auszufallen als solche mit Seil. Ausgedehnte Anwendung haben die Kettenhängebahnen für den Transport kleiner Einzellasten, wie Glasgefäße, Ziegelsteine u. dgl., gefunden. Da die Förderschalen schaukelartig aufgehängt werden, so hat sich für derartige Anlagen der Ausdruck „Schaukelförderer“ eingeführt.

Anwendbar sind alle Ketten, die eine Biegung nach zwei Richtungen gestatten, also beispielsweise die gewöhnliche Krankette. Den Vorzug verdienen jedoch der geringeren Abnutzung wegen Ketten

mit großen Auflageflächen, also insbesondere die Stotz'sche Kreuzgelenkkette<sup>1)</sup>, die auch eine bessere konstruktive Durchbildung der Verbindung zwischen Kette, Laufwerk und Förderschale zuläßt.

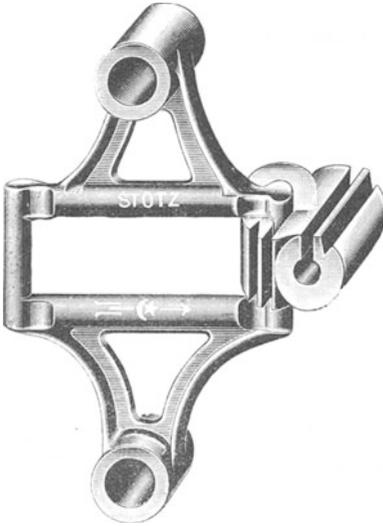


Fig. 198. Befestigungsglied der Kreuzgelenkkette.

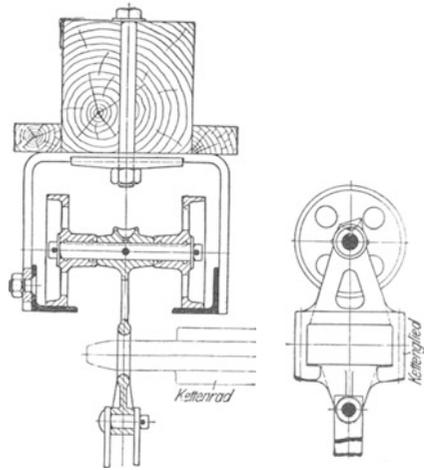


Fig. 199 und 200. Laufwerk des Stotz'schen Schaukelförderers.

Die Befestigungsglieder werden von Stotz nach Art der Fig. 198 ausgeführt, mit zwei Naben, deren obere, wie die Detailzeichnung des Laufwerks, Fig. 199 und 200, erkennen läßt, einen Schmiernapf erhält.

Die Laufachse ist in der Nabe des Befestigungsgliedes durch einen Stift gesichert und oben genietet, so daß das in der Mitte zugeführte Öl seitlich nach den Rollen fließt. Der Ölbehälter (Fig. 201 und 202) steht an beliebiger Stelle des Kettenstranges. Der ausfließende Schmierstoff, dessen Menge durch einen Hahn oder irgendeine vom Förderer beeinflusste selbsttätige Vorrichtung geregelt wird, tränkt einen zwischen zwei Blechschilde geklemmten Filzstreifen. Beim Vorübergehen legt sich die Wand des in der Kettengliednabe ausgesparten Schmier-

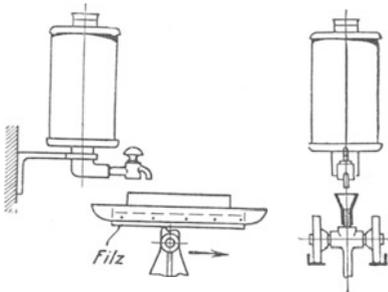


Fig. 201 und 202. Schmiervorrichtung.

selbsttätige Vorrichtung geregelt wird, tränkt einen zwischen zwei Blechschilde geklemmten Filzstreifen. Beim Vorübergehen legt sich die Wand des in der Kettengliednabe ausgesparten Schmier-

<sup>1)</sup> Vgl. Band I, S. 23.

näpfchens mit leichtem Druck dagegen und streift so das Öl tropfenweise ab.

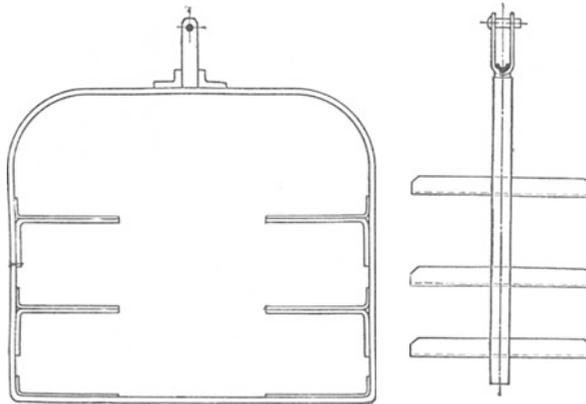


Fig. 203 und 204. Förderschale.

Die Förderelemente werden in Form von ein oder mehrgeschossigen Tragschalen aus Flacheisenbügeln und Blechen hergestellt (Fig. 203 und 204) und nach zwei Richtungen pendelnd an der Kette befestigt.

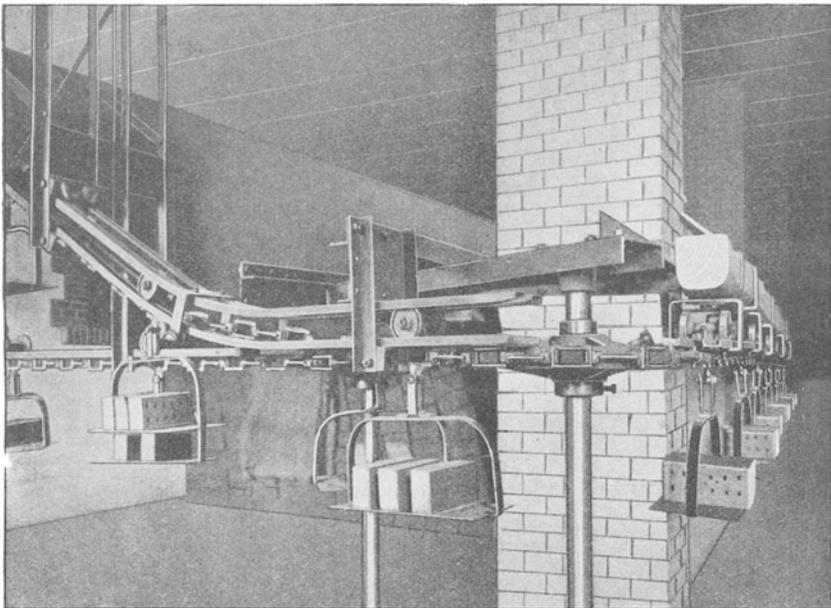


Fig. 205. Stotzscher Schaukelförderer.

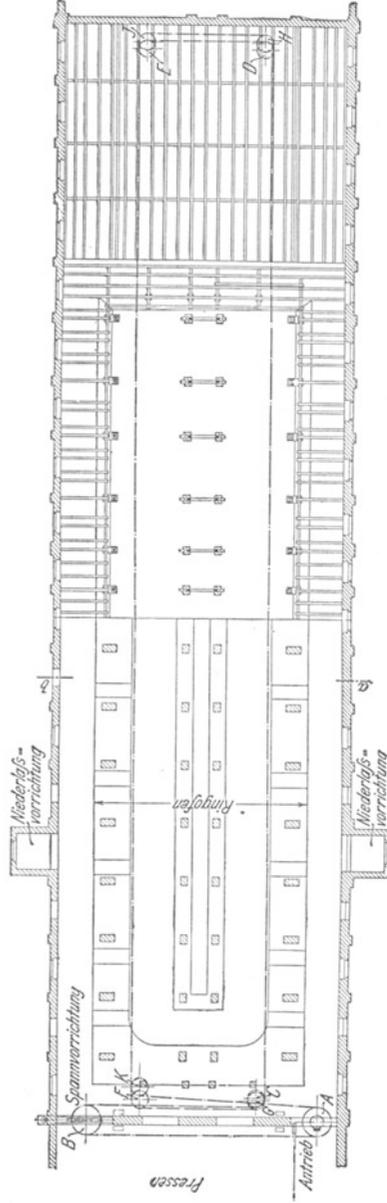
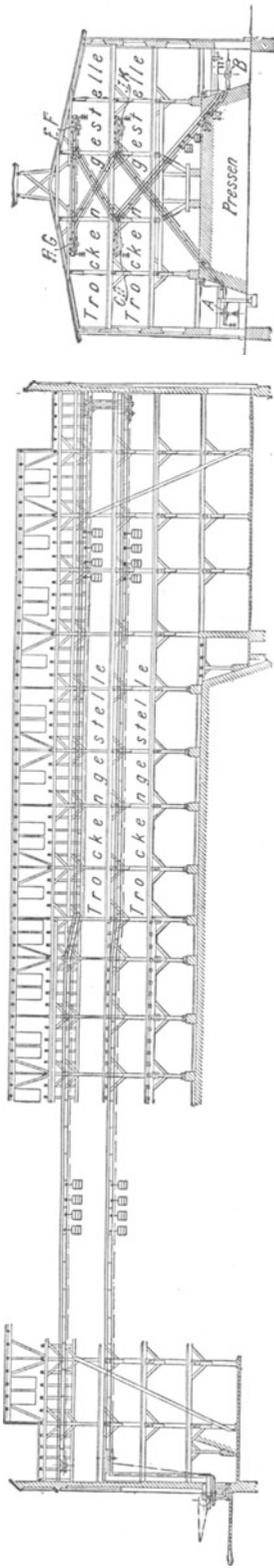


Fig. 206—208. Stotzcher Schaukelförderer für Ziegeltransport.

Der Förderer läuft auf L- oder C-Eisenschienen. Ablenkungen in der senkrechten Ebene werden meist durch Krümmung der Laufbahn, Richtungswechsel in der Wagerechten dagegen stets mit Hilfe von Leiträdern überwunden (vgl. Fig. 205). Zum Antrieb dient ein größeres Rad mit senkrechter Welle, die durch ein Schnecken- oder Kegelradvorgelege bewegt wird. Die Spannung in der Kette wird durch Gewichte unveränderlich gehalten.

Eine charakteristische Schaukelfördereranlage für eine Ziegelei ist in Fig. 206 bis 208 wiedergegeben. Bei Verfolgung des Förderweges ist zu beachten, daß die Leitrollen mit Buchstaben in alphabetischer Reihenfolge bezeichnet sind.

Der Förderstrang wird auf dem Wege zwischen der Antriebscheibe *A* und der Spannscheibe *B* mit den von den Pressen kommenden frischen Steinen beladen und dann innerhalb der Giebelwand unter  $45^\circ$  in die Höhe und in der Längsrichtung des Gebäudes zwischen den Trockengestellen hindurchgeführt, wo die Steine abgenommen werden. An der hinteren Giebelwand angekommen, steigt der Förderer zwischen den Scheiben *D* und *E* in das nächste Stockwerk hinauf, um dieses der Länge nach zweimal zu durchziehen und schließlich zwischen *H* und *J* wieder zum unteren Stockwerk zurückzukehren, an dessen zweiter Längswand der Förderer nunmehr entlanggeht. Nach abermaligem Abstieg schließt sich der Kreislauf an der Antriebsscheibe. Steine, die infolge von Überlastung der Arbeiter nicht abgenommen werden konnten, machen den Weg zum zweitenmal.

Von den Trockengestellen werden die Steine in Karren mittels Niederlaßvorrichtungen zum Ringofen befördert.

### e) Einzelantrieb.

Als Antriebsmittel kommen außer Menschenkraft nur Elektromotoren in Betracht, da es sich um sehr kleine Einheiten zu handeln pflegt. Für einschienige Bahnen mit elektrischem Einzelantrieb hat die Firma Bleichert, welche diese Bauart in Deutschland zuerst aufgenommen und zu einem hohen Grade der Vollendung durchgebildet hat, den Namen „Elektrohängebahnen“ eingeführt.

Fig. 209 zeigt einen auf Kopfschiene laufenden Elektrohängebahnwagen, dessen Laufwerk dem der Drahtseilbahnwagen nachgebildet ist. Die Spurkränze eines oder beider Laufräder werden als Zahnkränze ausgeführt und von dem seitlich angebauten Motor mittels Ritzel getrieben. Eine elektromagnetisch betätigte Bremse hält den Wagen an, sobald der Strom unterbrochen wird.

Für I-Schienen kommt das Laufwerk Fig. 210 und 211 zur Anwendung. Der Motor ist zwischen die Seitenschiene gelegt und treibt

die vier nahe aneinandergerückten Laufrollen mit doppeltem Vorlege. Zwischen dem Motor und dem Unterflansch des Trägers bleibt Raum für die Schleifleitung. Ein Wagen dieser Form beansprucht

ein kleineres Durchgangsprofil, dagegen ist der zweirädrige Wagen zum Kurvendurchfahren besser geeignet.

Fig. 212 veranschaulicht den Betrieb einer Elektrohängebahn.

Steigungen von mehr als 5 bis 7<sup>0</sup>/<sub>0</sub> kann die einfache Elektrohängebahn mit Rücksicht auf die Adhäsion nicht nehmen, weshalb unter Umständen eine ziemlich beträchtliche Längenentwicklung nötig ist, um die Wagen von einem Niveau auf ein anderes zu bringen. Der gleiche Zweck läßt sich auch durch Einschaltung von

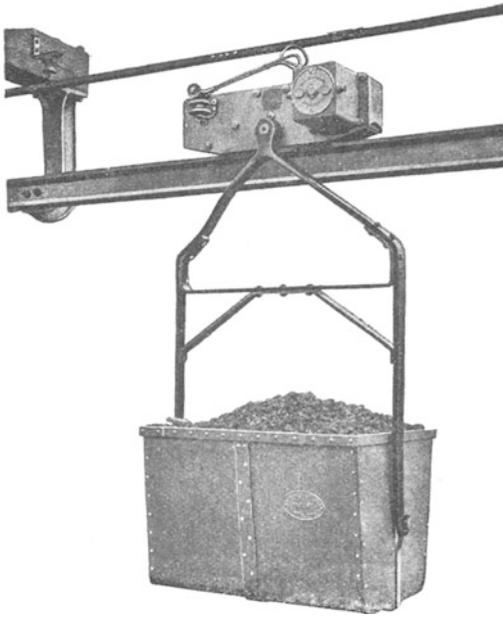


Fig. 209. Bleichert'scher Elektrohängebahnwagen auf Kopfschiene.

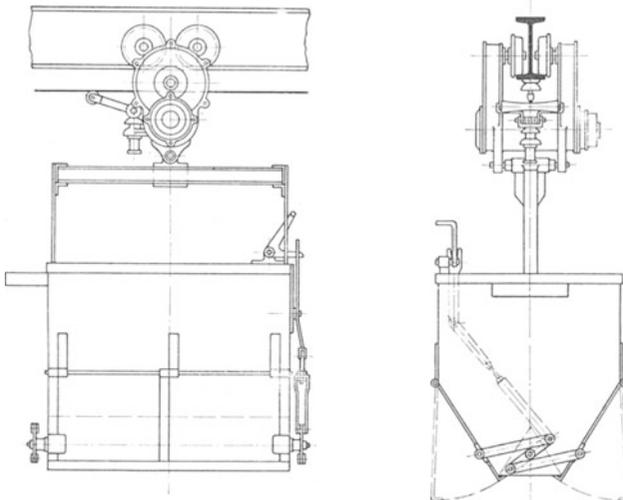


Fig. 210 und 211. Bleichert'scher Elektrohängebahnwagen auf I-Schiene.

Aufzügen erreichen, die indessen den kontinuierlichen Betrieb unterbrechen und ein Mehr an Bedienung erfordern. Ein voll-

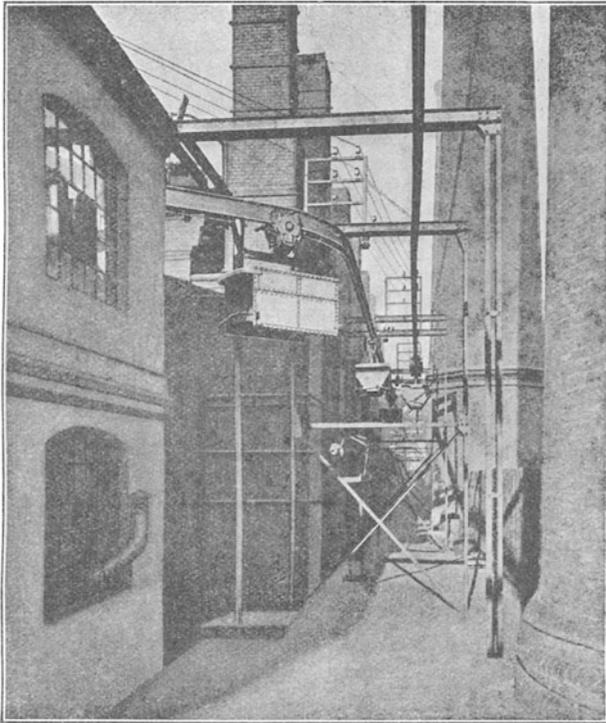


Fig. 212. Elektrohängebahn der Bethlen-Falvahütte in Schwientochlowitz.

kommenes Mittel zur Überwindung von Höhenunterschieden bildet die in Fig. 213—215 dargestellte Einrichtung.<sup>1)</sup> Die Wagen er-

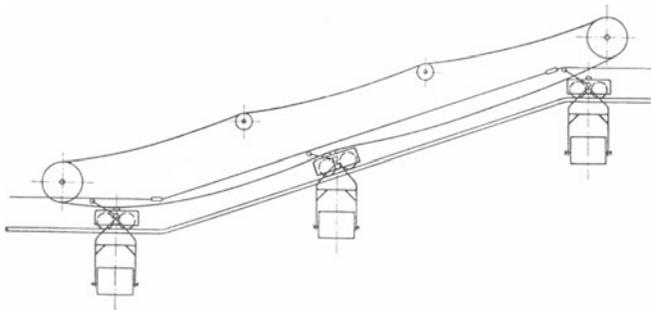


Fig. 213. Schema einer Bleichertschen Elektroseilbahn.

<sup>1)</sup> D.R.P. 177 289.

halten außer dem Motor einen normalen Seilklemmapparat und werden selbsttätig an ein stetig umlaufendes Zugorgan — Seil oder Kette — angekuppelt und die schiefe Ebene hinaufgezogen, um sich oben abzukuppeln und unter Strom weiterzulaufen. Diese Anordnung ist namentlich für Hochofenbeschickung ausgeführt worden.

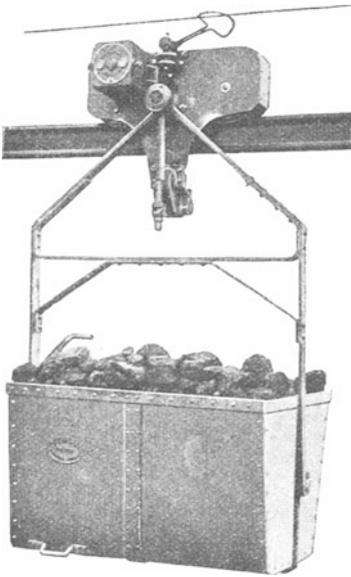


Fig. 214. Elektroseilbahnwagen.

Bei kleinen Leistungen und mäßigen Hubhöhen sind im allgemeinen Wagen mit eingebauter elektrischer Winde zum Heben der Last vorteilhafter. Derartige Konstruktionen sind in Kapitel 10 unter „Kranlaufkatzen“ behandelt.

Da die Elektrohängebahnwagen ohne Führer laufen, so ist im Interesse eines sicheren Betriebes auf Ringgleisen eine selbsttätige Steuerung notwendig, die den Zusammenstoß zweier Wagen unter allen Umständen verhindert. Bleichert erreicht dies durch ein Blocksystem, dessen Schaltung in Fig. 216 schematisch dargestellt ist.<sup>1)</sup> Die zwischen den Punkten 1 und 10 liegende Strecke der Schleifleitung ist in eine Reihe von einander isolierter Abschnitte unter-

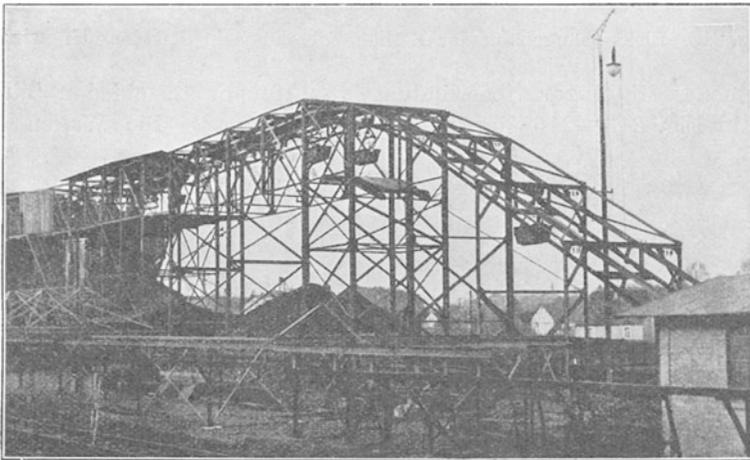


Fig. 215. Elektroseilbahn der Maximilianshütte, Rosenberg.

<sup>1)</sup> D.R.P. 184147.

teilt, deren jeder von einem in der Fahrrichtung vorn gelegenen Punkte aus seinen Strom durch die Umführungsleitung  $a b c d$  erhält, und zwar mittels zweier Schalter  $s_1$  und  $s_2$ , die jeder Wagen beim Vorübergang von der einen der beiden Hilfsleitungen  $l_1$  und  $l_2$  auf die andere schaltet. Beispielsweise hat der von rechts nach links fahrende Wagen soeben den zurückliegenden Schalter  $s_2$  von  $l_2$  auf  $l_1$  umgelegt und dadurch die Strecke 4—5 stromlos gemacht, so daß ein bei 4 ankommender zweiter Wagen zum Halten gezwungen wird. Beim Weiterlaufen dreht nun der erste Wagen den Schalter  $s_1$  auf  $l_1$  und setzt dadurch über die Leitung  $l_1$  die Strecke 4—5 wieder unter Strom, den anderen Wagen zum Weiterfahren veranlassend. Im gleichen Augenblicke wird aber durch Umschalten

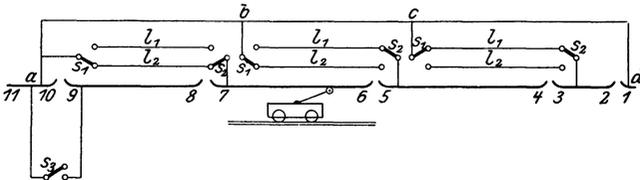


Fig. 216. Schema der Bleichert'schen Blocksicherung für Elektrohängebahnen.

von  $s_2$  die Strecke 6—7 stromlos gemacht. Der erste Wagen gelangt nun an den Punkt, wo er beladen werden soll. Hier ist ein stromloses Stück 8—9 eingelegt, auf dem der Wagen zum Halten kommt. Falls die Beladung längere Zeit beansprucht, bleibt der folgende Wagen bei 6 stehen, der darauffolgende bei 4 usw. Durch Einschalten von  $s_3$  wird dann der gefüllte Wagen in Gang gesetzt und legt bei 9 den Schalter  $s_1$  um, so daß der nächste Wagen auf die Beladestrecke vorrücken kann, eine Bewegung, die sich der ganzen wartenden Wagenreihe mitteilt.

Damit nicht zwei von verschiedenen Strängen ankommende Wagen in einer Weiche zusammenstoßen können, macht auch hier der zuerst ankommende Wagen die vor der Weiche gelegene Blockstrecke des anderen Stranges stromlos, so daß ein dort einlaufender Wagen zum Halten gezwungen wird, bis der erste genügenden Abstand hat.

In neuester Zeit sind zahlreiche Patente auf zum Teil sehr scharfsinnig ausgedachte Blocksicherungssysteme angemeldet worden, bei denen die Verstellung der Streckenschalter, statt auf mechanischem Wege durch den Wagen, mit Hilfe von Elektromagneten geschieht. Wie sich derartige empfindliche Einrichtungen bei der rauen Handhabung, die eine Transportanlage erfährt, im Dauerbetriebe bewähren werden, kann nur die Erfahrung entscheiden.

Das Befahren offener Zungen wird am besten durch Anwendung von selbsttätig sich schließenden, aufschneidbaren Weichen verhindert, doch ist auch elektrische Sicherung ausführbar.<sup>1)</sup>

Es ist möglich, bei Bahnen mit Einzelantrieb vollständig ohne Bedienung auszukommen, wenn man auch die Beladung der Wagen selbsttätig geschehen läßt. Das Prinzip einer derartigen, der Firma Bleichert patentierten Einrichtung ist folgendes<sup>2)</sup>: Der Wagen fährt an der Beladestelle auf einen Waghebel auf, hält hier in bekannter Weise selbsttätig an und schaltet gleichzeitig einen Elektromotor ein, der eine das Material aus dem Behälter stetig abziehende Schnecke treibt. Hat die Ladung ein bestimmtes Gewicht erreicht, so senkt sich der Waghebel, wobei er den Motor der Schnecke aus- und den Fahrmotor des Wagens einschaltet, so daß dieser seinen Weg fortsetzt und der nächste Wagen vorrücken kann.

Dem Elektrohängebahnwagen einen Führer mitzugeben, empfiehlt sich nur in Ausnahmefällen, beispielsweise dann, wenn nur ein einziger Wagen auf der Bahn verkehrt und sowohl zum Beladen wie zum Entleeren Bedienung nötig ist.

#### f) Förderleistung und Kraftverbrauch.

Die Anzahl der in einer Stunde geförderten Einzellasten berechnet sich, wenn  $t$  das Zeitintervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden Lasten bedeutet, mit den Bezeichnungen und Formeln von S. 1 und 2 zu:

$$u = \frac{3600}{t} = \frac{3600 v}{a}.$$

Wird Schüttgut transportiert, so ist die Förderleistung:

$$Q = 3,6 \frac{g}{t} = 3,6 \frac{g \cdot v}{a} \quad (\text{t/st}).$$

In beiden Formeln ist der letzte Ausdruck nur bei Ringbetrieb anzuwenden.

Die Fahrgeschwindigkeit  $v$  beträgt bei Bahnen mit Zugseil, falls das Ankuppeln von Hand erfolgt, 1,0 bis 1,5 m/sek. Selbsttätige Kuppelapparate gestatten Erhöhung der Geschwindigkeit auf 2,5 bis 3 m/sek. Elektrohängebahnen können Geschwindigkeiten bis zu 3 m/sek erhalten. Wenn enge Kurven vorkommen, z. B. beim Umfahren von Leitscheiben am Seil, muß jedoch die Geschwindigkeit auf 0,75 bis 1,25 m/sek ermäßigt werden, damit der

<sup>1)</sup> D.R.P. 151815.

<sup>2)</sup> D.R.P. 167925.

Wagen nicht zu weit ausschwingt. Der Winkel, um den der Wagen sich schräg stellt, folgt aus der Gleichung:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v^2}{rg}.$$

Falls die Wagen während der Fahrt beladen werden sollen, wie es bei Förderung leichter Einzellasten vorkommt, darf die Fahrgeschwindigkeit höchstens etwa 0,25 m/sek betragen.

Bei Pendelbetrieb mit Zugseil wird auf der freien Strecke  $v = 4$  bis 6 m/sek zugelassen, beim Ein- und Ausfahren in den Stationen  $v = 1$  bis 2 m/sek.

Der Wageninhalt  $g$  beträgt bei Ringbetrieb meist 300 bis 800, selten über 1000 kg; nur bei Pendelbetrieb kommen größere Lasten vor.

Der geringste Zeitabstand zwischen zwei Wagen ist etwa 20 sek, entsprechend einer Leistung von 180 Wagen stündlich; in Ausnahmefällen geht man jedoch bis zu 250 Wagen hinauf.

Für sehr hohe Förderleistungen werden vielfach Doppelbahnen ausgeführt, deren Tragseile auf gemeinsamen Stützen ruhen. Indessen sind schon bis zu 250 t/st mit einer Bahn bewältigt worden.

Bei Bestimmung des Bewegungswiderstandes ist zu berücksichtigen:

1. Der Zapfenreibungs- und Rollwiderstand der Wagen.

Bezeichnet:

- $f$  den Rollreibungskoeffizienten,
- $\mu$  den Zapfenreibungskoeffizienten,
- $d$  den Zapfendurchmesser,
- $D$  den Rollendurchmesser,
- $L$  die Bahnlänge, wagerecht gemessen,
- $G$  das gesamte von den Rollen getragene Gewicht,
- $\alpha$  den Steigungswinkel des Gleises,

so ist der Widerstandskoeffizient:

$$w_1 = \frac{2f + \mu d}{D}$$

und der Widerstand:

$$W_1 = w_1 \cdot G \cdot \cos \alpha.$$

Bei glatten Schienen kann man im Durchschnitt etwa schätzen  $f = 0,5$  mm, ferner  $\mu = 0,1$  bei neuen,  $\mu = 0,07$  bei eingelaufenen Wagen mit Fettschmierung. Für Überschlagsrechnungen genügt die Annahme:  $w_1 = 0,01$  für eine vollständig eingelaufene Bahn im Zustande der Bewegung.

Rollen- oder Kugellaufwerke weisen einen wesentlich geringeren Widerstandkoeffizienten auf als solche mit Zapfen.

Bei Ringbetrieb mit Zugseil setzt sich das von den Laufrollen der Wagen getragene Gewicht zusammen aus Nutzlast  $g$ , Leergewicht  $g_0$  des Wagens und Gewicht des Zugmittels  $= q_s$  (kg/m). Werden auch die beiden ersten Größen auf 1 m Bahnlänge bezogen, so ergibt sich:

Nutzbelastung

$$q = \frac{Q}{3,6 v} \text{ (kg/m) ,}$$

Belastung durch leere Wagen

$$q_0 = q \frac{g_0}{g} = \frac{g_0}{g} \cdot \frac{Q}{3,6 v} .$$

Die Gesamtbelastung der beiden Stränge ist demnach:

$$G = L \left[ \frac{Q}{3,6 v} \left( 1 + 2 \frac{g_0}{g} \right) + 2 q_s \right] ,$$

und die zur Fortbewegung dieser Last erforderliche Leistung

$$N_1 = \frac{w_1 \cdot G \cdot v}{75} = \frac{w_1 \cdot Q \cdot L}{270} \left( 1 + 2 \frac{g_0}{g} + \frac{7,2 q_s \cdot v}{Q} \right) . \quad (8)$$

Bei Überschreitung von Bergkuppen oder Durchfahren von horizontalen Kurven bedarf die von der Belastung durch die Seilspannung hervorgerufene Reibung besonderer Berücksichtigung.

2. Die Eigenreibung der auf den Stützen angeordneten Zugseiltragrollen.

Die Bestimmung dieses Wertes ist sehr unsicher, da es zweifelhaft ist, wieviele Rollen überhaupt zum Tragen kommen, doch tut man sicherheitshalber gut, ihn nicht ganz zu vernachlässigen.

Wird die Anzahl der Rollen, die nach Schätzung etwa mitlaufen werden, mit  $z$  und das Eigengewicht einer Rolle mit  $g_r$  bezeichnet, so folgt:

$$W_2 = z \cdot \mu \cdot g_r \cdot \frac{d}{D} . \quad (9)$$

3. Die in die Bewegungsrichtung fallende Seitenkraft des Wagen- und Zugseilgewichtes:

$$W_3 = G \cdot \sin \gamma \quad (10)$$

Der Winkel  $\gamma$  ist bei fester Schiene nach Fig. 175 zu bestimmen aus

$$\operatorname{tg} \gamma_1 = \frac{h}{l} \quad (11)$$

Bei Tragseilen kommt die von dem Seildurchhang verursachte Bahnneigung hinzu. In unmittelbarer Nähe des Auflagerpunktes gilt für die Tangente der Bahn, auf welcher der Wagen sich bei gewichtslos gedachtem wagerechtem Seile bewegt:

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{G}{H} = g_0 + \frac{g}{H} \quad . . . . . (12)$$

und für die Neigung des Seiles unter dem Einfluß des Eigengewichtes:

$$\operatorname{tg} \alpha_3 = \frac{ql}{2H} \quad . . . . . (13)$$

Die gesamte Neigung ist:

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2 + \operatorname{tg} \alpha_3 .$$

Aus den Formeln geht hervor, daß Vergrößerung der Zugseilspannung den Fahrwiderstand des einzelnen Wagens sehr herabmindert.

Die Größe von  $\operatorname{tg} \alpha_2$  und  $\operatorname{tg} \alpha_3$  ist indessen bei Ringbetrieb im allgemeinen auf den Gesamtkraftverbrauch ohne Einfluß, da die auf Steigungen und Gefällen stehenden Wagen sich gegenseitig ausgleichen. Bei Bahnen mit Ringbetrieb und Zugseil ist der durch den Höhenunterschied hervorgerufene Widerstand nach Gleichung 11 — wo jedoch zu dem Wagengewicht noch das des Zugseiles selbst hinzukommt — und die für die Hebung erforderliche Antriebsleistung aus

$$N_3 = \frac{Q \cdot H}{270}$$

zu bestimmen.

Bei Zugseilbetrieb wird der Kraftverbrauch noch weiterhin durch die Zapfenreibung der Antriebs-, Spann- und Leitrollen, sowie durch die Reibungsverluste in der Transmission ( $N_4$ ) vermehrt. Die Steifigkeit des Zugseiles dürfte in Anbetracht der großen Scheibendurchmesser keine wesentliche Rolle spielen.

Falls die Bahn abwärts fördert, ist  $N_3$  von  $N_1 + N_2 + N_4$  abzuziehen. Wird hierbei  $N$  negativ, so arbeitet die Bahn selbsttätig als Bremsbahn. Mit Rücksicht auf Zufälligkeiten ist jedoch Verbindung mit einem Motor zu empfehlen, wenn sich kein erheblicher Kraftüberschuß ergibt.

Die größte Spannung im Zugseil ist nach dem Gesagten unschwer zu ermitteln und danach der Seildurchmesser zu bestimmen. Bei Berechnung auf Zug allein wird etwa 8 bis 10fache Sicherheit angenommen.

Bedeutet:

- $i$  die Anzahl der Drähte im Seil,
- $\delta$  die Drahtstärke,
- $D$  den Scheibendurchmesser,
- $S$  die größte Belastung,

so ist nach Bach die wahre Beanspruchung

$$\sigma_z + \sigma_b = \frac{S}{i \cdot \frac{\pi}{4} \delta^2} + 800000 \frac{\delta}{D}.$$

Motor und Vorgelege sind mit Rücksicht darauf zu bestimmen, daß beim Anfahren der belasteten Bahn, namentlich bei Eis und Schnee, vorübergehend sehr große Widerstände auftreten, und daß auch infolge unregelmäßiger Zufuhr der Wagen, insbesondere bei ungleicher Besetzung des auf- und niedergehenden Stranges in Steigungen, der Kraftverbrauch den berechneten Wert zeitweise erheblich überschreiten kann.

#### g) Anwendbarkeit und Kosten.

Einschienige Bahnen haben Standbahnen gegenüber hauptsächlich folgende Vorteile:

1. Der Bedarf an Grundfläche ist ungleich geringer.
2. Ein Gelände von beliebiger Gestalt läßt sich mit Drahtseilbahnen fast immer auf dem kürzesten Wege überschreiten.
3. Steigungen bis 1 : 1 lassen sich ohne besondere Vorrichtungen überwinden.
4. Der Kraftverbrauch ist kleiner.

Die geringere Inanspruchnahme von Grundfläche ist wichtig, wenn die Bahn über bebautes, bzw. für Betriebe irgendwelcher Art benutztes Gelände führt. Wo durch herabfallende Stücke Menschen verletzt oder Betriebe gestört werden können, sind Schutznetze oder Schutzdächer anzubringen.

In Werkstätten kann die Einrichtung von Hängebahnen für leichte Teile die Beförderung der Materialien bei beschränktem Raum sehr wesentlich erleichtern.

Die Unabhängigkeit vom Gelände macht die Drahtseilbahn in gebirgigen Gegenden, beispielsweise beim Transport von Erzen von der Grube zum Schiff, zur Eisenbahn oder zum Hüttenwerk, nicht selten zu dem einzig anwendbaren mechanischen Beförderungsmittel, ebenso in solchen Fällen, wo Flüsse, Straßen und Eisenbahnen zu überschreiten sind.

Während in starken Steigungen gewöhnliche Förderwagen auf ein Untergestell gesetzt werden müssen, ist bei einschienigen Bahnen

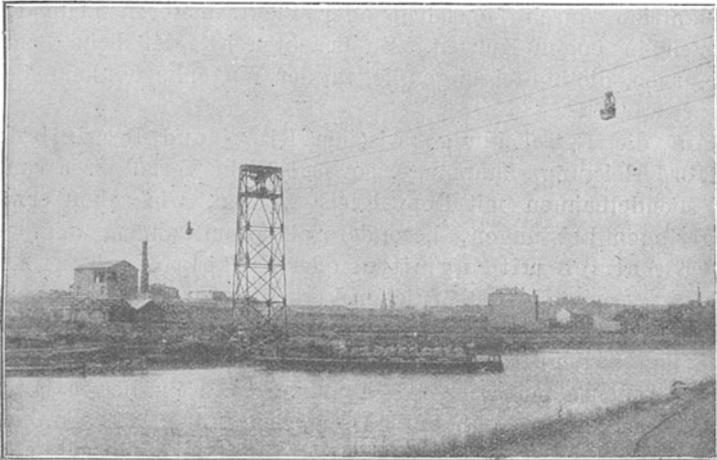


Fig. 217. Überschreitung eines Flusses mit einer Drahtseilbahn.  
Ausführung von Bleichert.

ein Übergang aus der Wagerechten in die Steigung ohne weiteres möglich, da die Fördergefäße sich immer richtig einstellen. Dieser

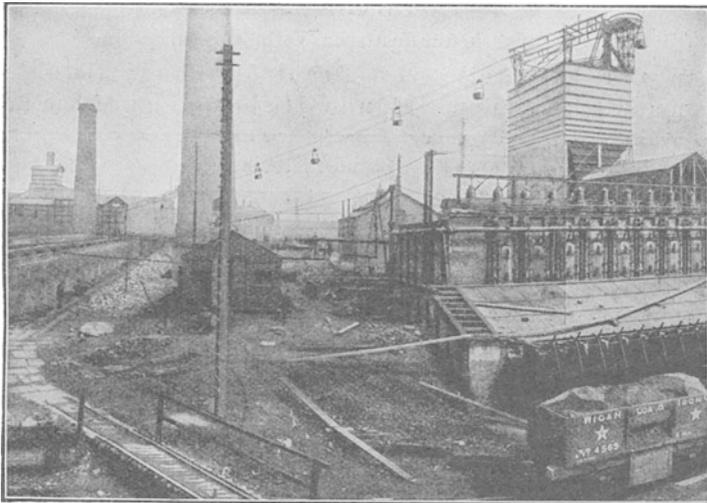


Fig. 218. Verbindung eines Kohlenförderschachtes mit dem Kohlenturm durch eine Bleichertsche Drahtseilbahn. Überschreitung verschiedener Betriebsanlagen und Bauwerke.

Umstand kommt beispielsweise beim Aufschütten von Schlackenhaldden und der Beschickung von Hochöfen in Betracht.

Der geringere Bewegungswiderstand macht sich namentlich bei Einzelantrieb durch Menschen oder Elektromotoren geltend, am stärksten in engen Kurven. Zu beachten ist, daß beim Befahren von Kurven, die in Steigungen liegen, der Wagenkasten keine Schiefstellung erfährt.

Auf die Entscheidung zwischen Ring- und Pendelbetrieb sind Förderleistung, Bahnlänge, sowie örtliche Verhältnisse von Einfluß. Pendelbahnen mit Doppelgleis werden, wie schon erwähnt, bei geringen Leistungen, besonders als Bremsbahnen, angewandt.

Ob Antrieb mit Zugmittel oder Einzelantrieb vorzusehen ist, hängt ganz von den örtlichen Verhältnissen ab. Kommen zahlreiche Kurven und Abzweigungen vor, wie es im Inneren von Betriebsanlagen der Fall zu sein pflegt, so ist Einzelantrieb vorzuziehen, ebenso bei geringer Bahnlänge, weil in diesem Falle die Endstationen einer Seilbahn zu teuer ausfallen würden. Große Bahnlänge dagegen fordert Seilbetrieb, weil im anderen Falle die Anschaffung des Wagenparkes zu teuer und der Stromverbrauch der kleinen Motoren zu hoch ist. Ferner sind Elektrohängebahnen im Nachteil, wenn häufige Steigungen vorkommen.

Über die Kosten von Bahnen mit Trag- und Zugseil macht die Firma Bleichert folgende Angaben:

**Tabelle 8.**

(Gültig für deutsche Verhältnisse.)

Kosten der Eisenteile von Drahtseilbahnen (Drahtseile, Wagen usw.) in ebenem Gelände ( $M$ ), bezogen auf 1 m Länge.

Bahnlänge ( $m$ )	Stundenleistung ( $t$ )						
	5	10	20	40	60	80	100
500	17,6	19,0	21,6	24,2	27,8	30,4	34,0
1000	12,3	13,5	15,6	18,3	21,0	23,5	26,0
2000	9,6	10,7	12,5	15,3	18,0	20,3	22,5
5000	7,9	8,9	10,5	13,0	14,3	17,7	20,2

Ausgeschlossen sind bei diesen Angaben etwa erforderliche Betriebsmaschinen, sowie die Gerüste für die Stationen, Spannvorrichtungen und Zwischenstützen nebst den zugehörigen Schrauben. Einbegriffen sind dagegen Telephon und Betriebswerkzeuge für die Stationen. Bei gebirgigem Gelände werden die Werte erheblich überschritten, können aber immerhin als Grundlage für eine Schätzung dienen.

Die Kosten für die Stützen und Endstationen sowie Errichtung der Bahnlinie können bei ebenem Gelände etwa 6 M für 1 m Bahnlänge betragen.

Die Förderkosten für 10 t sind in Tabelle 9 angegeben. Die Beträge setzen sich zusammen aus den Unterhaltungskosten, Ausgaben für Schmieröl und Putzmaterial und für Bedienung. Die Kosten der Betriebskraft, ebenso Verzinsung und Amortisation sind nicht eingerechnet.

**Tabelle 9.**Förderkosten ( $M$ ) für 10 t bei Drahtseilbahnen.

Bahnlänge (m)	Tagesleistung (t)						
	50	100	200	400	600	800	1000
500	1,7	0,9	0,63	0,40	0,33	0,30	0,27
1000	2,0	1,1	0,75	0,48	0,39	0,35	0,32
2000	2,6	1,4	0,93	0,60	0,50	0,45	0,42
5000	4,4	2,8	1,7	1,1	0,90	0,80	0,73

**h) Ausführungs-Beispiele.<sup>1)</sup>****α) Belade- und Entladestation einer Bremsseilbahn.**

(Fig. 219 bis 223).

Die Anlage dient zum Transport von Erz von der Grube nach der Eisenbahn. Sie ist deshalb als Beispiel gewählt worden, weil die Anordnung der Stationen sehr einfach und übersichtlich ist. Bei Bahnen mit Motorantrieb ist die Anordnung genau die gleiche, nur tritt an die Stelle der Bremscheiben ein Kegelradvorgelege.

Die beiden Tragseile  $a$  und  $b$  sind beim Eintritt in die obere Station (Fig. 219 und 220) auf besonders geformten sog. Ablenkungsschuhen aufgelagert, dann nach der Mitte hin zusammengeführt, damit sie die freie Durchfahrt der Wagen nicht hindern, und am Punkt  $c$ , der durch eine Strebe  $d$  gegen den Boden hin abgesteift ist, verankert. An die Auflagerschuhe schließen sich Tragschienen an, die schleifenförmig durch die Station geführt sind. Bei  $e$  kupeln sich die Wagen selbsttätig vom Zugseil ab, werden hier von einem Arbeiter in Empfang genommen und vor eine der Auslaufschrauben  $g$  des Füllrumpfes gefahren, deren Verschlusschieber durch einen Hebel geöffnet wird und die Ladung in den Wagen hineinrutschen läßt. Der Arbeiter schiebt dann den Wagen weiter

<sup>1)</sup> Die angeführten Anlagen stammen sämtlich von der Firma Adolf Bleichert & Co., Leipzig-Gohlis.

bis zur Kuppelstelle  $f$ , um darauf bei  $e$  einen neuen Wagen in Empfang zu nehmen.

Das Zugseil ist in der Station über eine mehrrillige Seilscheibe mit Gegenseibe geführt. Auf der Welle der ersteren sitzen zwei Bremscheiben, deren Bänder durch Handräder angespannt werden und je nach der Besetzung der Strecke mit Wagen, nach Wind, Schmierung und Feuchtigkeitsgrad mehr oder weniger festgezogen werden müssen, wenn die Bahn mit gleichmäßiger Geschwindigkeit

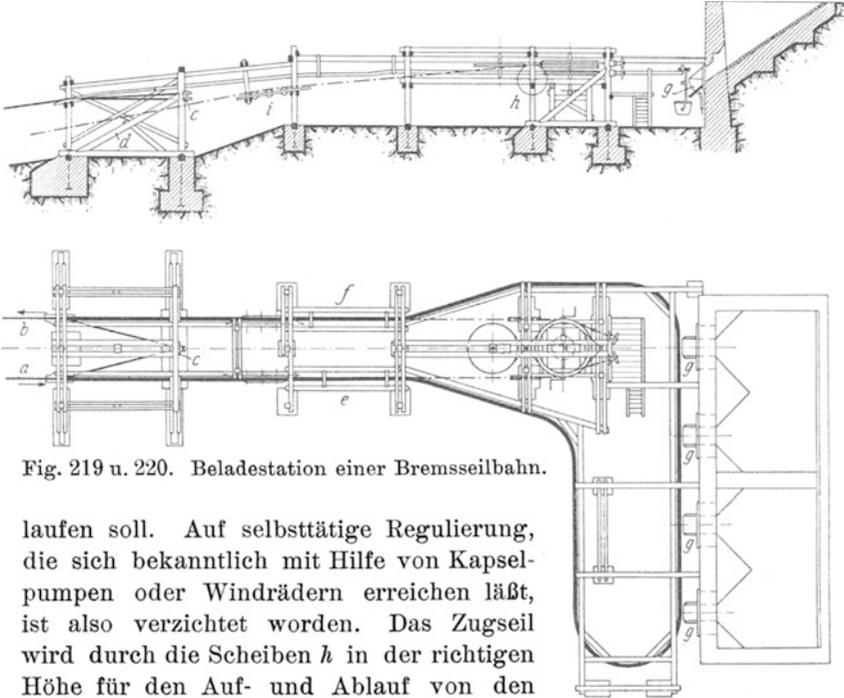


Fig. 219 u. 220. Beladestation einer Bremsseilbahn.

laufen soll. Auf selbsttätige Regulierung, die sich bekanntlich mit Hilfe von Kapselpumpen oder Windrädern erreichen läßt, ist also verzichtet worden. Das Zugseil wird durch die Scheiben  $h$  in der richtigen Höhe für den Auf- und Ablauf von den Scheiben gehalten und dann unter Zuhilfenahme der Druckröllchen  $i$  nach unten geführt, so daß es sich in die geöffneten Klemmbacken des Kuppelapparates<sup>1)</sup> einlegt.

Zum Andrehen bei unbelasteter Bahn ist auf die Bremswelle ein Kegelradvorgelege gesetzt, das durch Handkurbeln betätigt wird.

In der unteren Station (Fig. 221 bis 223) kreuzen sich die beiden Tragseile und werden durch Gewichte  $l$  gespannt, nachdem sie durch die Rollen  $m$  abgelenkt sind. Die Wagen werden von der Auskuppelstelle  $p$  aus über einen der sechs Füllrumpfe gefahren, hier durch Umkippen entleert und nach der Kuppelstelle  $q$  weiter-

<sup>1)</sup> Siehe Fig. 190.

geschoben. Damit die für die vier vorderen Rumpfe bestimmten Wagen nicht einen unnötig langen Weg zurückzulegen haben, ist der über die letzten drei Füllrumpfe sich erstreckende Teil des

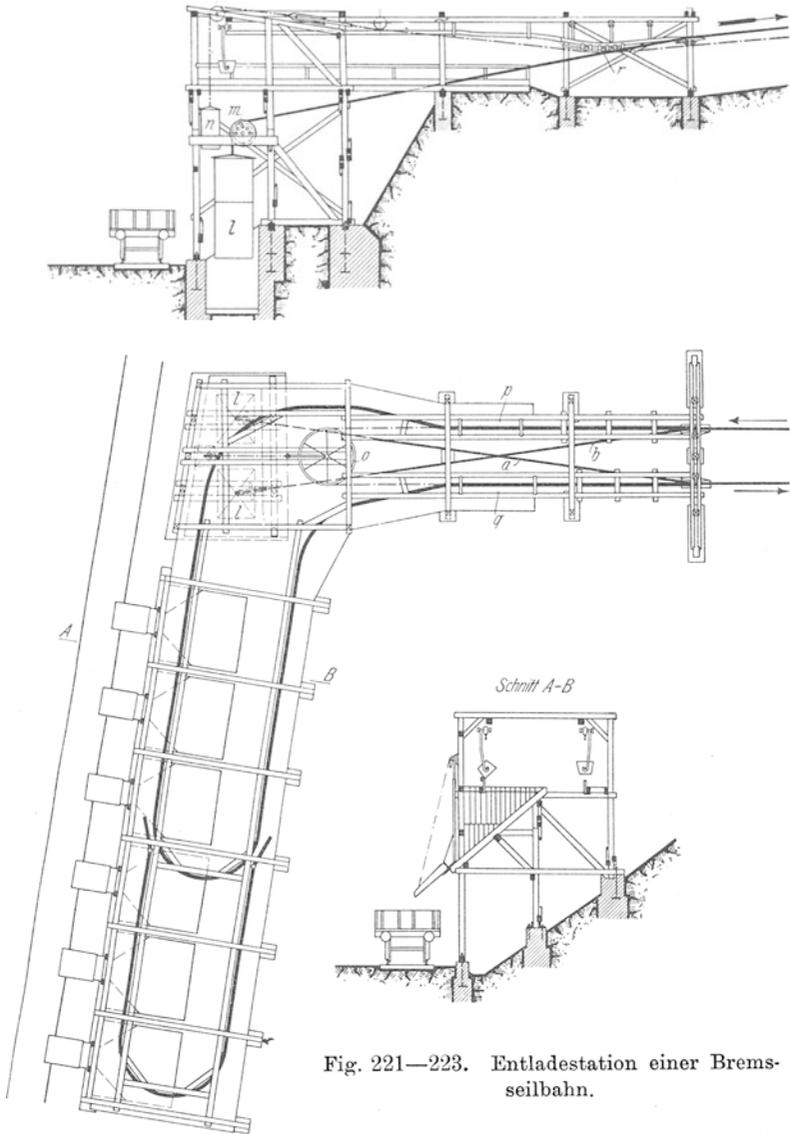


Fig. 221—223. Entladestation einer Bremsseilbahn.

Gleises durch Weichen abschaltbar gemacht. Aus den Behältern gelangt das Fördergut über niederlegbare Rutschen, wie im Schnitt A-B angegeben, in die Eisenbahnwagen.

Das Zugseil ist über die Leitscheibe *o* geführt, die auf einem

unter der Wirkung des Spannunggewichtes *n* stehenden Schlitten ihre Lagerung findet. Eine Rollenbatterie *r* vermittelt den Übergang des Seiles aus der zum Einführen in die Klemmen erforderlichen geneigten Lage in die Steigung.

**β) Bremsseilbahn mit selbsttätig durchfahrener unterer Station.**

(Fig. 224 bis 226.)

Die Anlage ist von der Firma Bleichert, gleichfalls zum Erztransport, für ein großes ausländisches Hüttenwerk errichtet worden. Es handelte sich darum, die Erze von der Mine nach dem Meere zu schaffen und dort in Dampfer zu verladen, und zwar möglichst unter Ersparnis von Arbeitskräften.

Zu dem Zweck ist ein Damm in das Meer hinausgebaut worden, an dessen beiden Seiten die Schiffe anlegen können. Auf dem Damm entlang erstreckt sich ein Eisengerüst, das die Schienen für die vollen und für die leer zurückkehrenden Wagen trägt. Auf beiden Seiten des Gerüsts liegen Schienen für eine fahrbare Verladeeinrichtung.

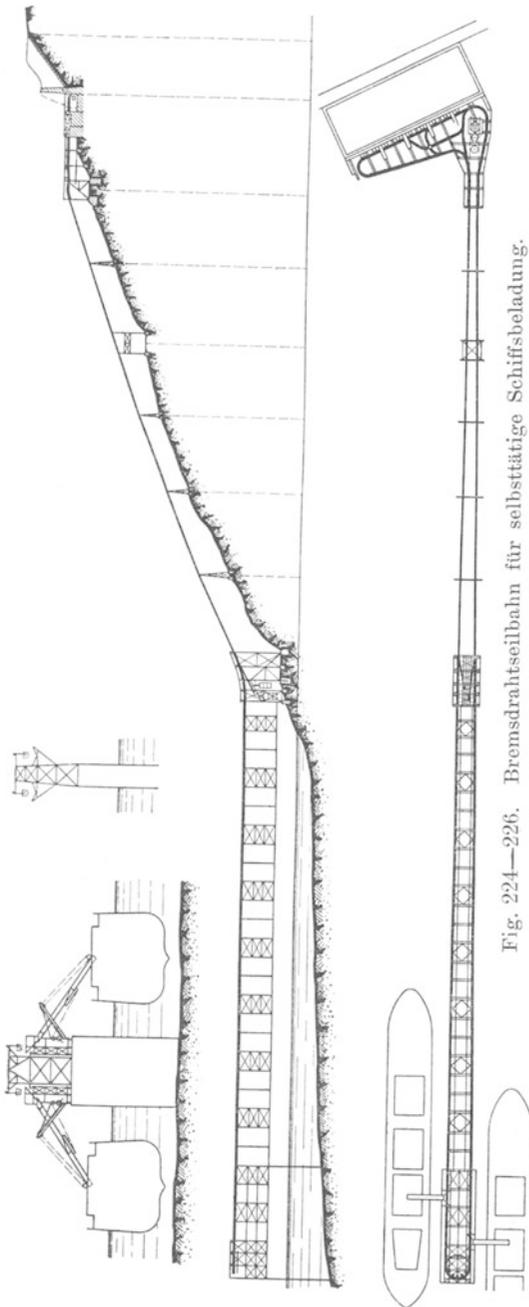


Fig. 224—226. Bremsdrahtseilbahn für selbsttätige Schiffsbeladung.

Diese besteht aus einem Füllrumpf und daran anschließenden ausziehbar und aufklappbaren Schurren, die durch eine Windevorrichtung über die Luken des Schiffes gebracht und der wechselnden Bodenhöhe angepaßt werden können. Die Wagen entleeren sich während der Fahrt durch Anstoßen an einen Anschlag selbsttätig über den Trichtern. Damit die Schiffe schnell abgefertigt werden können, ist die Bahn auf 200 t stündliche Leistung berechnet.

Am Ende des Dammes liegt eine Umführungsscheibe, die wegen ihres großen Durchmessers in Form eines durch Rollen gestützten Kranzes ausgeführt ist und von den Wagen selbsttätig umfahren wird, so daß auf der ganzen Bahnstrecke von der Beladestation zum Meer und zurück die Wagen an keiner Stelle vom Zugseil gelöst zu werden brauchen.

Die Tragseile sind, wie es das Natürlichste ist, am tiefsten Punkt der Bahn gespannt. Bei dem Zugseil war das nicht möglich, weil ja die untere Umkehrscheibe festliegt, und es ist daher an der Bremsvorrichtung am oberen Ende eine besondere Spannrolle angebracht worden. Im übrigen zeigt die obere Station, wo die Wagen aus einem Füllrumpf beladen werden, fast genau dieselbe Anordnung, wie bei dem vorher beschriebenen Beispiel.

### **γ) Bedienung eines Lagerplatzes durch eine Drahtseilbahn.**

(Fig. 227 bis 230.)

Die Gelsenkirchener Bergbau-Aktien-Gesellschaft hat die Anlage errichtet, um von ihrem Schacht Rhein-Elbe III Förderkohle, die infolge von Wagenmangel nicht sofort abgefahren werden kann, nach einem Lagerplatz schaffen, dort zu gelegener Zeit wieder aufzunehmen und zu der unmittelbar am Schacht gelegenen Separation zurückzubringen oder auch direkt in Eisenbahnwagen zu laden. Selbstverständlich läßt sich der Rücktransport nicht ohne Zuhilfenahme eines Kranes ausführen. Die Anlage ist einmal insofern interessant, als sie für eine gewisse Anwendungsform der Drahtseilbahn typisch ist — besonders auf größeren Gaswerken werden derartige Anlagen in Verbindung mit Schiffsentladekranen neuerdings ziemlich viel ausgeführt —, ferner aber auch deshalb, weil sie ein Schulbeispiel für die außerordentliche Anpassungsfähigkeit der Drahtseilbahn darstellt.

Die geförderte Kohle wird durch zwei Kreiselwipper *a* aus den Grubenhunten in einen Füllrumpf *b* gestürzt, aus dem sie unmittelbar in die Drahtseilbahnwagen fließt, die an dieser Stelle vom Zugseil gelöst und auf eine Gleisschleife übergeleitet sind. Die Wagen werden dann der Kuppelstelle zugeschoben und am Seil

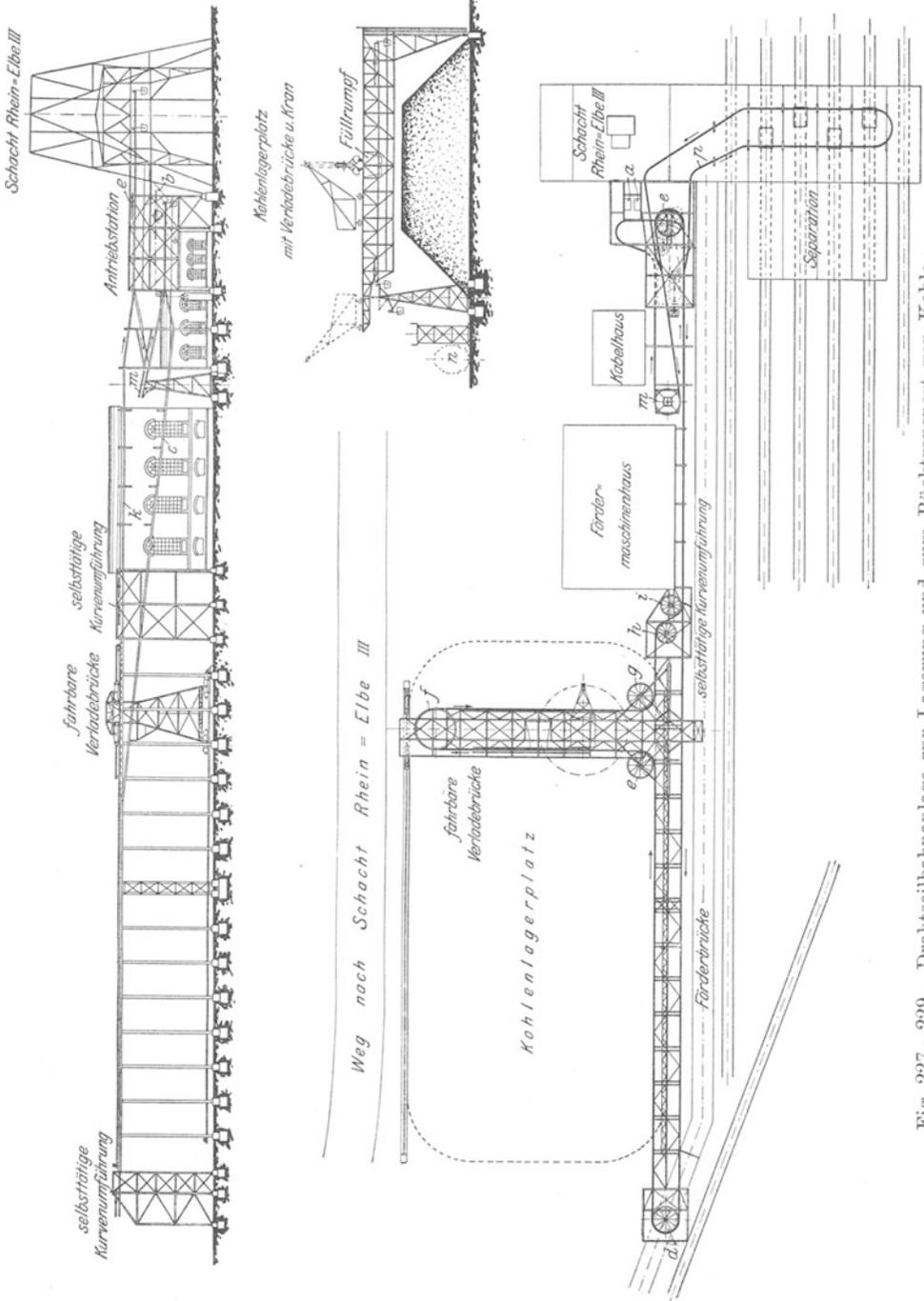


Fig. 227—229. Drahtseilbahnanlage zur Lagerung und zum Rücktransport von Kohle.

über die zwischen dem Fördermaschinenhaus und einer die beiden Schächte II und III verbindenden Förderbrücke gelegene schräge Strecke *c* auf die Höhe des am Lagerplatz entlang sich erstreckenden Gerüsts geschleppt, um die Scheibe *d* selbsttätig zu umfahren und auf die innere Schiene zu gelangen. An diese schließt sich mit zugespitzten federnden Zungen eine fahrbare Brücke an (Fig. 230), über welche die Wagen ohne Lösung vom Seil mit Hilfe dreier Kurvenscheiben *e*, *f*, *g* geführt werden. Auf der Brücke befindet sich ein Anschlag, der die Verriegelung der Wagenkasten auslöst und diese dadurch zum Kippen bringt. Da der Anschlag verschiebbar ist, so kann an jedem beliebigen Punkte des

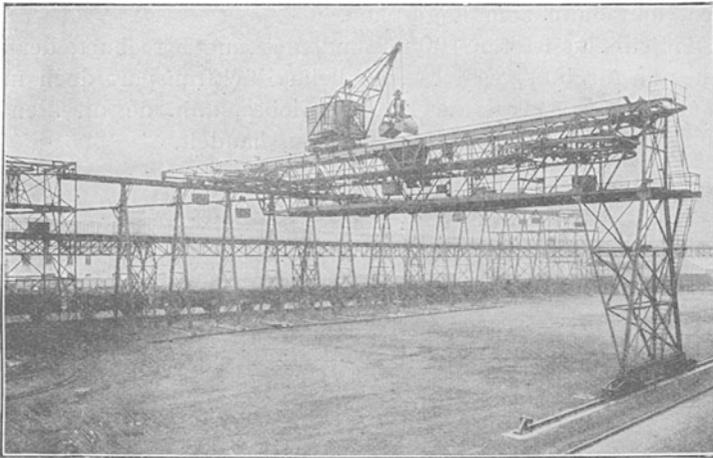


Fig. 230. Fahrbare Absturz- und Aufnahmebrücke.

Platzes Kohle abgelegt werden. Erwähnt sei, daß die Einrichtung sich auch so ausbilden läßt, daß die Brücke sich beim Übergang eines jeden Wagens selbsttätig um ein geringes Stück verschiebt, so daß die Kohle ganz gleichmäßig auf dem Platz verteilt wird. Falls ein Güteverlust durch den Sturz zu befürchten ist, so empfiehlt sich die Anbringung eines teleskopartig ausziehbaren Rohres.

Die nun folgenden beiden Kurven *h* und *i* führen die leeren Wagen in den engen Durchgangsraum zwischen Maschinenhaus und Brücke zurück, den sie auf dem senkrecht über *c* gelegenen Gleise *k* passieren. Die Wagen gelangen, indem sie die Kurvenscheiben *l* und *m* umfahren, auf einem Zickzackwege in die untere Etage der Station am Schacht zurück und werden hier von neuem aus dem Füllrumpf *b* beladen.

Beim Rücktransport tritt der auf der Verladebrücke befindliche fahrbare Drehkran in Tätigkeit, der die Kohle mit Greifer vom Platze aufnimmt und sie, wie die Querschnittszeichnung erkennen läßt, entweder in die auf dem Gleise  $n$  stehenden Eisenbahnwagen oder in einen in Brückenmitte angeordneten Füllrumpf verlädt. Aus diesem gelangt sie in die Drahtseilbahnwagen, die sich durch ausrückbare Kuppelschienen hier vom Zugseil lösen und anhalten lassen. Bei der Weiterfahrt werden die Wagen aber nun vor der Scheibe  $l$  abgekuppelt und auf das über der Separation gelegene Gleis  $p$  geführt, wo ihre Entleerung stattfindet. Am Seil fahren sie dann über  $m$  in die untere Etage, durch die sie, da hier Antrieb und Spannvorrichtung liegen, mit der Hand geschoben werden müssen, und dann zum Lagerplatz.

Die Seilbahn ist für 100 t Stundenleistung berechnet, der Kran jedoch nur für 50 t, weil es sich beim Rücktransport doch immer nur um eine Ergänzung der Hauptbetriebses, d. h. des direkten Verkehrs zwischen Schacht und Separation, handelt.

#### δ) Aufschüttung einer Halde.

(Fig. 231.)

Zur Aufschüttung von Halden kommen Drahtseilbahnen gewöhnlich in der Weise zur Anwendung, daß an die in möglichst große Höhe gelegte Endstation eine Hängeseilbahn anschließt, die auf

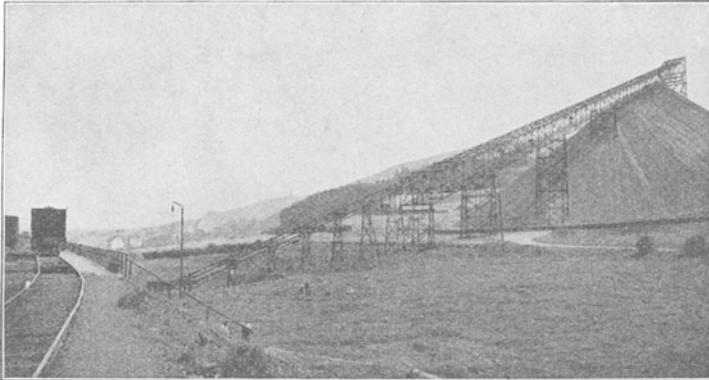


Fig. 231. Haldendrahtseilbahn der Hasper Eisen- und Stahlwerke, System Bleichert.

der Schüttung allmählich weiter vorgebaut und nach allen Seiten geschwenkt wird. Auf die erste Schüttung kommt, wenn erforderlich, eine zweite und dritte. Demgegenüber ist der Grundgedanke

des Bleichertschen Systems der Haldenschüttung<sup>1)</sup>, wie es Fig. 231 veranschaulicht, der, gleich von vornherein in die Höhe zu bauen, so daß die Schüttung sich den Abmessungen des zur Verfügung stehenden Geländestreifens entsprechend nach der Seite hin ausbreitet und kein Trimmen von Hand erforderlich wird.

Man benutzt zu dem Zwecke eine schräge Brücke, deren unterstes Stück auf Stützen gelagert wird. Die Neigung der Brücke ist zweckmäßig gleich dem Böschungswinkel des Fördergutes. Am höchsten Punkt befindet sich eine Umkehrscheibe, die in einem von Rollen getragenen Rahmen gelagert ist und daher leicht verschoben werden kann. Die Drahtseilbahnwagen fahren am Seil die Brücke hinauf, entleeren sich beim Umfahren der oberen Scheibe selbsttätig und kehren zurück, ohne an irgendeiner Stelle abgekuppelt zu werden. Unterhalb des Entladungspunktes entsteht ein Schüttkegel, der allmählich bis zur Brücke heranwächst, so daß diese auf der Schüttung selbst eine feste Unterlage findet. Nun werden ein oder zwei neue Felder angebaut und die Seilscheibe herausgeschoben. Dieses Verfahren ist so lange fortzusetzen, bis der Fuß der Schüttung an die Grenze des auszunutzenden Geländes reicht, worauf die Brücke horizontal fortgesetzt wird. Selbstverständlich kann die Brücke auch in Kurven geführt und so die Halde der Gestalt des Geländes in jeder Hinsicht angepaßt werden.

Die Abbildung zeigt eine Anlage für die Hasper Eisen- und Stahlwerke, die zur Aufschüttung granulierter Schlacke dient. Die Schlacke kommt vom Werke in Selbstentladern an und wird in einen in den Bahndamm eingebauten Füllrumpf geschüttet, den die Drahtseilbahn unterfährt. Die Leistung beträgt zurzeit etwa 70 t stündlich.

### ε) Hochofenbegichtung mit Elektroseilbahn.<sup>2)</sup>

(Fig. 232 bis 237.)

Bei der Begichtung von Hochöfen haben Drahtseilbahnen senkrechten Aufzügen gegenüber den Vorteil sehr großer Arbeitersparnis, während ihnen im Vergleich mit den amerikanischen Schrägaufzügen nachgerühmt wird, daß sie kein Stürzen und Zerbröckeln des Koks herbeiführen, vor allem aber eine ganz gleichmäßige Verteilung des Materials in dem Gichttrichter, bzw. eine ganz willkürliche Regelung des Ofenganges durch richtige Schüttung ermöglichen. Dagegen mußte man Schrägaufzügen gegenüber bisher noch den Nachteil eines größeren Bedarfes an Arbeitskräften zum Schieben

<sup>1)</sup> D. R. P. 150197.

<sup>2)</sup> Vgl. S. 123.

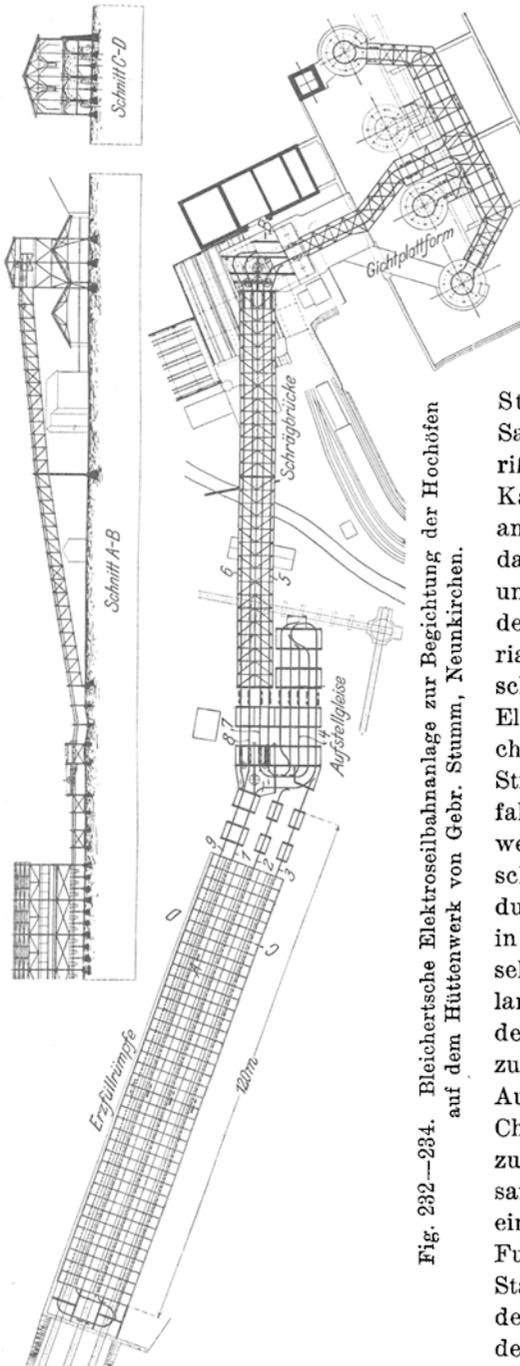


Fig. 232—234. Bleichert'sche Elektroseilbahnanlage zur Begichtung der Hochöfen auf dem Hüttenwerk von Gebr. Stumm, Neunkirchen.

der Wagen auf der Hüttensohle und auf dem Gichtplateau in Kauf nehmen, ein Mangel, der durch die Einführung des elektrischen Einzelantriebes für die horizontalen Strecken behoben ist.

Eine besonders übersichtlich und planmäßig durchgeführte Anlage ist die der Firma Gebr.

Stumm in Neunkirchen bei Saarbrücken. Wie der Grundriß zeigt, kommen Erz und Kalkstein in Eisenbahnwagen an, die auf einem Damm über das Füllrumpfgebäude geführt und hier entleert werden. Aus den Behältern fließt das Material über Rutschen mit Rundschieberschlüssen in die Elektrohängebahnwagen, welche die Füllrumpfe auf drei Strängen, 1, 2 und 3, unterfahren (Fig. 235). Die Wagen werden, nachdem der den Veranschluß bedienende Arbeiter sie durch Einrücken des Schalters in Gang gesetzt hat, zunächst selbsttätig gewogen und gelangen dann über Gleis 4, in dem die drei Beladestränge zusammenlaufen, nach den Aufstellgleisen, um hier, nach Chargen getrennt, Aufstellung zu nehmen. Die richtige Zusammenstellung wird durch einen Mann besorgt, der am Fuße der Schrägbrücke seinen Stand hat und von da die zu den einzelnen Strängen führenden Weichen bedienen kann.

Der Abstand zwischen den haltenden Wagen ist durch die Länge der Blockstrecken gegeben. Um nun die Wagen von einem bestimmten Stränge auf die Gicht gelangen zu lassen, hat der Mann an der Schrägbrücke nichts weiter zu tun, als der ersten Blockstrecke des betreffenden Gleises durch einen Schalter Strom zu geben. Der vorderste Wagen setzt sich dann in Bewegung und fährt dem Anfangspunkte der Drahtseilbahn zu, wo er sich automatisch mit dem Zugseil kuppelt und von ihm die Steigung hinaufgeschleppt wird. Während der Auffahrt dreht er einen Schalter, der den nächsten noch auf dem Aufstellgleis haltenden Wagen

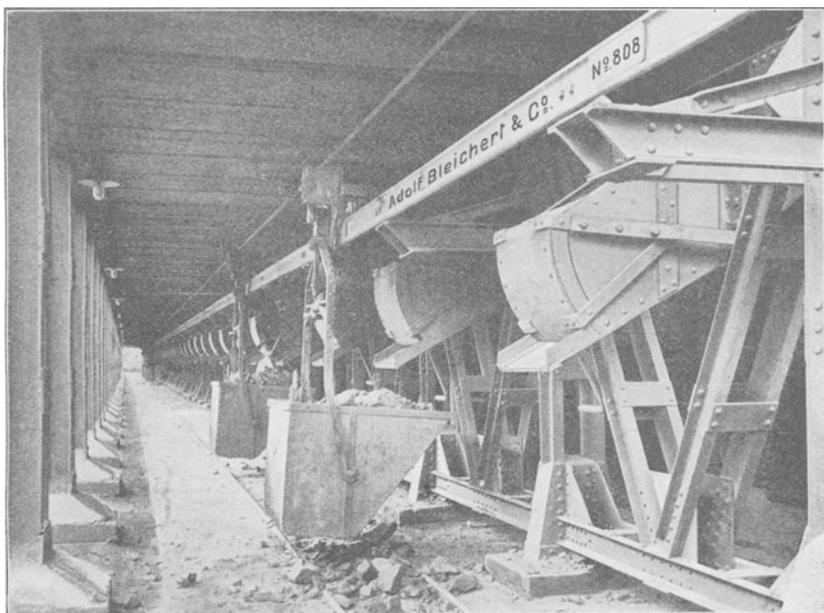


Fig. 235. Beladung der Wagen aus den Erzfüllrumpfen.

freimacht und ihn veranlaßt, in dem vorgeschriebenen Abstände nachzufolgen. Auf diese Weise ergibt sich eine ganz gleichmäßige Belastung der Drahtseilbahn. Oben lösen sich die Wagen selbsttätig vom Seil und fahren unter Strom weiter. Auf der Gichtbühne ist wieder ein Mann postiert, der die Weichen stellt und dadurch die Wagen nach den einzelnen Öfen lenkt, wo sie in die Gichtschüssel ausgekippt werden (Fig. 237). Die Wagen kehren nun zur Drahtseilbahn zurück, fahren am Seil hinunter und gelangen dann auf dem neben den Füllrumpfen entlanglaufenden Strang 9 nach dem anderen Ende des Gebäudes, wo sie von dem Quergleis

durch Einstellen der Weichen wieder auf einen der drei Beladestränge geführt werden.

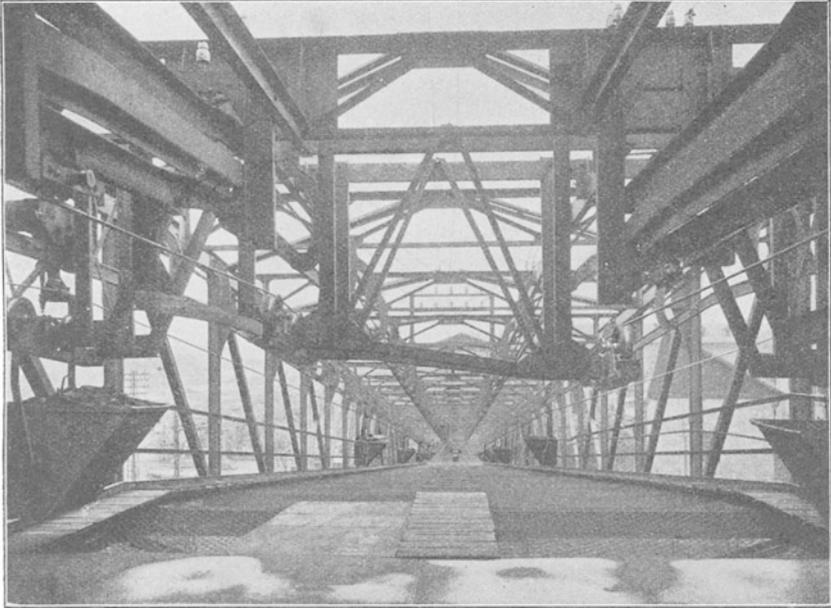


Fig. 236. Innenansicht der Schrägstrecke.

Die Drahtseilbahn ist für den Fall von Betriebsstörungen doppelt ausgeführt worden, doch hat man die beiden Bahnen nicht einfach nebeneinandergelegt, weil sich dann eine Kreuzung der Schienen auf der Gichtbühne nicht hätte vermeiden lassen, sondern

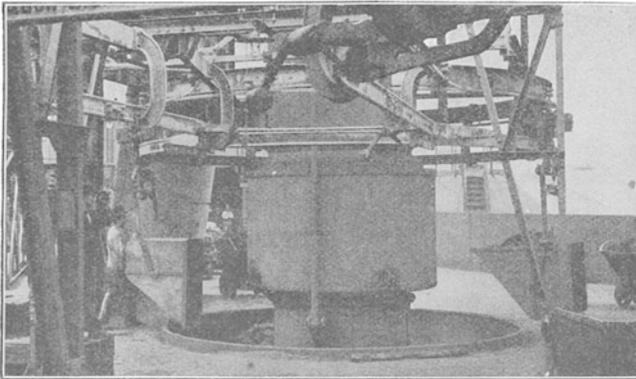


Fig. 237. Auskippen der Wagen in die Gicht.

so angeordnet, daß die beiden Stränge der einen Bahn, 5 und 6, außen, die beiden anderen, 7 und 8, innen nebeneinander liegen.

Gegenüber dem alten Betrieb mit vertikalen Aufzügen hat man auf den Stummschen Werken durch die Neuanlage 50 Mann in jeder Schicht erspart. An Bedienung sind außer den Leuten, die die Wagen zu laden und auszukippen haben, nur noch je 1 Mann am Fuße der Schrägbrücke, 1 Mann zum Weichenstellen auf der Gichtbrücke und 1 Mann zur Bedienung der Weichen am hinteren Ende des Füllrumpfbauwerkes nötig.

Die Koksförderung ließ sich ungünstiger örtlicher Verhältnisse wegen nicht mit Elektroseilbahn einrichten, während man auf anderen Werken beides verbunden hat.<sup>1)</sup> Die Wagen werden in solchen Fällen, falls der Koks im Werke selbst erzeugt wird, neben der Rampe der Koksöfen hergeführt und von hier aus direkt beladen. Das Material gelangt dann ohne Umwerfen bis zur Gichtschüssel. Ganz gleichgültig ist es, wie die Koksöfen gegenüber den Hochöfen liegen, da ja die Elektrohängebahn in ganz beliebiger Weise geführt werden kann. Allerdings vermehrt sich bei größeren Entfernungen die zur Besetzung der Strecke erforderliche Wagenzahl, der Bedarf an Arbeitskräften aber bleibt genau derselbe.

## 6. Kapitel.

### Das englische Seilbahnsystem.

Die unter dem Namen „englisches Seilbahnsystem“ bekannte Fördervorrichtung gehört ihrem Wesen nach eigentlich nicht zu den Bahnen, wenn sie auch äußerlich mit den Luftseilbahnen deutscher Bauart nahe verwandt zu sein scheint. Ein eigentliches Gleis, auf dem die Wagen rollen, ist nicht vorhanden, sondern die Lasten werden auf das Zugseil gehängt und so mitgenommen. Die Bauart ist in England sowie auch in Südeuropa ziemlich verbreitet, hat in Deutschland jedoch wenig Eingang gefunden. Da die Belastung des Seiles nur verhältnismäßig niedrig sein darf, so ist auch die Leistung wesentlich geringer als bei Zweiseilbahnen. Die Unterhaltungskosten stellen sich infolge der stärkeren Abnutzung des Seiles verhältnismäßig hoch, die Anlagekosten dagegen niedrig, da ein Seil fortfällt und die Belastung der Stützkonstruktionen verhältnismäßig gering ist.

Ein Seilbahnwagen ist in Fig. 238 und 239 dargestellt. Der Schuh, mit dem der Wagen sich auf das Seil abstützt, ist so ausgebildet,

<sup>1)</sup> S. Dingler 1908, S. 621.

daß das Seil ohne Störung über entsprechend weit ausgekehlte Rollen laufen kann. Zur Erhöhung der Reibung kann der Auf-

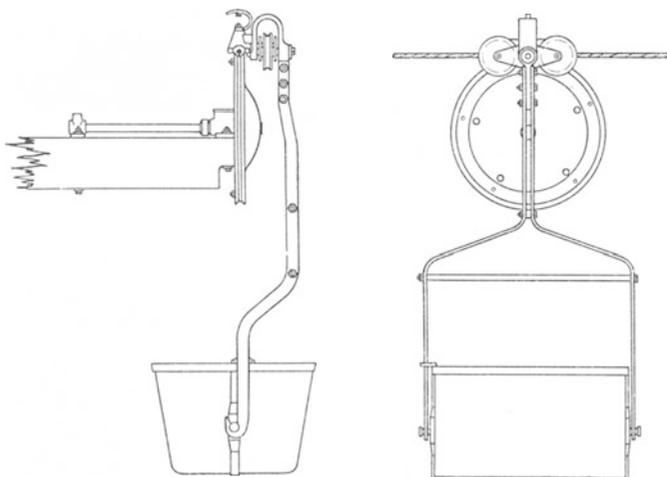


Fig. 238 und 239. Seilbahnwagen. Bleichert.

lagerschuh eine Holz- oder Gummieinlage erhalten, oder er wird mit eingesetzten, gehärteten Stahlnasen versehen, die sich zwischen die Litzen schieben. Um den Wagen in den Stationen vom Seile



Fig. 240. Beladestation einer Einseilbahn. Bleichert.

abzuheben, verwendet man eine ansteigende Schiene, auf welche die mit dem Schuh verbundenen Rollen auflaufen (Fig. 240). Der

Wagen kann jetzt wie ein gewöhnlicher Hängebahnwagen von Hand verschoben und dem anderen Seiltrum wieder zugeführt werden.

Eine festere Verbindung zwischen Wagen und Seil wird durch die in Fig. 241 und 242 skizzierte Kniehebelvorrichtung erreicht, die vom Wagengewicht betätigt und ebenfalls durch Auffahren auf eine ansteigende Schiene gelöst wird.

An den Zwischenstützen läuft das Seil über Rollen und erleidet hierbei eine für seine Lebensdauer schädliche Biegung, besonders wenn der Winkel zwischen den beiden Seilsträngen so groß ist, daß ein Anschmiegen an den Rollenumfang stattfindet. Deshalb wird bei starker Belastung die Ablenkung auf mehrere Rollen verteilt, die nach Fig. 243

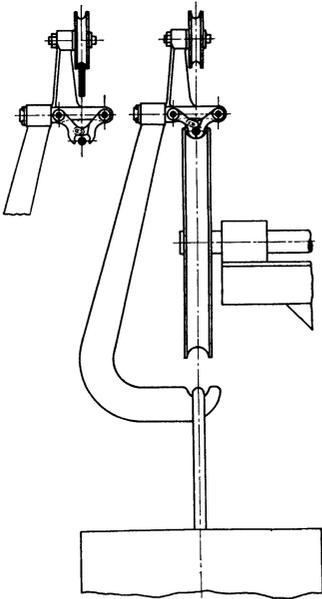


Fig. 241 und 242. Seilgreifer mit Kniehebelwirkung.

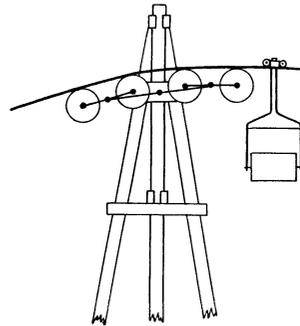


Fig. 243. Rollensystem.

paarweise in Hebeln gelagert sind und daher gleichen Druck erhalten.

Der Antrieb und die Spannvorrichtung der Einseilbahnen lassen sich ebenso ausführen, wie bei der deutschen Bauart. Die Spannung muß natürlich erheblich höher sein, als die Zugseilspannung im anderen Falle, und es treten daher beim Übergang über die Antriebs- und Leitscheiben wesentlich höhere Widerstände und stärkerer Seilverschleiß auf.

Wenn es sich um leichte Lasten bei großem Wagenabstand handelt, so lassen sich Spannweiten bis zu 500 m überbrücken. Bei dichter Wagenfolge jedoch müssen die Stützen eng aneinandergerückt werden, weil sonst die Seilspannung und die Ablenkung an den Stützpunkten zu groß wird. Die Steigung darf

bei glatt aufliegenden Schuhen höchstens etwa 1:6, bei Klemmkupplungen etwa 1:2 betragen.

Man pflegt die Gewichte der Einzellasten zwischen 100 und 150 kg zu wählen, geht jedoch in Ausnahmefällen auch wesentlich höher.

Eine Anwendung des englischen Seilbahnsystems bildet die Leuesche Bekohlvorrichtung für in Fahrt befindliche Kriegsschiffe (Fig. 244).

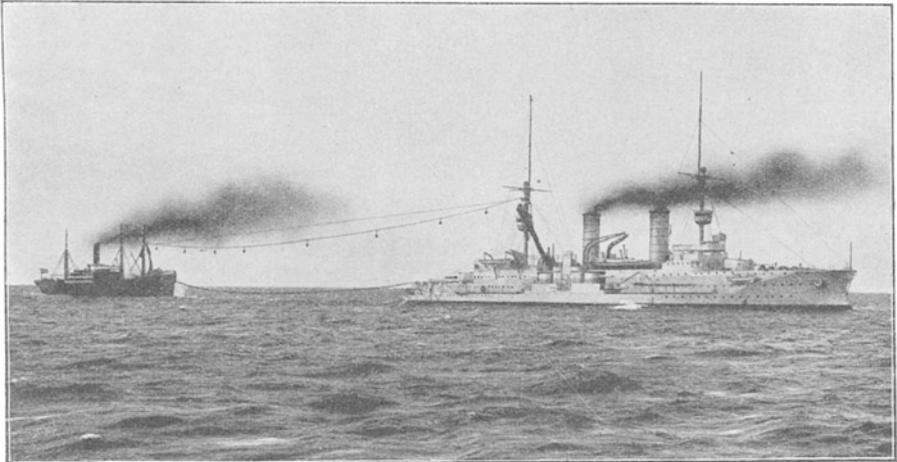


Fig. 244. Schiffsbekohlung nach System Leue.

Leue spannt zwischen den Masten von Kriegsschiff und Kohlen- schiff ein stetig umlaufendes Seil aus, das bis zum Schiffsdeck hinuntergeht. Die Säcke werden an dem Seil durch Schlingen befestigt, die bei der Ankunft an dem andern Schiff durch eine Gabel abgerissen werden. Fig. 245 veranschaulicht die Vorgänge. Da infolge des Seeganges stets Relativbewegungen zwischen den Schiffen auftreten, so muß durch eine Ausgleichvorrichtung für konstante Seilspannung gesorgt werden. Leue schaltet deshalb, wie in Fig. 246 skizziert, in den Lauf des Förderseiles eine Art von Flaschenzug ein, dessen eine Rollengruppe unter der Einwirkung eines Preßluftzylinders steht. Bei Verringerung des Abstandes zwischen den Schiffen fährt der Kolben aus, bis die richtige Spannung in den Seilen wiederhergestellt ist; im umgekehrten Falle wird der Kolben durch die Seile hineingepreßt, wobei die Luft durch ein Ventil entweicht. Die Seillänge, welche der Ausgleicher aufnehmen bzw. hergeben kann, muß der größten möglichen Relativbewegung entsprechen. Der

Antrieb ist in der schematischen Darstellung auf eine Rolle der unteren Gruppe wirkend gedacht.

Sehr eigenartig ist die Ausgleichvorrichtung bei der Schiffsbekohlung nach System Adam (Felten & Guilleaume-Lahmeyer-

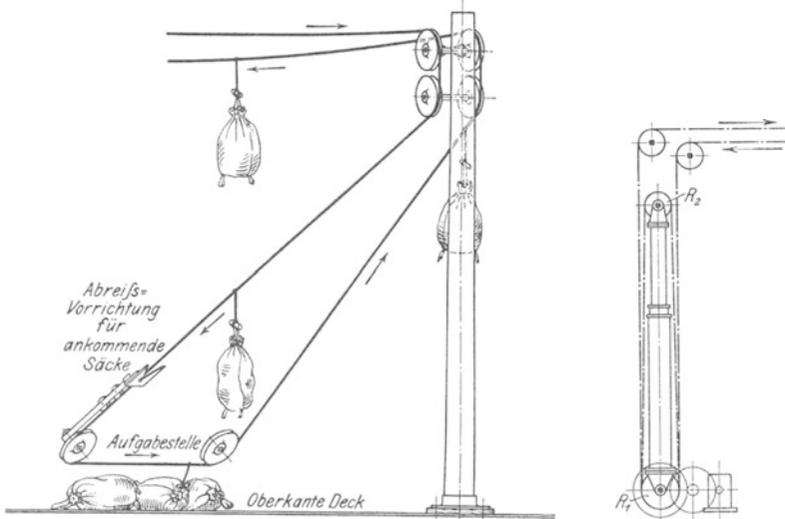


Fig. 245. Aufnahme und Abnahme der Säcke. Fig. 246. Ausgleicher.

Werke).<sup>1)</sup> Wie aus der schematischen Darstellung, Fig. 247, hervorgeht, ist sowohl der Anker wie das Magnetgestell des Motors drehbar ausgeführt. Während letzteres mit einer Treibscheibe gekuppelt

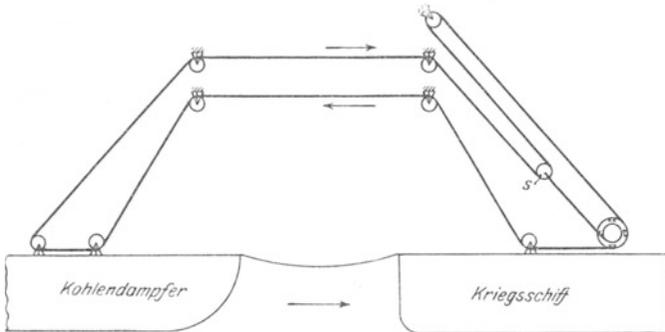


Fig. 247. Schiffsbekohlung nach System Adam.

ist, die das endlose Förderseil bewegt, wirkt ersterer durch Trommel und Seil auf eine Spannscheibe *s*. Beim Anlaufen der Fördervor-

<sup>1)</sup> Nach Dingler 1908, S. 598 u. f. (Drews).

richtung und bei jedem Schlappwerden des Seiles dreht sich der Anker so lange, bis sein Drehmoment gleich dem des Magnetgestelles geworden und damit die nötige Spannung im Seil hergestellt ist, während er andererseits bei zu starker Spannung Seil hergibt. Wenn Gleichgewicht herrscht, steht der Anker still.

Eine Abart des englischen Seilbahnsystems stellt die Schiffsbekohlung von Lidgerwood dar, die nach dem Schema Fig. 248 arbeitet. Von der im Kohlenschiff aufgestellten Zweitrommelwinde läuft ein Seil in geschlossenem Zuge über die an den Masten beider Schiffe befestigten Rollen. Mit dem oberen Trum  $b$  ist ein Wagen verbunden, der sich mit Rollen auf das untere Seil  $c$  stützt. Soll nun der Wagen zum Kriegsschiff hinüberbefördert werden, so rückt der Maschinist die Trommel I ein, so daß diese, wie gezeichnet,

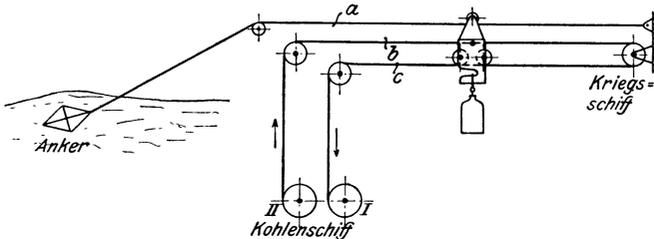


Fig. 248. Schiffsbekohlung nach System Lidgerwood.

Seil einzieht, während Trommel II Seil hergeben muß, jedoch ohne daß die Spannung sich ändert. Dies wird durch Einschaltung einer Reibkupplung von bestimmter Übertragungskraft ermöglicht, die ständig durchgezogen wird, und zwar mit wechselnder Geschwindigkeit, je nachdem, ob die Schiffe sich einander nähern oder voneinander entfernen. Selbstverständlich ist die Leistung der Winde übermäßig groß, da gegen eine Seilspannung von etwa 1500 kg gearbeitet werden muß. Beim Rücktransport tauschen die beiden Trommeln die Rollen.

Vom Kriegsschiffe aus ist über eine Rolle am Mast des Kohlenschiffes ein Hilfsseil  $a$  gezogen, das einen leichten Anker von etwa 2 m Durchmesser durch das Wasser mitschleppt und so unter Spannung bleibt. Es dient als eine Art Entlastung für das Seiltrum  $c$  und verhindert vor allem Überkippen des Wagens.

Bei Versuchen sollen im günstigsten Falle mit der Vorrichtung von Leue 50, mit der von Lidgerwood 30 t/st gefördert worden sein, zu einer dauernden praktischen Anwendung ist es aber bei allen Bauarten noch nicht gekommen.

## II. Aufzüge.

Zweck der Aufzüge ist die Überwindung von Höhenunterschieden. Wenn mit der Hebung eine Verschiebung in der Horizontalen verbunden wird, wie bei Schrägaufzügen, so hat diese lediglich die Bedeutung einer Hilfsbewegung, welche den Hauptvorgang unterstützt bzw. in konstruktiver Beziehung ermöglicht. Einrichtungen, bei denen die wagerechte Bewegung der senkrechten gleichgeordnet ist, gehören in das Gebiet der Krane.

### 7. Kapitel.

#### **Aufzüge mit stetig umlaufendem Zugmittel.**

An dem stets in derselben Richtung sich bewegenden endlosen Zugmittel — meist einer Kette — sind eine Reihe von Förderschalen angebracht, deren Abstand sich nach der verlangten Leistung richtet. Die Anordnung ist im wesentlichen dieselbe wie bei den im ersten Bande, Kapitel 8 und 9, beschriebenen Becherwerken, doch besteht ein grundsätzlicher Unterschied in der Art der Zuführung der Last. Während dort der Becher automatisch seine Ladung aufnahm und daher die Kette unter günstigen Verhältnissen, insbesondere bei feinem Material, sehr hohe Geschwindigkeit erhalten durfte, verlangt hier die Rücksicht auf das Aufbringen der Einzellasten während der Bewegung sehr geringe Arbeitsgeschwindigkeiten. Überhaupt beschränkt diese Rücksicht die Verwendbarkeit derartiger Aufzüge auf solche Güter, die sich bequem und rasch in die Förderschalen bringen lassen. Von schweren Körpern kommen daher eigentlich nur solche runder Form, also Fässer, in Frage. Außerdem aber eignen sich die Aufzüge für leichte Körper, die sich mit der Hand einlegen lassen, wie Glasgefäße, Papier usw.

Zu unterscheiden sind, ähnlich wie bei Becherwerken, Aufzüge mit fest an der Kette angebrachten und solche mit pendelnd aufgehängten Förderschalen.

**a) Aufzüge mit festen Förderschalen.**

Die Schalen müssen, um genügende Stützung zu erhalten, an zwei mehr oder minder weit voneinander entfernten Gliedern

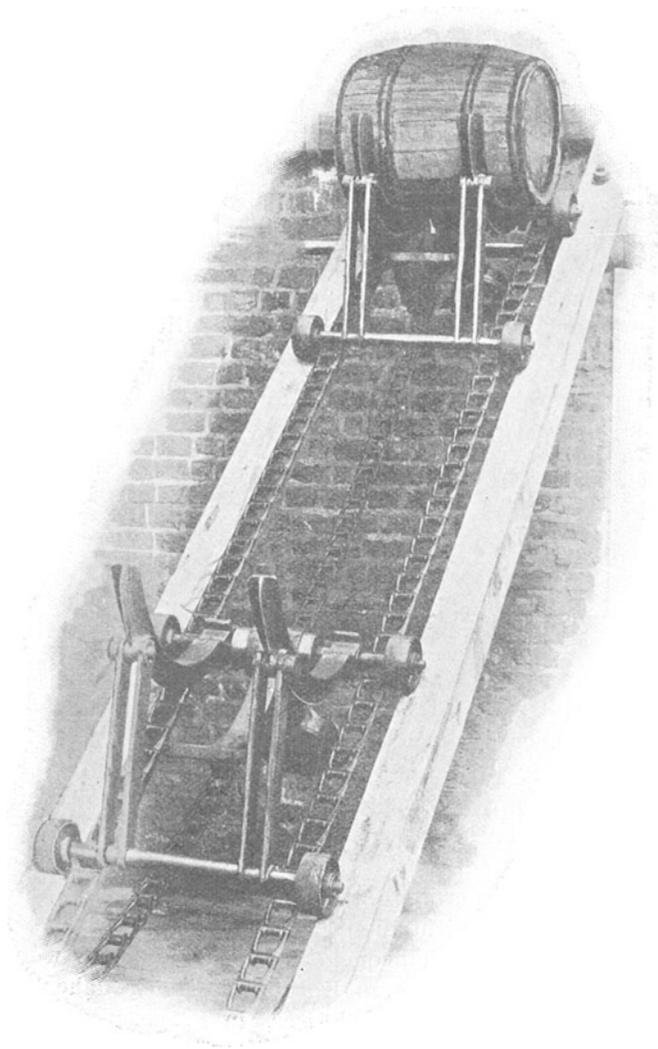


Fig. 249. Faßelevators von Fredenhagen. Leistung 300 Faß stündlich.

jeder Kette befestigt werden. Vollkommen starre Verbindung ist daher nicht möglich, weil die Befestigungspunkte ihre gegenseitige Entfer-



nung ändern, wenn die Kette um die Leitrollen geht. Der Abstand ist dann nur noch gleich der Sehne des Bogens, der von dem betreffenden Kettenstück gebildet wird. Die Befestigung geschieht daher meist in der Weise, daß an den Befestigungspunkten die beiden Ketten durch Achsen verbunden werden, an welche die eigentliche Förderschale und die zur Stützung dienenden Stangen, die unter sich ebenfalls gelenkig zu verbinden sind, angeschlossen werden. Fig. 249, die einen Faß-Elevator von Fredenhagen zeigt, läßt diese Anordnung erkennen. Da der Elevator geneigt steht — eine Anordnung, die das Abwerfen der Fässer an der

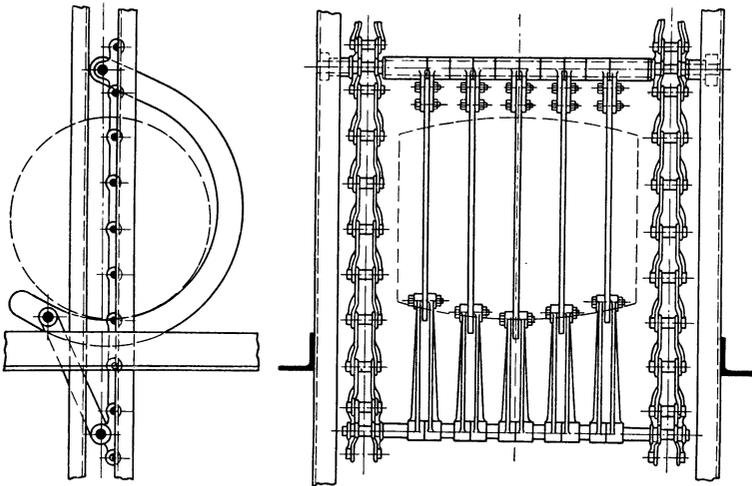


Fig. 254 und 255. Förderschale für einen Faßelevator. A. Stotz.

oberen Umführungsscheibe erleichtert —, so sind beide Achsen mit Tragrollen versehen, die auf Führungsschienen laufen.

In Fig. 250—253 ist die Zeichnung eines senkrechten Faß-Elevators von der Firma A. Stotz gegeben, der mit selbsttätiger Aufgabevorrichtung für die Fässer ausgestattet ist. Das auf der schiefen Ebene dem Aufzug zunächst liegende Faß wird am Weiterrollen durch den Fanghebel *a* verhindert, der durch ein Hebelgestänge *c*, *d*, *e* mit dem Hebel *f* in Verbindung steht. Dieser ragt in die Bahn der durch die Stange *i* gestützten Förderschale *h* hinein und wird von ihr, kurz ehe sie sich in der richtigen Stellung zur Aufnahme eines Fasses befindet, nach vorn gedrückt. Infolgedessen legt sich der Hebel *a* nieder, und das Faß kann in die Förderschale vorrollen. Damit das nächste Faß nicht sofort nachfolgt,

ehe  $a$  sich wieder aufgerichtet hat, ist mit dem Fanghebel ein Riegel  $b$  verbunden, der den Weg sperrt. Ist die beladene Schale vorbeigegangen, so führt der gewichtsbelastete Hebel  $g$ , der auf derselben Welle mit  $f$  sitzt, die ganze Vorrichtung in die gezeichnete Ruhestellung zurück, worauf das nächste Faß bis an Hebel  $a$  vorrollt und nun zur Aufgabe bereitliegt.

Damit der Abwurf glatt vor sich geht, ist unterhalb der oberen Kettenscheibe ein aus geneigten Stäben gebildeter Rost  $k$  angeordnet, der das Faß aus der Förderschale heraushebt und es zwingt, auf die schiefe Ebene  $l$  abzurollen. Die Stäbe des Ablaufrostes sind so gesetzt, daß die Stäbe der Förderschale zwischen ihnen hindurchgehen. Eine Einzelzeichnung der Schale, die sich in ihrer Form den Umrissen des Fasses anpaßt, geben Fig. 254 und 255.

### b) Schaukelaufzüge.

Pendelnd an der Kette befestigte Fördergefäße eignen sich, weil beim Umgang um die obere Scheibe keine Lageveränderung zwischen Schale und Inhalt stattfindet, besonders für solche Gegenstände, die vorsichtig behandelt werden müssen. Die Lasten werden meist mit der Hand eingelegt und abgenommen, doch lassen sich bei Faß-Aufzügen auch selbsttätig wirkende Einrichtungen treffen.

Fig. 256 und 257 stellen einen Faß-Aufzug von A. Stotz dar, der sowohl zum Heben, wie auch, wenn die Aufgabe- und Abnahmevorrichtungen umgestellt sind, zum Niederlassen von Fässern benutzt werden kann. Die gezeichnete Stellung gilt für Aufwärtsförderung. Die Fässer werden auf die Förderschale gerollt und stoßen dabei gegen die gekrümmte Vorderfläche eines Fängers  $a$ , der sie hindert, zu weit zu rollen. In unveränderter Stellung gehen die Schalen über die obere Kettenscheibe und sodann beim Absteigen zwischen den einzelnen Stäben eines zweiten Fängers  $b$  hindurch, der ebenso ausgebildet ist, wie der untere, aber jetzt mit seiner schrägen Rückenfläche zur Wirkung kommt und daher die Fässer zum Abrollen auf den Rost  $c$  zwingt. Bei der Abwärtsförderung werden die Fässer über den Rost  $d$ , der dann die Lage  $d'$  einnimmt, in die Förderschalen gerollt. Der Fänger  $b$  ist dann herumgedreht, so daß er die Fässer aufhält. Da  $c$  in die Stellung  $c'$  geklappt ist, so können die Fässer an der oberen Abwurfstelle frei passieren und werden erst unten durch den Fänger  $a$  abgehoben und auf die Ablaufebene  $f$  geleitet.

Die Umstellung geschieht durch das auf der senkrechten Welle  $h$  befindliche Handrad  $g$ . Durch Schneckengetriebe mit entgegengesetzter Gangrichtung werden gleichzeitig die Wellen  $i$  und  $k$  ge-

dreht und dadurch einerseits die Fänger *a* und *b* in die neue Lage vorgeschoben, ferner durch Zugschnüre die oberen Roste *c* und *d* gehoben bzw. gesenkt und schließlich an der unteren Aufgabestelle

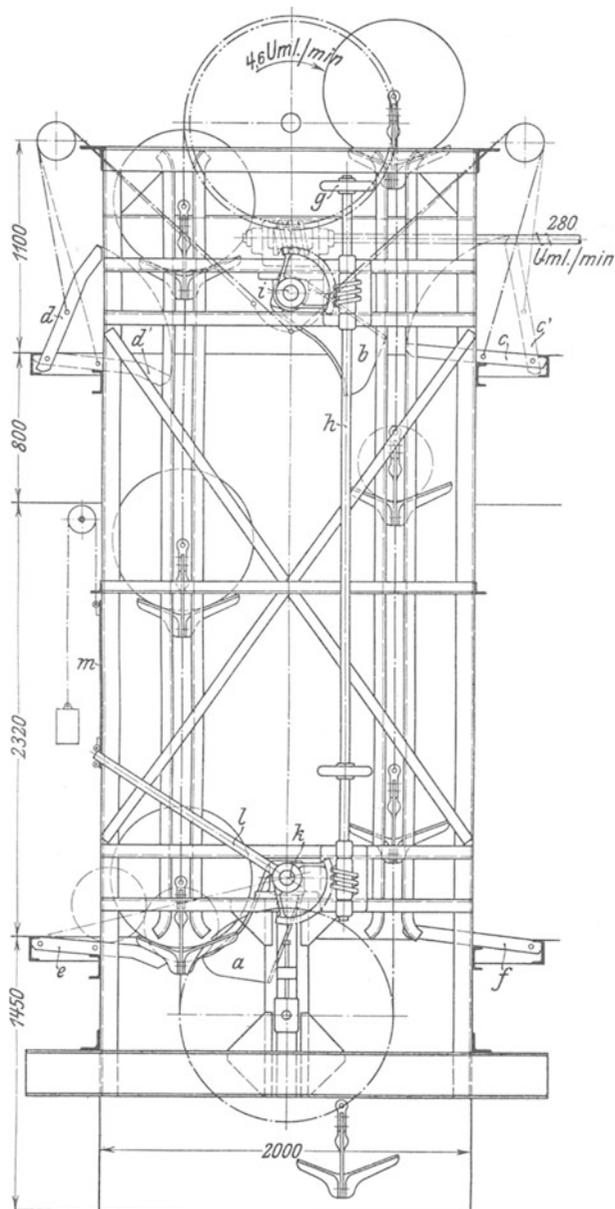


Fig. 256. Schaukelaufzug von A. Stotz. (Seitenansicht.)

durch den Hebel  $l$  ein Schieber  $m$  vorgeschoben, der durch ein Gegengewicht ausgeglichen ist, während oben der gehobene Rost  $d$  unzeitiges Einrollen von Fässern verhindert.

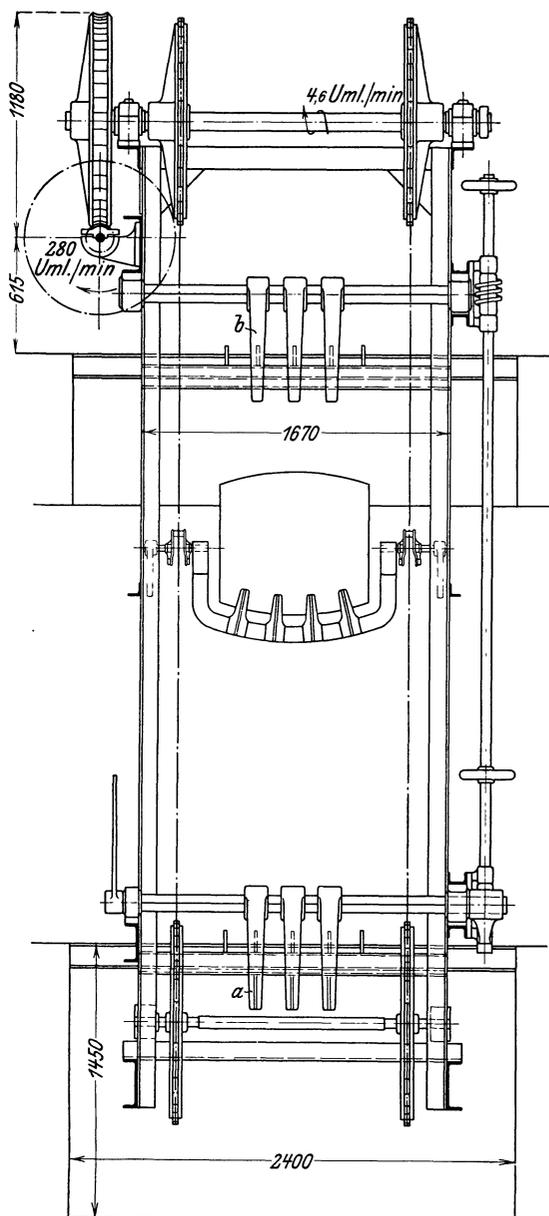


Fig. 257. Schaukelaufzug von A. Stotz. (Stirnansicht.) so müssen oben und

## 8. Kapitel.

### Aufzüge mit Pendelbetrieb.

Aufzüge mit ausschließlich senkrechter Bewegung dienen zur Massengüterförderung in der Weise, daß Stand- oder Hängewagen in die Förderschale eingefahren und nach geschehener Hebung wieder ausgefahren werden. Für diese Arbeit ist an jeder Haltestelle im allgemeinen mindestens ein Mann zur Bedienung nötig.

Die Konstruktion solcher Aufzüge, die sich nur durch die eingebauten Gleise von normalen Lastenaufzügen unterscheiden, gehört in das Gebiet der Hebezeuge bzw. bildet, wie die Schachtförderung, ein abgeschlossenes Gebiet für sich und darf daher hier unerörtert bleiben.

Der senkrechte Aufzug stellt unter allen Umständen eine Unterbrechung des stetigen Fördervorganges dar. Soll durchweg mechanischer Betrieb angewandt werden,

unten wagerechte Förderungen anschließen, es sind also bei einer solchen Anlage mindestens drei verschiedene Fördermittel notwendig, die unabhängig voneinander arbeiten. Um wenigstens eines davon entbehrlich zu machen, legt man, wenn möglich, den Aufzug so nahe an den Ausgangs- oder Endpunkt der Förderung, daß für die Horizontalbewegung an der betreffenden Stelle Handbetrieb ausreicht.

Die Bedienung an der oberen Station fällt fort, wenn mit der senkrechten eine wagerechte Bewegung zwangsläufig verbunden und dadurch das Fördergefäß über die Entladestelle geführt wird.

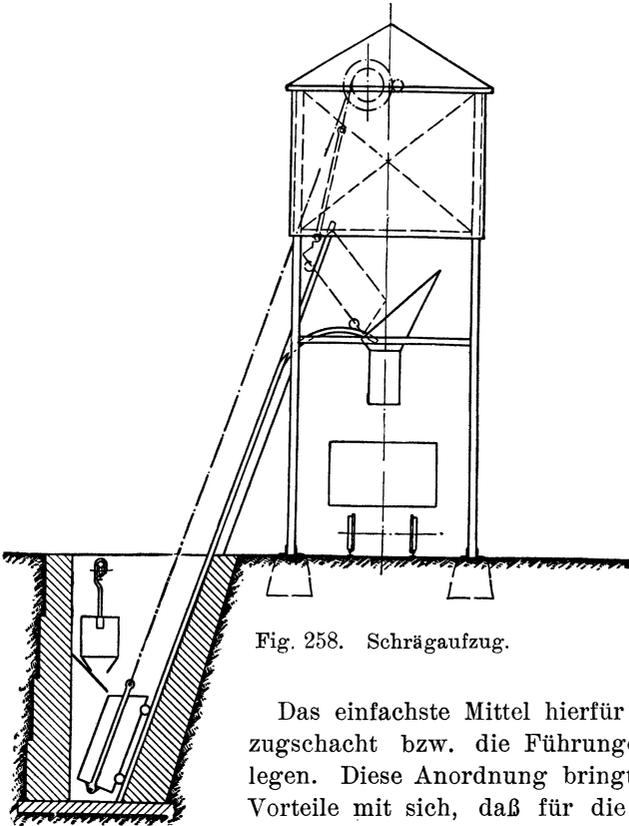


Fig. 258. Schrägaufzug.

Das einfachste Mittel hierfür ist, den Aufzugschacht bzw. die Führungen schräg zu legen. Diese Anordnung bringt die weiteren Vorteile mit sich, daß für die Förderschale, oder, wenn diese fortfällt, das Fördergefäß, eine einzige Führung genügt, so daß ein geschlossener Aufzugschacht entbehrlich wird und das Gefäß am unteren Ende der Bahn unter einen Füllrumpf bzw. eine Beladeschurre fahren kann.

Fig. 258 zeigt eine einfache Ausführungsform dieses Aufzugstyps. Da das Fördergefäß direkt gefüllt und nicht erst horizontal verschoben wird, so ist ein besonderer Fahrstuhl entbehrlich. Der

Kübel läuft auf Rollen, von denen die hinteren mit besonderen, weiter ausladenden Laufflächen versehen sind und daher in der höchsten Stellung auf eine äußere, steil ansteigende Schiene übergehen, während die vorderen Räder auf der inneren Schiene bleiben. Diese ist so abgebogen, daß der ganze Wagen oben kippt und seinen Inhalt entleert.

Dieser einfache Schrägaufzug ist, namentlich in Amerika, in ausgedehntem Maße für die Begichtung von Hochöfen verwandt worden. Die Winde wird in diesem Falle unten aufgestellt. Der Förderkübel steht in der tiefsten Stellung in einer Grube und wird meist mit Hilfe elektrischer Zubringewagen gefüllt, die das Fördergut aus den möglichst in einer Reihe vor den Öfen angeordneten Füllrumpfen entnehmen, so

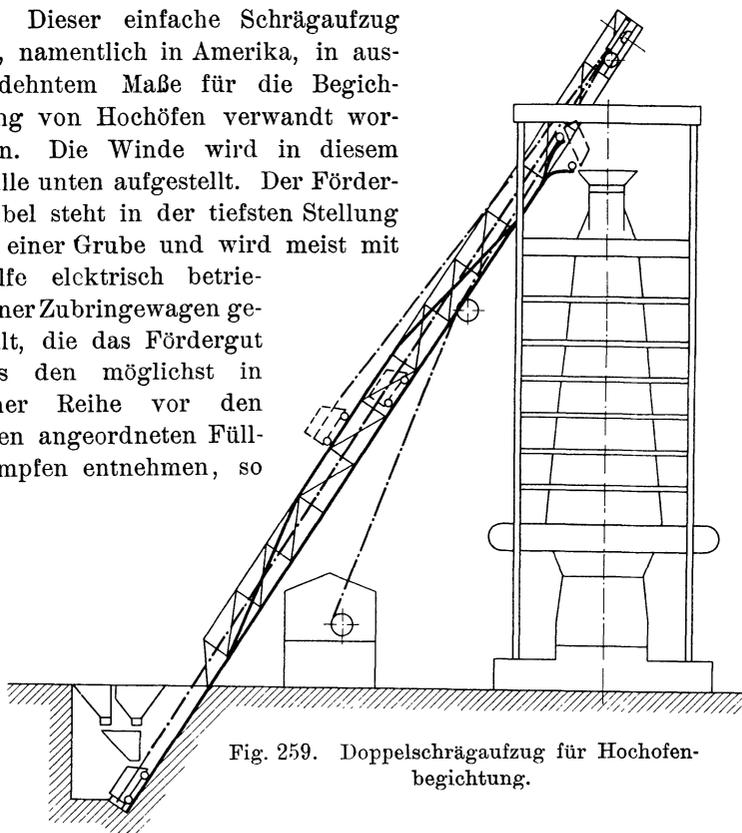


Fig. 259. Doppelschrägaufzug für Hochofenbegichtung.

daß Handarbeit entbehrlich ist. Die Bedienung der Winde beschränkt sich, da in den Endstellungen selbsttätig ausgerückt wird, auf Einschalten des Stromes beim Aufziehen und Ablassen.

Vielfach hat man, um die Leistung zu erhöhen und den Kraftverbrauch zu vermindern, zwei Fahrbahnen nebeneinandergelegt und den einen Kübel zum Ausgleich des anderen benutzt. Doch ergibt sich bei dieser Anordnung unbequem längliche Form des Einfülltrichters auf der Gicht. Mehr Verbreitung hat daher der Doppelaufzug nach Fig. 259 gefunden. Der eine Kübel läuft auf dem Unter-, der andere auf dem Obergurt der Schrägbrücke, so

daß beide, wenn sie sich auf der Mitte des Weges treffen, aneinander vorbeigehen, aber unten in dieselbe Endstellung gelangen. Oben kann man, um bessere Verteilung des Materials zu erhalten, den einen Kübel etwas höher ausschütten lassen, als den anderen.

Für viele Verhältnisse hat sich der amerikanische Schrägaufzug namentlich deshalb als wenig geeignet erwiesen, weil bei dem Stürzen das Grobe und das Feine je auf eine Seite kommen, wodurch Unregelmäßigkeiten im Hochofengang entstehen. Man hat diesem Übelstande durch Anwendung eines beweglichen Trichters oder einer Rutsche entgegengewirkt (*T* in Fig. 260), die sich bei

jedem Hube selbsttätig um einen bestimmten Winkel dreht. Ein anderes Mittel ist das, den Schüttrumpf in mehrere Abteilungen zu zerlegen (Fig. 261). Durch Umstellen der Rinne *r*

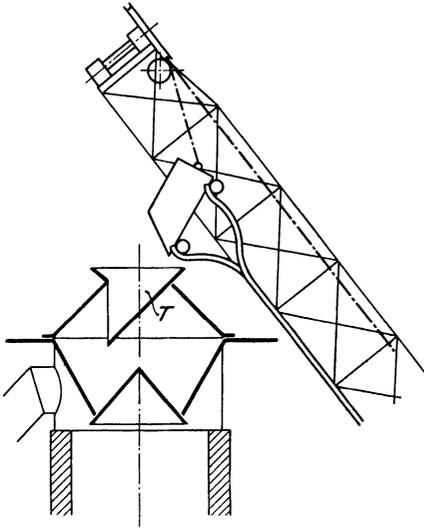


Fig. 260. Verteilung des Materials mit Hilfe einer drehbaren Rutsche. Benrather Maschinenfabrik.

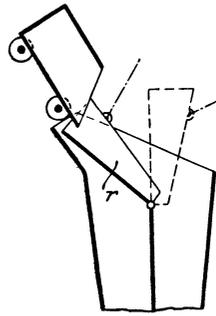


Fig. 261. Doppelschüttrumpf.

wird abwechselnd in die eine oder in die andere Abteilung gefördert.

Diese Einrichtungen haben sich indessen nicht allgemein eingeführt. Vielmehr kommt man neuerdings von dem Kippkübel wieder mehr und mehr ab und bevorzugt Fördergefäße mit senkbarem kegelförmigem Boden nach Fig. 262. Das ganze Gefäß hängt an der Stange *a* und bleibt bei dieser Aufhängung geschlossen. Setzt sich dagegen der Ring *b* auf eine feste Unterlage, während das Huborgan nachgelassen wird, so senkt sich der Boden und läßt das Fördergut nach allen Seiten abgleiten.

Derartige Gefäße sind auch für Schrägaufzüge zu verwenden, doch ist dazu eine besondere Förderschale erforderlich. Das Gefäß

muß, damit nach vollendetem Hube eine kurze vertikale Senkbewegung möglich ist, an einem Hebel oder einer Trommel aufgehängt werden.

Dieser Gedanke wurde zuerst von der Firma Pohlig aufgenommen, welche ihm die in Fig. 263 und 264 dargestellte Form gab.

Der Kübel hängt an einem eigentümlich geformten Wagen, der, wie aus dem Querschnitt hervorgeht, im Inneren der Aufzugbrücke fährt und mit drei aus Profileisen hergestellten un-runden Scheiben versehen ist. An den äußeren Scheiben greifen die beiden Aufzugseile an, an der mittleren die Gelenkkette für das Fördergefäß. Das vordere Rad muß so weit hinausgerückt werden, daß die Resultierende aus Seilzug, Kübellast und Wagen-gewicht zwischen die Achsen fällt, da sonst ein Kippen des Wagens

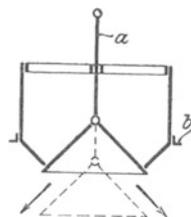


Fig. 262. Fördergefäß mit beweglichem kegelförmigen Boden.

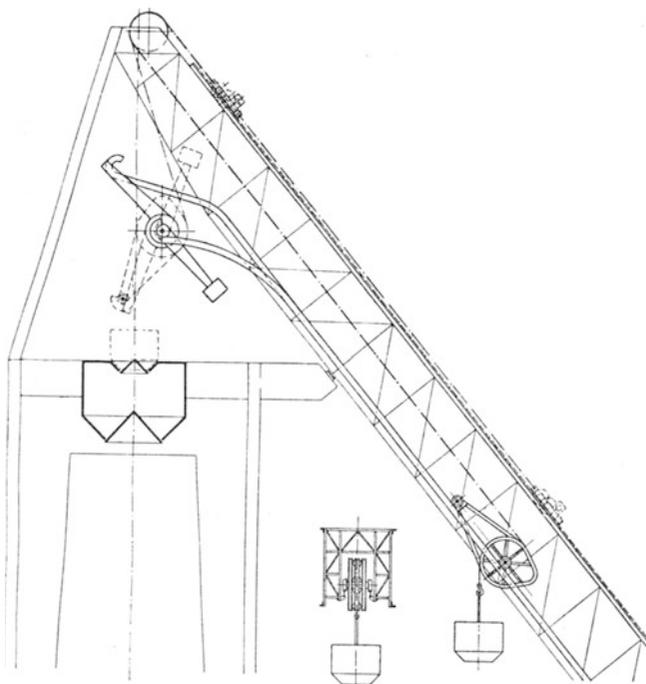


Fig. 263 und 264. Gichtaufzug nach Pohlig.

stattfinden würde. Über der Plattform teilt sich die Schiene. Das Vorderrad, das doppelte Laufflächen hat, wird in bekannter Weise auf

der oberen Schiene weitergeführt, während das Hinterrad unten bleibt. Diese Einrichtung dient nur dazu, den Wagen über die Ofengicht zu führen, während die Verbindungslinie der Radachsen sich beständig parallel bleibt. In der äußersten Stellung endlich fängt sich die Hinterachse in dem aufgebogenen Schienenende. Ihre Mittellinie fällt mit der Drehachse eines doppelarmigen Hebels zusammen, an dessen einem Ende das äußerste Stück der oberen Fahrschiene befestigt ist, während der andere Arm ein Gegengewicht trägt. Weiteres Anziehen des Hubseiles hat nun eine Drehung des Wagens um die Hinterachse zur Folge, bei der das Gegengewicht gehoben wird und der Kübel genau senkrecht niedergeht. Er entleert sich schließlich, nachdem der äußere Rand aufgesetzt hat, in den Innenraum des Gasfanges, da dessen oberer Verschuß mit dem Boden des Gefäßes nach unten geht. Beim Nachlassen des Aufzugseiles zieht das Gegengewicht den Kübel wieder in die Höhe. Die unrunde Form der Scheibe bewirkt, daß dem größten Hebelarm des Gegengewichts das größte Drehmoment des Hubseiles entspricht. Das Gegengewicht ist so bemessen, daß es auch dem gefüllten Kübel in jeder Lage das Gleichgewicht zu halten vermag, so daß dessen Senkbewegung unter der Kontrolle des Maschinisten bleibt.

Zum Antrieb dient ein Motorwagen, der auf dem Obergurt des Trägers fährt und in eine dort gelagerte Zahnstange eingreift. Er bildet gleichzeitig das Hauptgegengewicht des Aufzugs, das beim Hochziehen des Förderwagens zur Wirksamkeit kommt.

Mit dem Pohlighschen Gichtaufzug nahe verwandt ist die in Fig. 265 skizzierte Konstruktion von Stähler (Benrather Maschinenfabrik). Der Kübel ist wieder mit einer Gelenkkette am Förderwagen aufgehängt, jedoch außerhalb der Achsen, so daß ein Drehmoment auf den Wagen wirkt, dem durch eine oberhalb der Räder laufende Zwangsschiene entgegengewirkt werden muß. Hub- und Gegengewichtsseil greifen an der hinteren Achse an. Während nun bei der vorher beschriebenen Konstruktion die Kippbewegung plötzlich beginnt, also der Kübel aus einer schwach steigenden unvermittelt in die senkrecht fallende Bewegung übergeht, macht der Stählersche Wagen eine ähnliche Bewegung durch, wie bei den alten Schrägaufzügen, wobei der Lasthaken, wie gezeichnet, eine stetig verlaufende Kurve beschreibt, welche schließlich tangential in die senkrechte Linie der Senkbewegung einmündet. Dabei verzögert sich die Geschwindigkeit des Kübels allmählich, obwohl das Hubseil seine Geschwindigkeit beibehält. Dies ist ein Vorzug gegenüber der Konstruktion von Pohligh, wo nahe der höchsten Stellung des Wagens die Seilgeschwindigkeit stark verringert werden muß. Auch Stähler hat ein Gegengewicht nötig,

um den Kübel wieder aus der Gicht herauszuheben, doch kann dazu das auf dem Trägerobergurt laufende Hauptgegengewicht des Aufzugs benutzt werden. Dasselbe senkt sich während des Aufziehens so lange, bis die Wegkurve des Hakens ungefähr ihren höchsten Punkt erreicht. Dann beginnt es infolge der eigentümlichen Rollenordnung sich zu heben, ist z. B. bei der punktiert gezeichneten Stellung des Wagens, bei der die Vertikalbewegung des Gefäßes anfängt, im Aufsteigen begriffen, wie sich in Fig. 265 leicht verfolgen läßt. Beim Nachlassen des Hubseils kippt das Gewicht zunächst den Wagen in die normale Stellung zurück und wird dann von dem Wagen wieder in die Höhe gezogen.

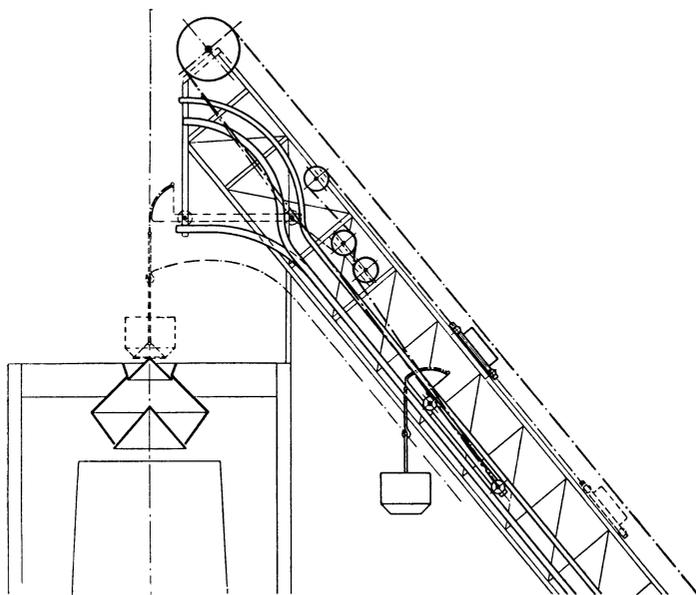


Fig. 265. Gichtaufzug nach Bauart Stähler-Benrath.

Weitere Verbesserungen hat die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg getroffen<sup>1)</sup>; auch die oben genannten Firmen arbeiten ständig an der Vervollkommnung ihrer Konstruktionen.

Bei den zuletzt geschilderten Begichtungsverfahren ergibt sich weit bessere, symmetrische Verteilung des Materials als bei Schrägaufzügen, auch wird der Koks sehr geschont, da die Fördergefäße direkt aus den Vorratsbehältern oder vom Lagerplatz gefüllt werden

<sup>1)</sup> Vgl. D.R.P. 194041 und Buhle, Über einige Neuerungen im Massentransport, Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins 1908, Nr. 44.

und keine Umladung oder heftiges Stürzen stattfindet. Ferner läßt sich der Ofengang durch richtige Verteilung des Möllers ähnlich wie bei den älteren Verfahren oder bei Begichtung durch Seilbahnen<sup>1)</sup> regeln.

Die Schaffung einer Reserve, die bei den amerikanischen Aufzügen nur durch Hinzufügen eines zweiten, unabhängigen Fördermittels möglich ist, wird hier wenigstens etwas erleichtert. Die

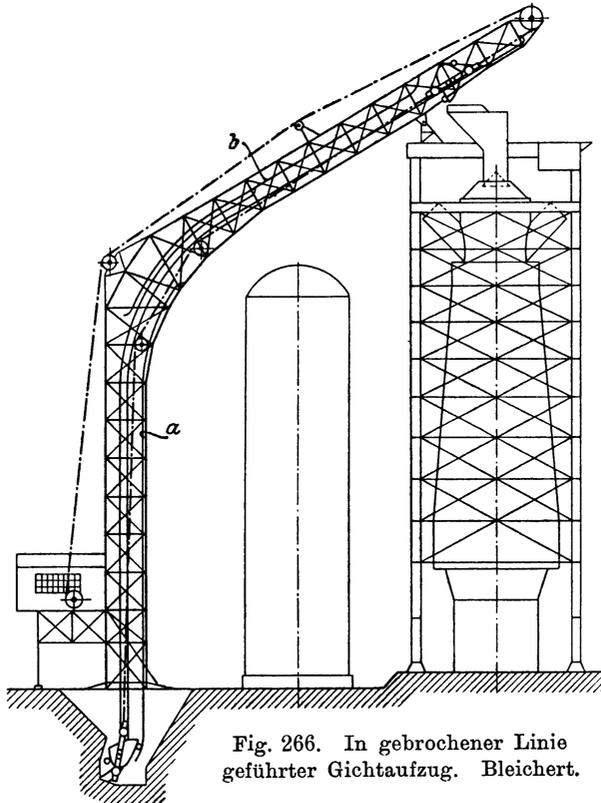


Fig. 266. In gebrochener Linie geführter Gichtaufzug. Bleichert.

Öfen können durch eine Brücke verbunden werden, auf welcher ein Motorwagen oder Kran läuft, der den Kübel des einen Aufzuges abnimmt und ihn nach dem anderen Ofen transportiert.

Der einfache Schrägaufzug läßt sich zuweilen deshalb nicht anwenden, weil vor dem Ofen stehende Winderhitzer der Brücke den Platz versperren. In solchen Fällen muß der Aufzugschacht nach Fig. 266 in gebrochener Linie geführt werden.<sup>2)</sup> An der

<sup>1)</sup> Vgl. Kap. 5.

<sup>2)</sup> D.R.P. 149659.

gekrümmten Übergangsstelle sind Rollen angebracht, die das Seil ablenken, während der Kübel sich in dem senkrechten Teil des Schachtes befindet. Wenn der Wagen über die Stelle hinweggeht, hebt sich das Seil ab; um sich beim Niedergang wieder einzulegen.

Mit Rücksicht auf die verschiedenen Bahnneigungen ist der Kübel in einem einfachen Fahrgestell drehbar aufgehängt und mit zwei Paar Röllchen versehen worden, die sich an den Schienen *a* und *b* führen und Kippen des Gefäßes verhindern. An der höchsten Stelle ist die Schiene *b* unterbrochen, so daß hier der Kübel herumschlagen kann, um sich nach der Entleerung wieder selbsttätig aufzurichten.

Die Leistung der Aufzüge läßt sich den Bedürfnissen des Betriebes vollkommen anpassen. Für amerikanische Verhältnisse ist normal 3 cbm Kübelinhalt, 1,8 bis 2,5 m/sek Fahrgeschwindigkeit und ein 80- bis 100pferdiger Motor. Häufig wird der Kübelinhalt indessen sehr viel größer genommen.

Zwei von Pohlig nach dem oben beschriebenen System gebaute Aufzüge haben folgende Hauptdaten:

	Niederrheinische Hütte, Hochfeld bei Duisburg	Lothringer Hüttenverein, Kneuttingen
Höhe des Ofens über Hüttensohle	25 m	36 m
Inhalt des Förderkübels . . .	4 cbm	6 cbm
Gewicht einer Kokscharge etwa .	2000 kg	etwa 3000 kg
Gewicht einer Erzcharge „ .	3000 „	„ 6200 „
Dauer einer Auf- und Abfahrt .	2 Min.	„ 2,5 Min.
Anzahl der Fahrten in der Stunde	12	14 bis 20
Stärke des Antriebsmotors . .	50 PS	2 Motoren zu 40 PS.

Der für den Aachener Hütten-Aktienverein, Abteilung Esch, gelieferte Bleichertsche Aufzug (Fig. 266) hat einen Kübel von 2 cbm Inhalt. Stündlich können gefördert werden 12mal 2,5 cbm Erz und 14mal 3 cbm Koks. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt 0,75 m/sek.

## III. Krane.

### 9. Kapitel.

#### Fördergefäße.

Steht der Kran in direkter Verbindung mit einer ein- oder zweischienigen Bahn, so können deren Wagenkästen unmittelbar als Fördergefäße dienen, also beispielsweise im Schiffsrumpf gefüllt, dann vom Kran gehoben und auf die Fahrgestelle gesetzt oder auch mit den Laufrädern in das Schiff hinuntergelassen werden. In den weitaus meisten Fällen aber kommen besondere Gefäße zur Anwendung, die nach Vollendung der Kranbewegung entleert und sofort an die Beladestelle zurückgebracht werden.

Diese Gefäße werden stets so ausgeführt, daß sie sich durch Kippen oder Aufklappen leicht entleeren lassen. Je nachdem, ob das Füllen durch Handarbeit oder selbsttätig geschieht, spricht man von Förderkübeln oder Selbstgreifern.

#### a) Förderkübel.

Die in Fig. 267 und 268 skizzierte Bauart<sup>1)</sup> findet sich in Deutschland am häufigsten, wenigstens bei den älteren Kranen. Das Gefäß besteht aus zwei gelenkig miteinander verbundenen Viertelkreiszyklindern, an deren Drehachse die Lastkette angreift. Das Eigengewicht der Schaufeln und der Ladung hält das Gefäß geschlossen. Die zweite Kette gabelt sich und greift an den Rändern des Gefäßes an. Durch Festklemmen dieser Kette und Nachlassen der Hauptkette kann der Kranführer das Gefäß in beliebiger Höhe entleeren.

Bei Hochbahnkranen findet sich vorzugsweise der amerikanische Kippkübel nach Fig. 269 bis 274, dessen Form bequemes Einschaufeln von der Böschung eines aufgeschütteten Haufens zuläßt.

---

<sup>1)</sup> Entnommen aus Kammerer, Die Technik der Lastenförderung einst und jetzt, S. 137.

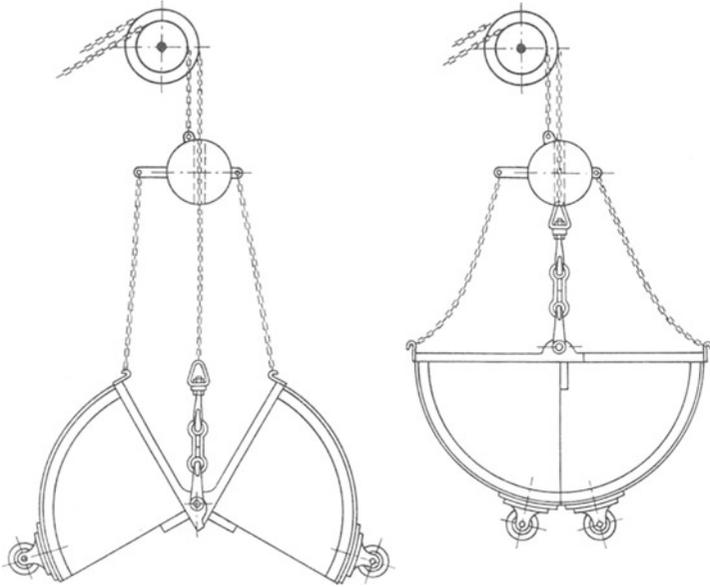


Fig. 267 und 268. Aufklappbares halbzyllindrisches Fördergefäß.

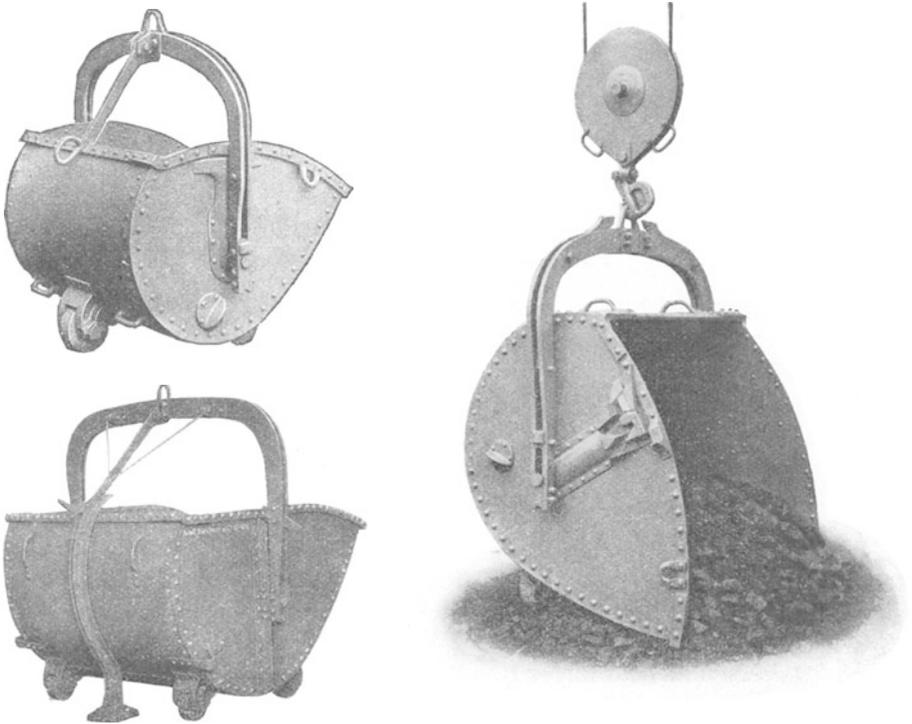


Fig. 269—271. Selbsttätig kippende und sich wieder aufrichtende Fördergefäße.  
Bleichert.

Im leeren Zustande kehrt das Gefäß stets in die aufrechte Lage zurück, während es gefüllt nach vorn umzukippen strebt, so daß es sich nach Lösen der Verriegelung selbsttätig entleert.

Der Riegel wird als einfache Stütze ausgebildet, die von Hand oder beim Aufsetzen auf den Boden (Fig. 270) oder bei der Horizontalbewegung durch einen an der Fahrbahn befestigten Anschlag herausgehoben wird. In anderen Fällen ist zwischen den Flach-

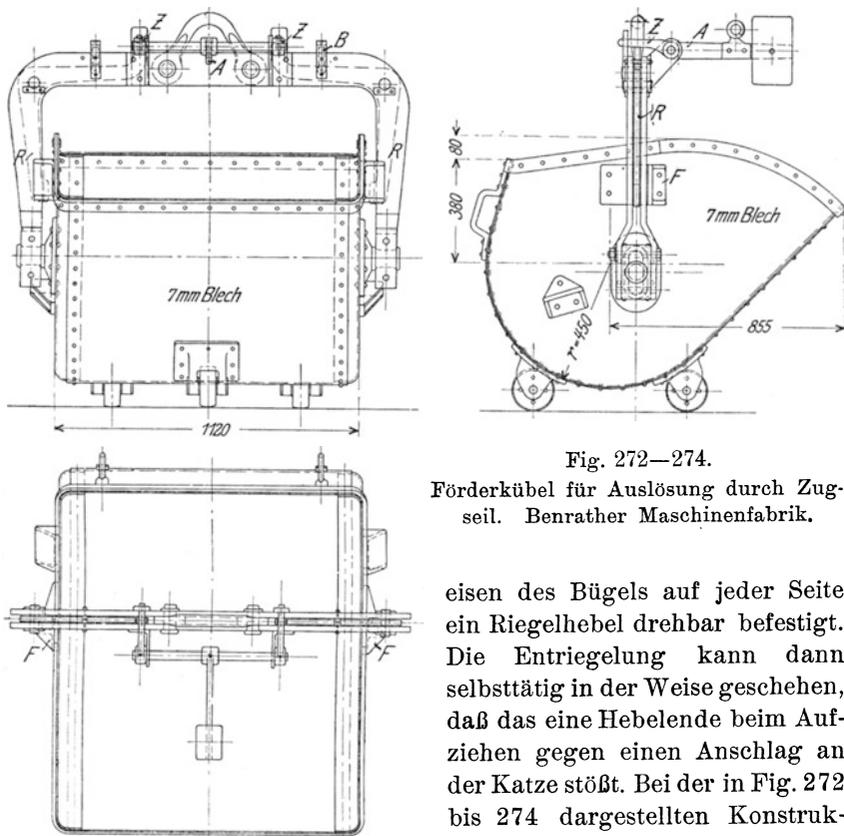


Fig. 272—274.

Förderkübel für Auslösung durch Zugseil. Benrath'sche Maschinenfabrik.

eisen des Bügels auf jeder Seite ein Riegelhebel drehbar befestigt. Die Entriegelung kann dann selbsttätig in der Weise geschehen, daß das eine Hebelende beim Aufziehen gegen einen Anschlag an der Katze stößt. Bei der in Fig. 272 bis 274 dargestellten Konstruktion der Benrath'schen Maschinenfabrik kann durch ein an einer

Öse des Hebels *A* angreifendes, magnetisch betätigtes Entleereseil die Verriegelung bei beliebiger Laststellung vom Führerstand aus gelöst werden. Der Kübel wird am Kippen durch die innerhalb des Gehänges gelagerten Riegelhebel *B* verhindert, die in zwei an die Gefäßwand geschraubte Fallen *F* eingreifen. Jeder Hebel *B* wird durch eine in dem Bügel *B* gelagerte Feder in seiner Lage erhalten. Wird nun durch das Entleereseil der Auslösehebel *A* nach links ge-

dreht, so drücken die mit ihm auf einer Welle sitzenden Zungen *Z* die Enden der Riegelhebel *R* nieder, so daß diese ausklinken und der Kübel kippt und sich entleert. Beim Zurückkippen fallen die Hebel von selbst wieder ein.<sup>1)</sup>

Die Förderkübel sind heute größtenteils durch Selbstgreifer ersetzt worden. Unentbehrlich sind sie allerdings einstweilen bei großstückigen Erzen und auch bei einigen Kohlsorten, die mit

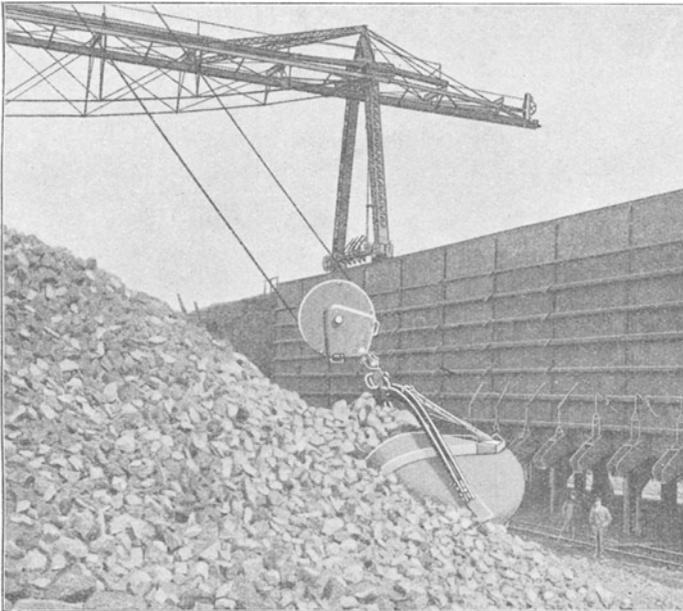


Fig. 275. Materialaufnahme mit Schürfkübel.

dem Greifer nicht gefaßt werden können. Um Zeitverlust zu vermeiden, pflegt man eine größere Zahl von Förderkübeln zu benutzen, die gleichzeitig an verschiedenen Stellen des Lagers oder Schiffsraumes vollgeschaufelt und der Reihe nach vom Krane aufgenommen werden. Zur bequemeren Handhabung beim Füllen versieht man die Gefäße mit Rollen.

Förderkübel lassen sich zur selbsttätigen Aufnahme von Kohle und Erz vom Lagerplatz benutzen, indem sie, an der Laufkatze hängend, über die Böschung geschleift werden (Fig. 275). Dieser Schürfkübelbetrieb hat dem Greifer gegenüber den Vorzug einfacherer Arbeitsweise, dagegen den Nachteil höheren Kraftver-

<sup>1)</sup> Die zugehörige Laufkatze ist auf S. 219 beschrieben.

brauches. Die Gefäße werden für solche Zwecke sehr kräftig ausgeführt (Fig. 276).

Erwähnt seien auch die in süddeutschen Häfen für Getreideausladung vereinzelt in Gebrauch stehenden „Muschelkästen“, die

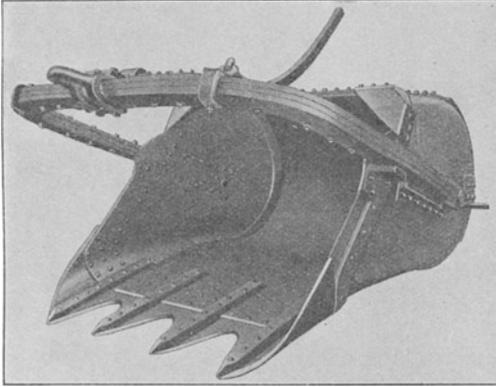


Fig. 276. Schürfkübel von Brown. Schwere Ausführung.

eine den amerikanischen Förderkübeln ähnliche Form haben und mit einem Sperrgetriebe versehen sind. Durch wiederholtes Anziehen und Nachlassen der Krankette wird das durch sein Eigengewicht sich eingrabende Gefäß gedreht, wobei es sich selbsttätig füllt.

Flache Schaufeln nach Fig. 277 werden für Förderung von Erde und Steinen bei Ausschachtung von Kanä-

len angewandt. Die Last der Schaufel wird zum größten Teil von dem Hauptflaschenzug bei *a* aufgenommen. Der bei *b* angreifende Hilfsflaschenzug dient dazu, die Schaufel zu kippen.

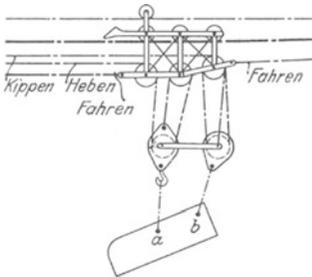


Fig. 277. Schaufel zur Förderung ausgeschachteten Materials.



Fig. 278. Bleichertscher Sicherheitshaken.

Wohl zu beachten ist, daß bei Anwendung von Gefäßen mit starrem Bügel der Kranhaken als sog. Sicherheitshaken nach Fig. 278 ausgebildet sein muß, bei dem die Last durch einen selbsttätig sich vorschiebenden Riegel gesperrt wird, sobald der Arbeiter losläßt. Es kann sonst sehr leicht vorkommen, daß z. B. infolge Aufsetzens auf den Schiffsrand das Gefäß sich heraushebt und herunterfällt.

### b) Selbstgreifer.

Alle Greifer für Schüttgut bestehen aus zwei symmetrischen Hälften, die mit ihren Schneiden auf das Material niedergelassen und durch irgendeine Kraft gegeneinander bewegt werden. Die Schneiden dringen dabei in das Material ein und führen einen festen Schluß herbei, indem sie dazwischengeratenes grobes Material zerdrücken. Die Schaufeln werden in der Regel aus Blech, bei sehr stark abnutzendem Fördergut auch wohl aus einzelnen Vierkantstäben hergestellt. So zeigt Fig. 279 einen Greifer für Koks, für den sich die Stäbe auch deshalb besser eignen, weil sie leichter zwischen den Stücken eindringen und diese weniger beschädigen.

Als Schließkraft dient gewöhnlich die Spannung des Zugorganes, mehrfach vergrößert durch Flaschenzüge, Trommel-, Zahnrad- oder Hebelübersetzung. Versuche, ein besonderes Triebmittel — Druckwasser oder Elektrizität — hierfür zu benutzen, finden sich zahlreich in der

Patentliteratur, haben aber praktische Bedeutung nur in einzelnen Fällen erlangt,<sup>1)</sup> weil ein Motor, der den Greifer ebenso schnell schließen, also angenähert dieselbe Leistung haben sollte, wie der Hubmotor, das tote Gewicht des Fördergefäßes übermäßig vergrößern würde. Vorteilhaft wäre bei dieser Anordnung freilich, daß der zum Eingraben notwendige senkrechte Druck konstant bleibt und nicht durch die veränderliche Hubseilspannung vermindert wird.

Bis vor kurzem galt Kette als allein brauchbares Zugorgan für Greiferbetrieb, weil die Seile sich zu schnell abnutzten. Als

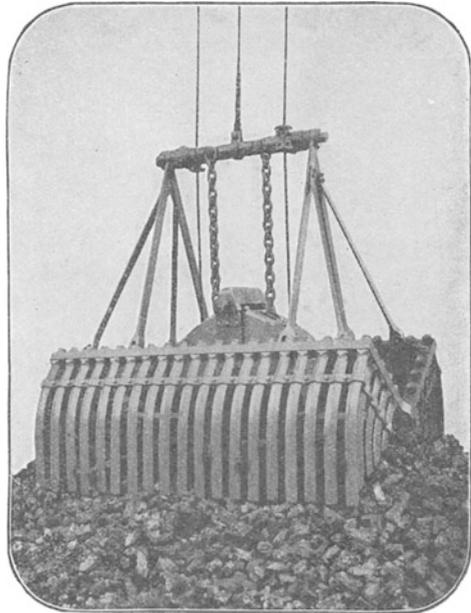


Fig. 279. Koksgreifer aus Vierkantstäben, Bauart Bleichert.

<sup>1)</sup> Vgl. Z. d. V. d. I. 1886, Nr. 46, Taf. 33.

mit der Entwicklung der Hochbahnkrane die Einführung von Seilgreifern unumgänglich nötig wurde, hat man sich indessen mit dem raschen Verschleiß abgefunden. Bei richtiger Ausführung betragen selbst unter den allerrünstigsten Umständen die Kosten für Seilersatz nicht mehr als 1 Pf. für die Tonne gehobener Kohle, ein Betrag, der wenig in die Wagschale fällt, wenn man bedenkt, daß für das Einschaufeln von 1 t Kohle in Förderkübel mindestens 20 Pf. zu bezahlen sind. Zu beachten ist bei Anwendung von Seilen, daß, namentlich bei vielrolligen Flaschenzügen, die Leitrollen großen Durchmesser erhalten müssen. Der Greifer ist immer an zwei Seilsträngen aufzuhängen, die symmetrisch eingeführt werden, weil er sich sonst leicht dreht und Schließ- und Leerseil umeinanderwickelt.

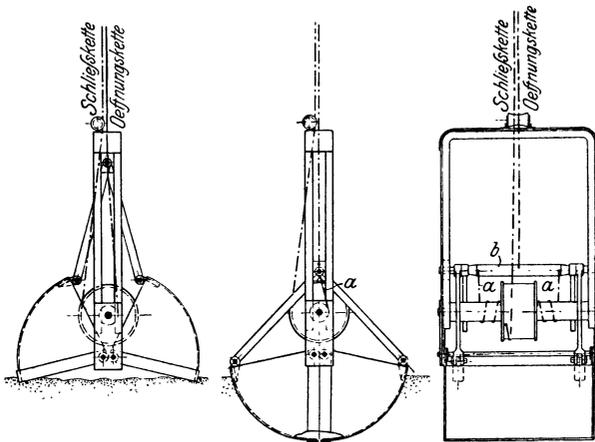


Fig. 280—282. Priestman-Greifer.

Die ältesten Greifer haben viertelkreiszyklindrische Schaufeln, deren Drehachsen mit der Zylindermittellinie zusammenfallen, so daß die Mäntel in sich selbst verschieben.

Die Figuren 280 und 282 geben die Anordnung der ersten Konstruktion, des Priestmanschen Greifers, der bei Baggerarbeiten ausgedehnte Verwendung gefunden hat.

In dem durch Bleche versteiften, hohen Winkeleisengerüst sind unten die Schaufeln aufgehängt und darüber eine Trommelwelle unverschiebbar gelagert. Die mittlere Trommel nimmt die Lastkette (Schließkette) auf, während auf beiden Seiten die Ketten *a* sich aufwickeln, die einen im Verhältnis der Trommeldurchmesser größeren Zug erhalten und an dem Querbalken *b* angreifen, dessen Enden sich zwischen den Winkeleisen des Gestelles führen. Wird die Lastkette angezogen, so wickeln sich die Ketten *a* auf und

ziehen den Querbalken abwärts, der mittels zweier Kniehebel die Schaufeln schließt. Die Schaufeln, die vorher auf der Oberfläche lagen oder mit ihren Schneiden eben eingedrungen waren, wie Fig. 280 andeutet, graben sich dabei in das Material ein. Das Gerüst und mit ihm die Drehpunkte sollen unveränderlich liegen bleiben. Das wird aber nur der Fall sein, solange der Kettenzug nicht größer ist als das Eigengewicht des Greifers, das durch den im Verlaufe der Schaufeldrehung stetig zunehmenden Kohleinhalt, sowie durch Reibungs- oder Kohäsionswiderstände im Fördergut unterstützt wird. Der Kettenzug wächst proportional dem Schneidwiderstand. Überwindet er die genannten Widerstände gegen das Anheben, so reißt der Greifer ab und füllt sich nicht vollständig.

Soll der Greifer entleert werden, so ist die Lastkette nachzulassen und die an der Traverse befestigte Entleerungskette anzuziehen, bzw. mit der Bremse festzuhalten. Dann drückt das Greifergerüst durch sein Gewicht die Schaufeln auseinander bis zu der in Fig. 280 gezeichneten Stellung, wo die Traverse gegen einen Anschlag stößt. Dabei wickeln sich die Ketten  $a$  ab und die Lastketten auf.

Die Vorgänge beim Eindringen der Schaufeln lassen sich auf folgende Weise veranschaulichen.<sup>1)</sup> Man denke sich zunächst eine ebene, sehr dünne, glatte Schaufel in der Richtung ihrer Ebene in den Sand eingetrieben. Dann wird nur dadurch ein Schneidwiderstand entstehen, daß die Sandkörner, die gerade vor der Schneide liegen, zur Seite gedrängt werden müssen. Hat die Schaufel dagegen eine gewisse Stärke und ist zugespitzt (Fig. 283), so muß sie nach der Seite der Abschrägung hin Material verdrängen. Dabei preßt sich entweder der Sand zusammen, oder es löst sich, bei geringerer Eindringtiefe, ein Sandkörper nach der Linie  $ab$  los und wird auf der schiefen Ebene aufwärts verschoben. Nach der Theorie des Erddrucks schließt die Linie  $ab$  mit der Horizontalen den Winkel  $\beta = 45^\circ - \frac{\varrho}{2}$  ein, wenn  $\varrho$  der natürliche Böschungswinkel des Materials ist. Der hierdurch entstehende Widerstand wächst beträchtlich, wenn die Schaufelflächen rauh sind und, wie in Fig. 283 angedeutet, beim Eindringen Sand mitnehmen, da sich hierdurch gewissermaßen das Volumen der Schaufel vergrößert. Dann tritt die das Eindringen hemmende Wirkung auch nach der

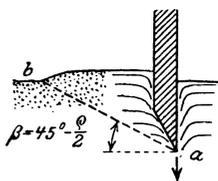


Fig. 283. Eindringen einer flachen Schaufel.

<sup>1)</sup> Vgl. Z. d. V. d. I. 1886, S. 995 f. (B. Salomon, Die Naßbagger).

anderen Seite hin ein. Hierzu kommen endlich noch die Reibungswiderstände der Schaufelflächen an dem Sande und der des mitgenommenen Materials in sich.

Diese Überlegungen sind auf eine um ihre Achse sich drehende zylindrische Schaufel ohne weiteres zu übertragen. Die Schaufeln heben einen Block heraus, in dem geringe innere Verschiebungen stattgefunden haben, der aber im wesentlichen seine Form nicht verändert hat (Fig. 284).

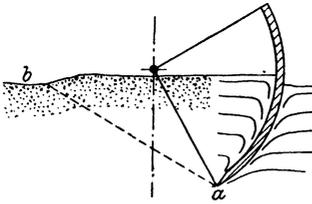


Fig. 284. Eindringen einer zylindrischen Schaufel.

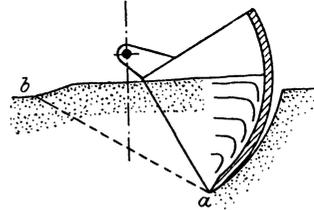


Fig. 285. Eindringen einer exzentrisch drehbaren Schaufel.

Legt man jedoch die Drehachse aus der Zylinderachse heraus, so muß das ausgeschnittene Material sich ganz neuen Begrenzungsflächen anpassen. Damit ist starke innere Verschiebung und bei zusammenhängendem Material erheblicher Kraftverlust verbunden. Diese Greiferform eignet sich deshalb nur für loses Gut, ist aber hierfür auch vorteilhafter insofern, als die Schneidkanten bei gleicher Winkeldrehung mehr Material ausheben und sich daher selbst dann füllen, wenn die Drehachse sich im Verlauf des Schließvorganges hebt, während bei konzentrischer Bewegung eine solche Hebung zu ungenügender Füllung Veranlassung gibt. Dieser Punkt ist um so wichtiger, als bei losem Material der Kohäsionswiderstand fehlt, der im anderen Falle dem Heben des Greifers entgegenwirkt.

Die Schaufeln können jetzt beliebig gestaltet werden. Maßgebend sind etwa folgende Gesichtspunkte:

Die steilen Wände zylindrischer Schaufeln verhindern das freie Gleiten des Materials beim Schließen des Greifers, so daß das Material gequetscht wird und starke innere Reibung bei der Umlagerung auftritt. Der in Fig. 286 wiedergegebene Querschnitt einer Greiferfüllung, den Salomon bei seinen Versuchen mit trockenem Sand erhielt, veranschaulicht die Vorgänge. Der Keil  $BAC$  muß in die Höhe gepreßt werden,

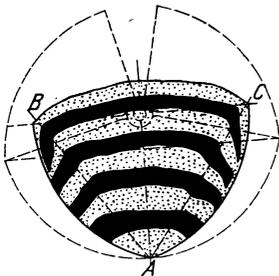


Fig. 286. Querschnitt einer Greiferfüllung nach den Versuchen von Salomon.

wozu bei dem kleinen Keilwinkel eine erhebliche Kraft nötig ist, wie die Messungen von Salomon beweisen. Bei grobstückigem, scharfkantigem Material muß sich dieser Verschiebungswiderstand in noch weit höherem Maße geltend machen und einerseits das Schließen sehr erschweren, andererseits zum Zerreiben und Zerdrücken des Materials Anlaß geben.

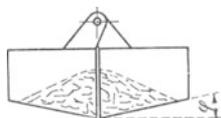


Fig. 287. Flache Greiferschaufeln für spezifisch schwere Stoffe.

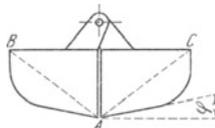


Fig. 288. Flache Schaufeln mit Rückwand für leichtere Stoffe.

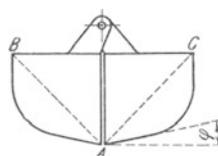


Fig. 289. Schaufeln tieferer Form.

Flache Schaufeln nach Fig. 287 sind von diesem Gesichtspunkte aus am zweckmäßigsten. Sie sind aber nur für Stoffe von großem spezifischen Gewicht, wie Erz, benutzbar, weil der Rauminhalt der Füllung gering ist. Kohle- und Koksgreifer müssen eine Rückwand erhalten (Fig. 288). Werden die Schaufeln nach Fig. 289

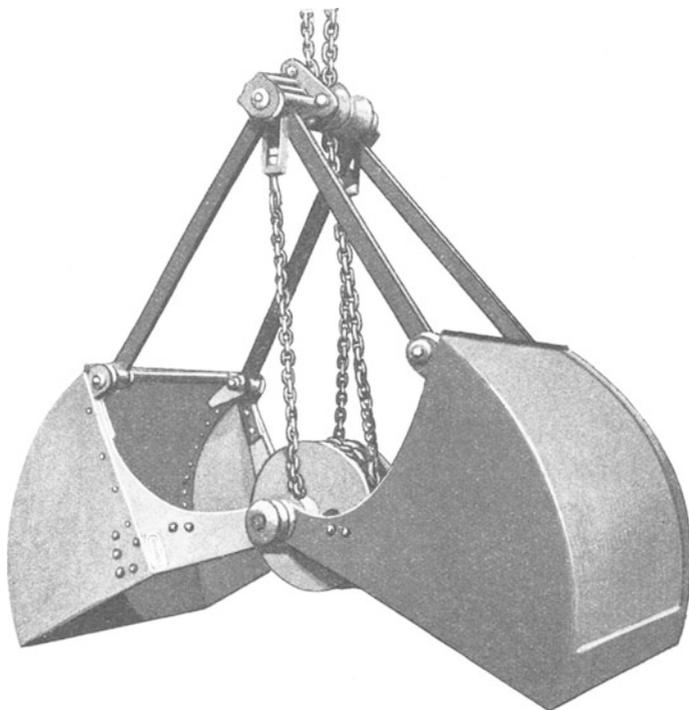


Fig. 290. Greifer nach Bauart Hayward mit Trommelübersetzung.

tiefer ausgeführt, so verkleinert sich der Keilwinkel  $BAC$ , so daß der Schließwiderstand steigt. Doch läßt sich eine derartige Form nicht immer vermeiden, weil andernfalls die Breite  $BC$  des Greifers bei gleichem Rauminhalt zu groß ausfallen kann.

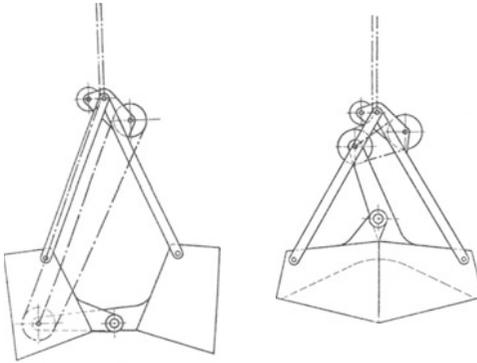


Fig. 291 u. 292. Greifer der G. H. Williams Co. mit Flaschenzug- und Hebelübersetzung.

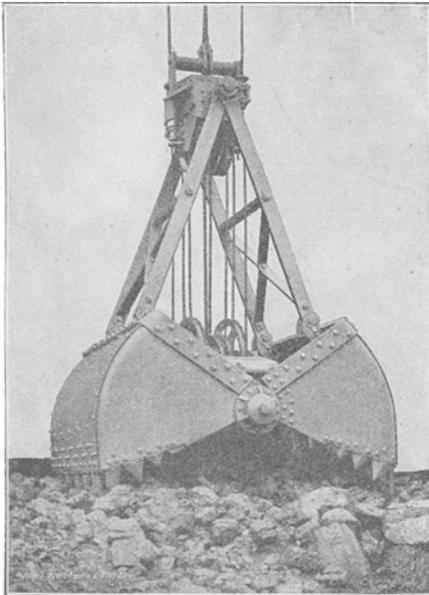


Fig. 293. Greifer Bleichterscher Bauart mit Seilflaschenzug für große Schließkraft.

In allen Fällen pflegt man die Schneide um einen gewissen Winkel  $\varphi$  gegen die Schneidrichtung schräg zu stellen, weil sie dadurch veranlaßt wird, sich tiefer einzugraben.

Der in Fig. 290 dargestellte Greifer von Hayward, der in Amerika große Verbreitung gefunden hat, ist in der erörterten Weise durch Verlegung der Drehachse aus dem Priestman-Greifer entstanden. Der Schließmechanismus ist ganz ähnlich wie dort, doch fehlt das lange Führungsgerüst, so daß der eigentliche Greifer nur noch aus den Schaufeln und Druckstangen nebst Querverbindungen besteht.

Der Greifer der G. H. Williams Co. in Cleveland (Fig. 291 und 292) hat dieselbe Grundform, doch dient zum Schließen ein Flaschenzug, dessen Wirkung durch Hebelübersetzung verstärkt wird.<sup>1)</sup>

Einfacher ist der Seilflaschenzug bei dem Bleichterschen Greifer angeordnet (Fig. 293).

Bei den meisten deutschen Konstruktionen sind die Gelenkstangen dieser

<sup>1)</sup> Nach Iron Age, 10. August 1905.

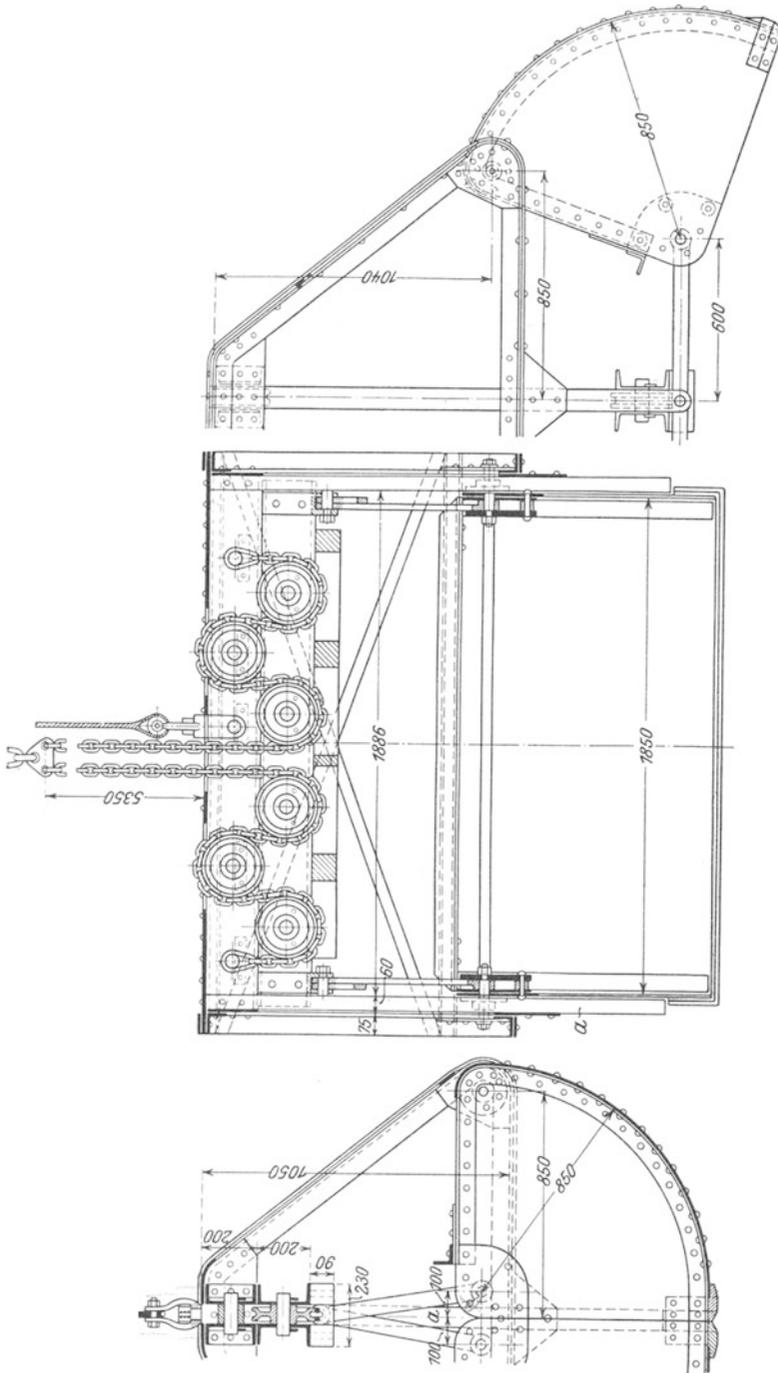


Fig. 294—296. Jägerscher Greifer mit starrem Gerüst und Kniehebelanschluß.

Greifer durch ein starres Dreieckgerüst ersetzt. Da nun die äußeren Drehpunkte der Schaufeln gegenseitig unverrückbar gelagert sind, so ist in der Mitte statt des einfachen Drehzapfens eine Verbindung durch Ketten oder Stangen nötig, die gleichzeitig zum Anschluß an den Schließmechanismus dienen und als Übersetzungsmittel mitbenutzt werden können, so bei der ältesten Ausführung dieser Art, dem in Fig. 294—296 dargestellten Greifer von Jäger.

Zwischen die beiden trapezförmigen Seitenschilder des Greifergerüsts, die aus Winkeleisen mit Eckblechen hergestellt und durch Flacheisenverkreuzung verbunden sind, ist oben ein Querbalken aus zwei  $\square$ -Eisen gelegt. Eine zweite Traverse führt sich an den seitlich angenieteten Vierkanteisen  $a$  und steht mit den Schaufeln durch zwei Kniehebelpaare in Verbindung, die in den Krümmungsmittelpunkten der Schaufeln angreifen. Diese sind in den Eckpunkten des Gerüsts drehbar aufgehängt und unten mit kräftigen Stahlschneiden versehen.

Die Lastkette wird, ehe sie in den Greifer eintritt, geteilt und greift infolgedessen vollkommen symmetrisch an. Jedes Trum läuft über drei in den  $\square$ -Eisentraversen gelagerte Rollen, so daß ein Flaschenzug entsteht, der die beiden Querbalken gegeneinanderzieht. Mit der für die Schlußstellung ungefähr zutreffenden Annahme, daß jede Traverse die Hälfte des ganzen Greifergewichtes zu übertragen habe, ist die zwischen den beiden Traversen wirkende Kraft, wenn man von den Reibungsverlusten absieht, gleich dem  $3\frac{1}{2}$ -fachen Kettenzuge.

Bei geöffnetem Greifer hängt fast das ganze Gewicht an der oberen Traverse, und es würde sich vierfache Übersetzung ergeben.

Der Wirkungsgrad des Flaschenzuges ergibt sich zu etwa 0,80 bis 0,86, wenn man in Anbetracht der schlechten Schmierung einen Zapfenreibungskoeffizienten von 0,15 bis 0,20 zugrunde legt.<sup>1)</sup> Damit läßt sich für jede Stellung der Traverse das größte mögliche Schaufeldrehmoment näherungsweise berechnen.

Das Öffnungsseil faßt an der oberen Traverse etwas einseitig an, so daß sich der Greifer beim Entleeren ein wenig schief stellt. Läßt man die Lastkette nach und hält das Seil fest, so drückt die durch ein gußeisernes Gewicht beschwerte untere Traverse die Schaufeln auseinander bis in die in Fig. 296 gezeichnete Lage. Ohne die Kniehebelwirkung würden die Schaufeln nur so weit auseinandergehen, daß ihr Schwerpunkt unter der Drehachse läge.

Die folgende Tabelle 10 in Verbindung mit der nebenstehenden Fig. 297 gibt die Hauptabmessungen der Jägerschen Greifer.

<sup>1)</sup> Vgl. Ernst, Hebezeuge, 3. Aufl., S. 59.

Tabelle 10.

## Abmessungen des Jägerschen Greifers.

Inhalt (cbm)	$b$	$h$	$b_1$	$h_1$	$w$	Länge der Schaufel (cm)	Gewicht (kg)
1	1410	705	2150	1450	2000	1400	1200
1,5	1560	780	2400	1600	2250	1550	1400
2	1730	865	2650	1750	2500	1700	1600
2,5	1880	940	2900	1950	2750	1850	1800

Da der Jägersche Greifer für viele der späteren deutschen Konstruktionen vorbildlich geworden ist, soll seine Arbeitsweise an Hand der Fig. 298 bis 303 näher erörtert werden.

Die Bahn der Schaufelspitze ist in Fig. 298 nach Gutdünken aufgezeichnet unter der Annahme, daß der Greifer zunächst ein kleines Stück durch sein Eigengewicht in die Kohle einsinkt. Soll gerade volle Füllung stattfinden, so muß der Inhalt der mit  $mno$  bezeichneten Fläche gleich dem Schaufelquerschnitt sein. Die Schaufeldrehpunkte müssen sich im Verlauf des Schließens senken.

In Fig. 298 ist der Greifer in der Mittelebene geschnitten gezeichnet. Will man den Zusammenhang der auf die Greiferhälfte wirkenden äußeren Kräfte untersuchen, so ist, als von der anderen Hälfte herrührend, nur eine Horizontalkraft  $D$  hinzuzufügen, da infolge der Symmetrie keine Neigung vorhanden ist, die beiden Greiferhälften vertikal gegeneinander zu verschieben. Dazu kommen natürlich noch Kräftepaare, die eine Drehung des Systems verhindern, für die vorliegende Untersuchung indessen keine Bedeutung haben. Die Horizontalkraft  $D$  ist gleich der an der Schaufelspitze wirkenden Druckkraft, welche die beiden Greiferhälften zu trennen sucht. Sie läßt sich für jede Schaufelstellung bei gegebenem Kettzuge leicht berechnen, wenn man das Schaufeldrehmoment durch den vertikalen Abstand  $y$  dividiert.

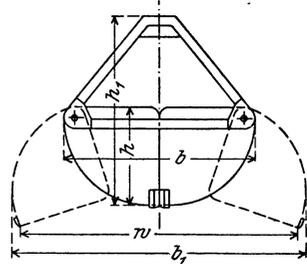


Fig. 297. Maßskizze für den Jägerschen Greifer.

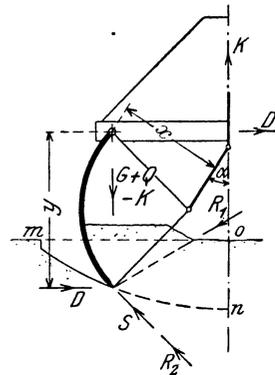


Fig. 298. Wirkung der Kräfte beim Schließen des Greifers.

Am besten sind die Vorgänge klarzustellen, wenn man wieder zunächst eine ebene Schaufel nach Fig. 299 betrachtet, die unter beliebigem Winkel gegen die Horizontale geneigt in einem Sandhaufen mit wagerechter Oberfläche steckt und von einer Horizontalkraft  $D$  ergriffen wird. Drehung der Schaufel wird durch Kräftepaare verhindert. Wäre die Schaufelspitze vollkommen stumpf, d. h. außer stande, in den Boden einzudringen, so würde sich ein Sandkörper  $abc$  unter dem Winkel

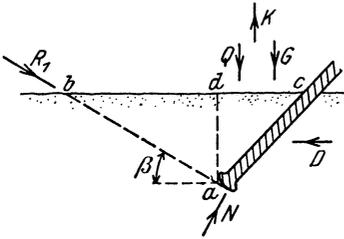


Fig. 299. Kräftewirkung an einer stumpfen Schaufel.

$$\beta = 45^\circ - \frac{\rho}{2}$$

loslösen und die schiefe Ebene  $ab$  hinaufgleiten. Dabei wirken folgende Kräfte auf die Schaufelspitze:

- $D$  = horizontale Druckkraft,
- $G$  = Eigengewicht der Schaufel,
- $Q$  = Gewicht des Sandkörpers  $acd$ ,
- $N$  = Reaktion der schiefen Ebene gegenüber der Schaufel, normal zur Linie  $ab$  gerichtet,
- $R_1$  = Widerstand, den Sandkörper und Schaufelspitze auf der schiefen Ebene finden.

Um nach Möglichkeit die Verhältnisse des Greifers nachzuahmen, sei noch eine vertikal aufwärts wirkende Kraft  $K$  hinzugefügt, entsprechend dem Kettenzuge. Dieser ist bei einer bestimmten Schaufelstellung proportional der Schließkraft  $D$ : Bei Übertragung dieser Bezeichnungen auf den Greifer ist zu berücksichtigen, daß Kettenzug und Gewicht immer nur für eine Greiferhälfte gelten.

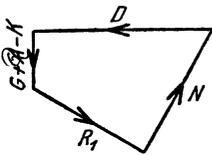


Fig. 300. Kräftepolygon für die stumpfe Schaufel.

Für den Fall, daß  $D$  eben imstande ist, eine Aufwärtsbewegung hervorzubringen, ergibt sich dann das Kräftepolygon Fig. 300, nach dem sich die erforderliche Verschiebungskraft  $D$ , falls die Reibungskoeffizienten bekannt sind, ohne Schwierigkeit berechnen läßt. Der

Kettenzug wäre  $K = \frac{1}{n} \cdot D$  zu setzen.

Denkt man sich nunmehr die Schaufel zugespitzt (Fig. 301), so sucht die Spitze in das Material einzudringen, und es wird jetzt zweckmäßig sein, an Stelle der Reaktion  $N$  den in Richtung der Schaufelebene  $ac$  fallenden Schneidwiderstand  $S$  einzuführen, womit alle die Widerstände zu-

sammengefaßt sind, die sich unter sonst gleichen Verhältnissen dem Eindringen einer vertikalen Schaufel (Fig. 283) entgegensetzen. Dazu kommt noch der Reibungswiderstand  $R_a$ , welcher durch die normal zu  $ac$  gerichteten äußeren Kräfte an dieser Fläche entsteht. Damit ergibt sich das Kräftepolygon Fig. 302.

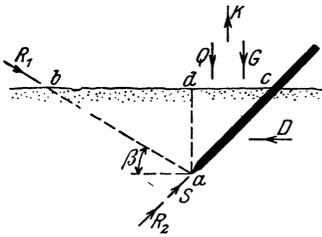


Fig. 301. Kräftewirkung an einer zugespitzten Schaufel.

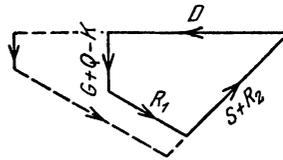


Fig. 302. Kräftepolygon für die zugespitzte Schaufel.

Ob sich die Schaufelspitze nun tatsächlich in der Richtung  $ab$  oder  $ca$  bewegt, hängt davon ab, welcher Widerstand beim Anwachsen von  $D$ , d. h. beim Anziehen der Kette, zuerst überwunden wird. Die Größe des Verschiebungswiderstandes  $R_2$  läßt sich wohl mit einiger Annäherung berechnen, dagegen können über den Schneidwiderstand gar keine Angaben gemacht werden. Schwierigkeiten entstehen auch dadurch, daß beide Widerstände, namentlich aber der letztgenannte, von der Geschwindigkeit abhängig sind. Voraussichtlich werden daher während der ganzen Dauer des Greiferschlusses beide Bewegungen gleichzeitig vor sich gehen mit Geschwindigkeiten, die den jeweils auftretenden, aus dem Polygon zu entnehmenden Kräften entsprechen.

Nehmen wir einmal an, daß bei der in Fig. 302 angedeuteten Größe der Kräfte langsame Bewegung in beiden Richtungen vor sich geht. Wollte man jetzt durch Vergrößerung des Kettenzuges  $K$  schnelleren Schluß herbeiführen, so würde das, wie leicht einzusehen, die in Fig. 302 punktiert eingezeichnete Änderung des Kräfteverhältnisses zur Folge haben, da  $K$  und  $D$  zunehmen. Die Verschiebungskraft  $R_1$  wächst schneller als die Schneidkraft, und in derselben Weise wird sich auch das Verhältnis der Wege in beiden Richtungen ändern. Daraus folgt, daß schneller Greiferschluß für eine gute Füllung nicht günstig ist, eine Schlußfolgerung, deren Richtigkeit sich in der Praxis bewährt hat.

Der Kettenzug darf nur so weit gesteigert werden, daß er die Größe von  $G + Q$  zuzüglich der Reibung in der Fläche  $ad$  nicht überschreitet. Sonst heben sich die Schneiden, und die Füllung wird unvollständig. In diesem Falle, wie überhaupt bei mangel-

hafter Füllung, wäre das Gewicht des Greifers zu vergrößern. Geht man damit indessen zu weit, so überfüllen sich die Schaufeln und lassen nachher einen Teil ihres Inhalts wieder fallen. Das kann z. B. vorkommen, wenn ein für Kohle gebauter Greifer Getreide fördern soll. Man kann sich dann durch Beschränkung der Öffnungsweite helfen, doch ist es natürlich unvorteilhaft, jedesmal das unnütze Mehrgewicht zu heben.

Die mit der ebenen Schaufel angestellten Betrachtungen sind auf die gekrümmte Greiferschaufel ohne große Änderung zu übertragen, und man könnte durch Aufzeichnen der Kräftepolygone für verschiedene Stellungen die Bahn der Schaufelspitze mit einiger Wahrscheinlichkeit bestimmen, wenn über die Schneidwiderstände Genaueres bekannt wäre. Offenbar wird auch die Form der Schneide einigen Einfluß haben. Zweckmäßig erscheint es, die Abschragung nach innen zu legen, weil dann der Greifer sich steiler eingräbt.

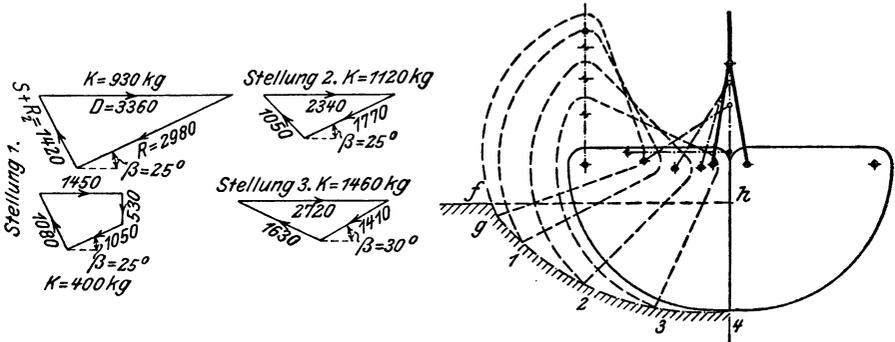


Fig. 303. Kräftepolygone beim Schließen des Jägerschen Greifers.

In Fig. 303 sind für den oben gezeichneten Jägerschen Greifer von 2000 kg Fassung die Kräftepolygone für verschiedene Schaufelstellungen gezeichnet unter der Annahme, daß das Gewicht des ganzen Greifers 1800 kg, also  $G = 900$  kg ist, und daß die Vertikalkraft  $G + Q - K = 0$  ist, also nach Früherem ungefähr der höchste zulässige Kettenzug  $K = G + Q$  ausgeübt wird. Bei Berechnung der Kräfte  $D$  wurde angenommen, daß der Wirkungsgrad des ganzen Getriebes einschließlich des Flaschenzuges = 0,75 sei.

Versteht man unter  $K$ , wie bisher, die Kettenkraft für eine Greiferhälfte, so ist, wie oben gezeigt wurde, die Traversenkraft je nach der Schaufelstellung  $P = 3,5 K$  bis  $4 K$ , die Kraft in der Zugstange nach Fig. 298 gleich  $\frac{P}{\cos \alpha}$ , und mit Berücksichtigung des

Wirkungsgrades die Schließkraft  $D = 0,75 \frac{P}{\cos \alpha} \cdot \frac{x}{y}$ .

Die Bahn der Schaufelspitze ist in Fig. 303 nach Gutdücken eingezeichnet, jedoch so, daß der Inhalt der Fläche  $fg 1 2 3 4 h$  gleich dem Schaufelquerschnitt ist. Dabei wurde angenommen, daß der Greifer durch sein Eigengewicht um das Stück  $fg$  einsinkt. Die Kräftepolygone sind für die Stellungen 1, 2, 3 gezeichnet.

Der natürliche Böschungswinkel des Materials wurde zu  $\varrho = 40^\circ$  angenommen, so daß sich ergibt:  $\beta = 45^\circ - \frac{\varrho}{2} = 25^\circ$ .

Infolge der starken Kniehebelübersetzung wird anfangs die Schließkraft sehr groß, und es ist nicht denkbar, daß der volle verfügbare Kettenzug ausgeübt wird, da das Material zunächst nur geringen Widerstand bietet. Daher ist für Stellung 1 noch ein zweites Polygon gezeichnet, in dem der Kettenzug statt 930 kg nur zu 400 kg angenommen wurde. Es zeigt sich, daß jetzt mit  $G + Q - K = 530$  das Verhältnis zwischen Schneidkraft ( $S + R_1$ ) und Verschiebungskraft  $R_2$  sich bedeutend günstiger gestaltet, und das wird noch stärker hervortreten auf dem Wege zwischen  $g$  und 1. Demnach erscheint es sehr zweckmäßig, daß der Greifer sich bis zur Strecklage des Kniehebels öffnet, weil dadurch anfangs der Kettenzug klein gehalten und bei geringem Gleitbestreben große Schneidkraft hervorgerufen wird. Die Schaufeln werden sich also sehr rasch eingraben.

Die Übersetzung des Kniehebels nimmt nun schnell ab, und  $D$  wird geringer, obwohl der Greiferinhalt und mit ihm die zulässige Kettenkraft wächst (Stellung 2). Später macht sich indessen der letztgenannte Einfluß in höherem Maße geltend, und  $D$  nimmt wieder zu. Auf die Zunahme der Schneidkraft wirkt noch ihre weniger steile Richtung günstig ein, sowie auch der Umstand, daß die Verschiebungsebene sich steiler als bisher neigen muß, weil sie sonst auf die Wand der zweiten Schaufel trifft (Stellung 3). Alle diese Umstände wirken gegen den Schluß hin immer stärker und haben sehr schnelles Wachsen der Schneidkraft zur Folge. In Stellung 4 wird endlich

$$R_1 + S = D = 4410 \text{ kg.}$$

Diese große Schneidkraft in der Schlußstellung bringt namentlich den Vorteil mit sich, daß die Schaufeln imstande sind, größere Kohlestücke, die sich zwischen die Schneiden geklemmt haben, zu zerdrücken.

Fig. 304 gibt einen Greifer von Mohr & Federhaff wieder, der bei 2 cbm Fassungsvermögen etwa 1800 kg wiegt. Die Konstruktion unterscheidet sich von der Jägerschen namentlich dadurch, daß die Hubkette ungeteilt in den Greifer eingeführt ist. Der Flaschenzug besteht aus zwei in einer schweren gußeisernen

Traverse gelagerten losen Rollen und einer festen Rolle im Greifergerüst. Durch eine Leitrolle wird die Schließkette so geführt, daß sie um etwa 50 mm aus der Mittelebene des Greifers abweicht, ebensoviel wie die gegenüber am Gestell befestigte Entleerungskette, so daß der Greifer in jedem Falle ein wenig schief hängt.

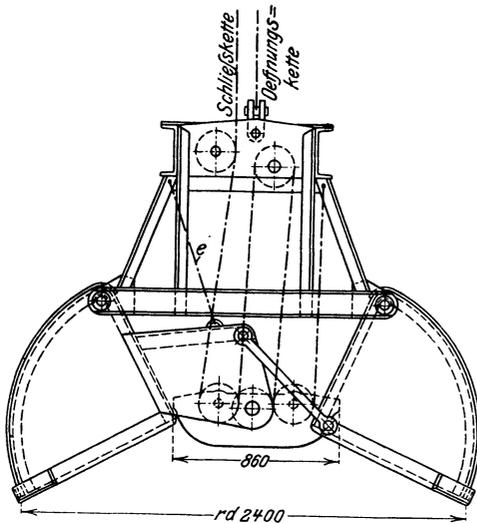


Fig. 304. Kettengreifer von Mohr & Federhaff.

Die Gußtraverse, die den unteren Rollenblock darstellt, ist mit Zapfen in Blechschilde eingehängt, die mit der links gezeichneten Schaufel fest vernietet sind. Der Aufhängepunkt der Traverse beschreibt also einen Kreis um den Drehzapfen und bedarf keiner besonderen Führung. Die zweite Schaufel wird von der ersten aus durch eine Stange mitgenommen. Bei dieser Art des Antriebes bewegen sich natürlich die Schaufeln nicht ganz gleichmäßig. Die an den beiden Schneiden ausgeübten Horizontalkräfte lassen sich für jede Stellung leicht berechnen, wenn man bedenkt, daß sie sich gegenseitig aufheben, also notwendig einander gleich sein müssen. Die auf Verschiebung und auf Eindringen wirkenden Kräfte müssen besonders bei voller Öffnung in wesentlich anderem Verhältnis stehen, als bei dem Greifer von Jäger, da die sehr starke Übersetzung des vollständig gestreckten Kniehebels hier fehlt, so daß bei Beginn des Eindringens größerer Kettenzug auszuüben ist. Die an der Traverse wirkende Kraft darf wieder, je nach der Schaufelstellung, gleich dem 3,5- bis 4fachen Kettenzug gesetzt werden. Das Gewicht der Traverse genügt, um die Schaufeln zu spreizen.

Der Greifer hat sich in zahlreichen Ausführungen gut bewährt. Die Gewichte werden folgendermaßen angegeben:

Inhalt (cbm):	1,25	1,5	1,75	2	2,25
Gewicht des Greifers (kg):	1350	1480	1660	1780	1860

Das gleiche Konstruktionsprinzip läßt sich auf Seilgreifer anwenden, nur müssen die Flaschenzugrollen ihres größeren Durchmessers wegen auf eine Achse gesetzt werden (Fig. 305).

Eine neuere Konstruktion der Benrather Maschinenfabrik (Fig. 306)<sup>1)</sup> unterscheidet sich von dem Jägerschen Greifer dadurch, daß die Kniehebelwirkung, statt zu Anfang, am Ende des Schließ-

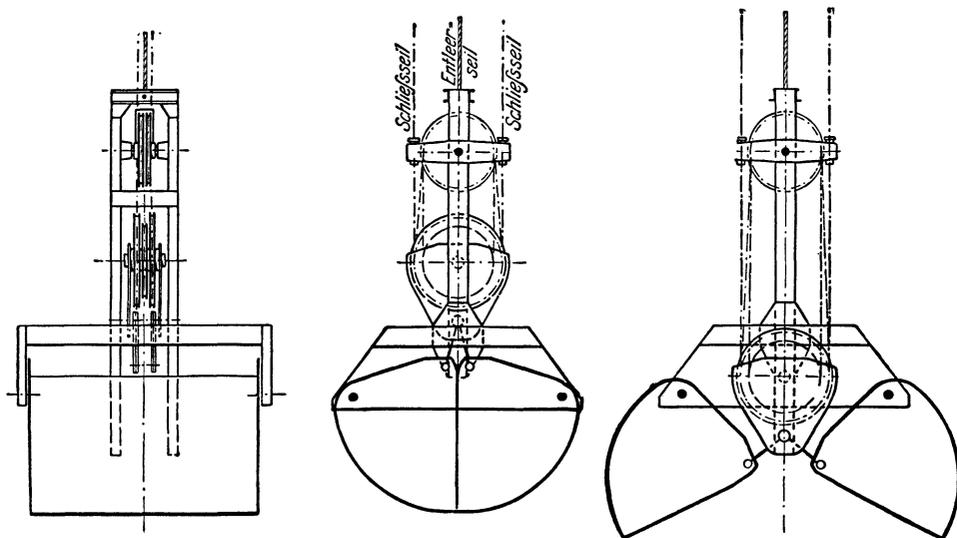


Fig. 305. Seilgreifer von Bleichert.

vorganges eintritt, so daß die Schneiden mit noch viel größerer Gewalt gegeneinandergedreßt werden und harte, große Stücke besser zermahlen. Dagegen ist zu Anfang die Wirkung weniger günstig.

Als Übersetzungsmittel können auch, wie beim Priestman-greifer, Trommeln dienen, deren Achse entweder an einer Schaufel<sup>2)</sup> oder am Gerüst fest gelagert ist (Fig. 307). Vergrößerung der

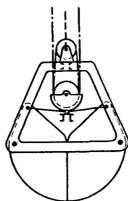


Fig. 306. Greifer mit umgekehrtem Kniehebel. Benrather Maschinenfabrik.

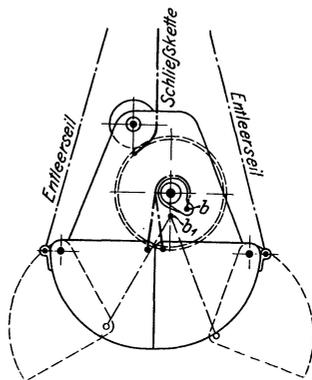


Fig. 307. Greifer mit fester Trommel und unrunder Scheibe.

<sup>1)</sup> D.R.P. 174762.

<sup>2)</sup> Vgl. Dingler 1903, S. 310, Fig. 226 und 227.

Schneidenkraft beim Schluß wird durch unrunde Form der kleinen Trommel erreicht. Da ein die Schaufeln auseinanderdrückendes Gewicht bei festgelagerter Trommelachse fehlen würde, so muß das Entleereseil geteilt werden und außerhalb der Drehpunkte an den Schaufeln angreifen, so daß das Gewicht des Gerüsts die Schaufeln öffnet. Werden sehr große Schließkräfte verlangt, so stehen Zahnräder zur Verfügung,<sup>1)</sup> indessen wird dieses Hilfsmittel selten benutzt.

Neuere Bestrebungen, namentlich im amerikanischen Greiferbau, gehen darauf aus, die Schaufeldrehachsen beim Öffnen voneinander zu entfernen und dadurch die Greifweite zu vergrößern, wodurch einerseits bessere Füllung, andererseits vollkommeneres Ausräumen von Schiffen mit engen Luken möglich wird.

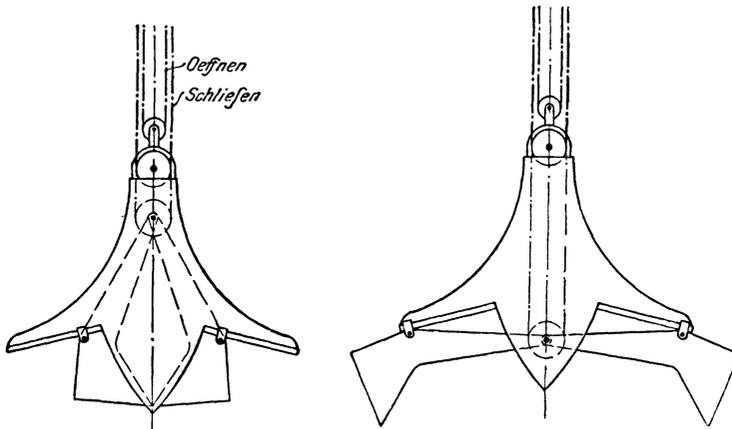


Fig. 308 und 309. Greifer mit Gleitbewegung der Schaufeldrehpunkte von Brown.

Fig. 308 und 309 geben das Schema des Greifers von Brown. Die Schaufeln sind in Schlitten gelagert, die sich an einer geraden Gleitbahn des Gestelles verschieben können. Die verlängerten Schaufelarme treffen sich an einem senkrecht gerade geführten Punkt, an dem das Schließseil mittels eines Flaschenzuges angreift. Der Greifer öffnet sich beim Anziehen des Halteseiles und Nachlassen des Schließseiles durch das Eigengewicht der Schaufeln. Wie aus der Skizze des geöffneten Greifers hervorgeht, kann durch Verlängerung der Schaufelarme, d. h. durch Vergrößerung des Abstandes zwischen Schaufeldrehpunkt und Angriffspunkt des Flaschenzuges, die Greifweite auf ein beliebiges Maß gebracht werden.

<sup>1)</sup> Vgl. Dingler 1903, S. 310 und 311.

Diese Konstruktion erreicht ihren Zweck in einfacher Weise mit wenigen bewegten Teilen. Die Schlitten haben sich im Betriebe durchaus bewährt. Als Nachteil muß hervorgehoben werden, daß die ausladenden Führungsarme des Gestelles auch bei geschlossenen Schaufeln ziemlich viel Raum einnehmen, so daß der Greifer beim Arbeiten aus dem Schiff vorsichtig herabgelassen und aufgezogen werden muß.

Bei dem Greifer der Wellman-Seaver-Morgan Co. (Fig. 310 und 311) sind die Schaufeln auf der inneren Seite an Hängestangen, außen an Kurbeln befestigt, die durch eine am Gestell fest gelagerte Welle um etwa  $120^\circ$  gedreht werden und so den Greifer öffnen und schließen.

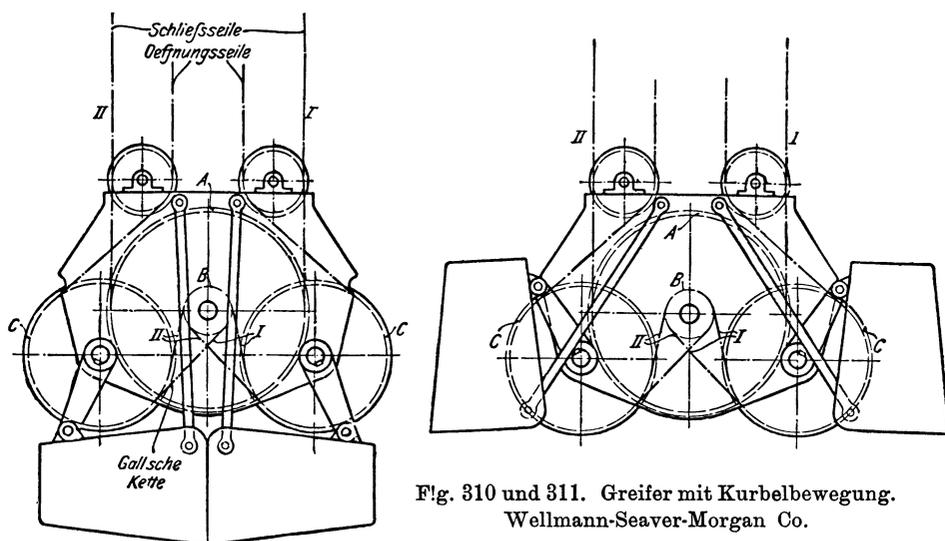


Fig. 310 und 311. Greifer mit Kurbelbewegung.  
Wellmann-Seaver-Morgan Co.

Die Schließseile wirken an zwei nahe der Greifermittle nebeneinanderliegenden Trommeln *A*, mit denen die kleinen Trommeln *B* für die Gallschen Ketten zusammengewunden sind. Diese greifen wieder an größeren Rädern *C* an und drehen auf diese Weise die Kurbelwelle. Durch das Seil *I* werden die auf einer Seite des Greifers, z. B. in der Figur vorn liegenden Ketten *I, I* gespannt, während die Ketten *II, II* entsprechend an den hinten liegenden Kettenrädern angreifend zu denken sind. Die Entleererseile wirken auf dieselben Scheiben *C* und damit auf die Kurbelwellen im umgekehrten Sinne.

Die vorliegende Konstruktion baut sich gedrängter, ist aber vielteiliger als die von Brown.

Für eine der besten Konstruktionen gilt der in Fig. 312 und 313 dargestellte Greifer von Hoover & Mason.<sup>1)</sup> Die Schaufeln sind innen an zangenartig geformten Gliedern  $Z_1$  und  $Z_2$  aufgehängt, die in  $A$  ihren gemeinsamen Drehpunkt haben. Das an den Rollen  $C_1$  und  $C_2$  angreifende Schließseil preßt die unteren Hälften der Zange und damit die Schaufeln gegeneinander. Das Entleereseil greift mit Trommelübersetzung im oberen Teil der Zange an, sucht sie also zu öffnen. Die richtige, für das Einsetzen zweckmäßige Stellung der Schaufeln wird durch außen angreifende Lenkstangen  $L_1$  und  $L_2$  herbeigeführt, deren obere Endpunkte  $B_1$  und  $B_2$  sich beim Öffnen nach innen bewegen.

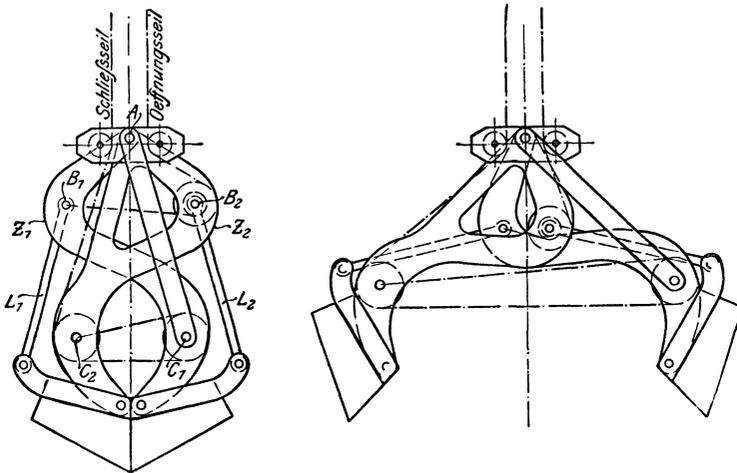


Fig. 312 und 313. Zangengreifer von Hoover & Mason.

Daß bei der inneren Zange  $Z_1$  die Punkte  $A$  und  $C_1$  durch eine außenliegende Gelenkstange verbunden sind, während das Glied  $Z_2$  voll geschmiedet ist, hat lediglich einen konstruktiven Grund. Die Verbindungsstange würde, wenn sie in derselben Ebene mit  $Z_1$  läge, beim Öffnen mit der Achse  $B_2$  zusammenstoßen.

Die Konstruktion ist einfach und scheint sich sehr gut zu bewähren. Allerdings ist die Bauhöhe groß und die Herstellung der Zangen ziemlich kostspielig.

Da der Einbau doppelter Trommeln mit Getrieben den Kran verteuert, auch nicht selten Krane, die ursprünglich nur mit Förderkübel arbeiteten, später für Betrieb mit Greifer eingerichtet werden müssen, so sind eine Reihe von Greifern konstruiert worden, die mit einem einzigen Zugorgan arbeiten.

<sup>1)</sup> D.R.P. 132314.

Der Einkettengreifer von Büniger & Leyrer<sup>1)</sup> (Fig. 314 bis 321) entspricht in seiner Gesamtanordnung der Priestmanschen Bauart. Der Schließvorgang ist genau derselbe wie dort. Soll der Greifer, nachdem er gehoben ist, entleert werden, so ist die Traverse *b* bzw. die mit ihr durch Zugstangen verbundene Glocke *a* festzuhalten und die Krankette nachzulassen. Dann senkt sich das Gestell, dessen Gewicht jetzt frei auf die Schaufeldrehpunkte wirkt, und drückt die Schaufeln auseinander. In Fig. 315 ist die geöffnete Lage der Schaufeln gegenüber dem Rahmen punktiert eingezeichnet; in Wahrheit hat man natürlich bei dem Öffnungsvorgang die Traverse, als den Scheitelpunkt des Kniehebels, festliegend zu denken, während der Rahmen sich senkt.

Fig. 314 und 315.

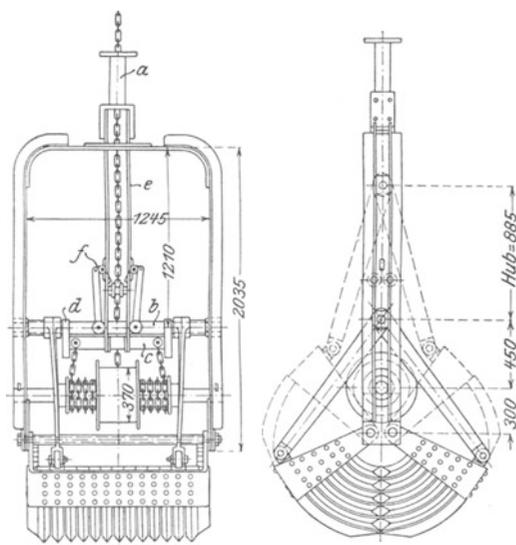
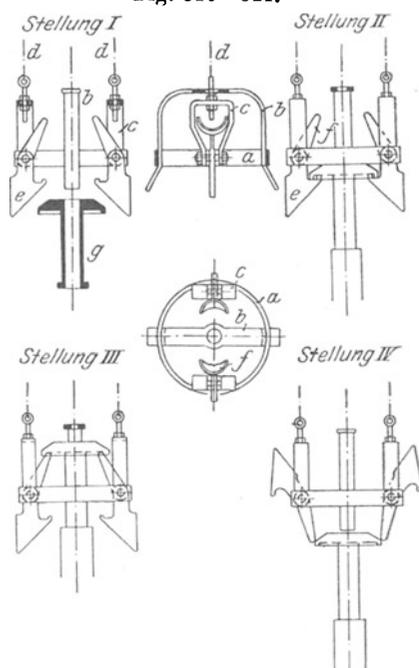


Fig. 314—321. Einkettengreifer von Büniger &amp; Leyrer.

Fig. 316—321.



Sobald die Glocke *a* freigegeben wird, hängt der Greifer wieder an der Krankette und würde sich schließen. Da er aber geöffnet niedergelassen werden muß, so ist eine besondere Vorrichtung vorhanden, welche die Traverse während des Senkens unverrückbar gegenüber dem Rahmen festhält. Die Hilfsketten greifen nicht un-

<sup>1)</sup> D.R.P. 111414.

mittelbar an der Traverse  $b$ , sondern zunächst an einem Balken  $c$  an, der jener gegenüber geringen Spielraum hat. Die Zugkraft wird durch die beiden Bänder  $d$  übertragen. Ist jetzt die Glocke  $a$  und damit durch die Zugstangen  $e$  der Balken  $c$  festgehalten, so überträgt sich das Gewicht des Rahmens und der Schaufeln durch den Kniehebel auf die Traverse  $b$ , diese senkt sich also um den erwähnten Spielraum und stützt sich auf  $c$ , während die Zugbänder schlaff werden. Bei dieser Verschiebung drehen sich die an den Stangen  $e$  gelagerten, mit  $b$  durch Gelenkstäbe verbundenen Hebel  $f$  so, daß sich ihre Zungen von beiden Seiten an die Kette anlegen. Beim Abwärtsgang gleitet die Kette zwischen den Zungen durch, sperrt sich aber, sobald sie wieder angezogen wird, so daß der Kettenzug sich vollständig auf die Traverse überträgt und der Greifer geöffnet bleibt. Erst wenn die Schaufeln aufsetzen, also die Kette schlaff wird, löst sich die Sperrung und der Balken  $c$  geht zurück, so daß die Zungen die von neuem angezogene Kette frei passieren lassen und der Greifer sich schließt.

Zum Festhalten der Glocke  $a$  kann eine Gabel benutzt werden, die am Rollenkopf drehbar aufgehängt ist und vom Kranführer mit einer Stange vor- und zurückgeschoben wird. Soll dem Manne diese Arbeit erspart werden, so findet eine Vorrichtung nach Fig. 316 bis 321 Verwendung, die folgendermaßen wirkt.

Der Flacheisenring  $a$  hängt an zwei Bügeln  $c$ , die von den beiden am Ausleger befestigten Ketten  $d$  gehalten werden. Ein mittlerer Bügel  $b$  versteift den Ring und führt die Krankette zentral. Die Sperrhaken  $e$  sind gelenkig mit dem Ring verbunden und nehmen, sich selbst überlassen, die in Stellung I gezeichnete Lage ein. Wird jetzt der Greifer aufgezozen, so drängt die Glocke  $g$  die Haken zur Seite. Nach Passieren der Glocke schwingen die Haken in die alte Stellung zurück und halten sie beim Nachlassen der Krankette fest (Stellung II). Durch weiteres Nachlassen wird der Greifer entleert. Bei Wiederanziehen der Kette bleiben die Schaufeln, wie vorher beschrieben, geöffnet. Die Glocke  $g$  wird über die Arme  $f$  hinausgehoben (Stellung III) und kann dann beim Niedergehen frei passieren, da sie die Sperrhaken vollständig zur Seite dreht. Durch ihr Eigengewicht schwingen diese nachher in die Anfangslage zurück.

Einseilgreifer werden in der Weise angeordnet, daß zwischen die Unterflasche und das Schließgestänge eine Kupplung eingeschaltet wird, deren Lösung Öffnen des Greifers zur Folge hat. Ein Beispiel ist der von Pohlig gebaute Greifer nach G. J. Hone<sup>1)</sup>

---

<sup>1)</sup> D. R. P. 89881.

(Fig. 322 bis 324). Die oberen Rollen des Flaschenzuges sind fest im Gerüst, die unteren in einem Gleitstück *a* gelagert, das mit dem gleichfalls im Gestell geführten Zapfen *b* durch eine besondere Vorrichtung nach Fig. 324 gekuppelt wird. An *b* greifen die Zugstangen an, welche die Schaufeln schließen. Der Arbeitsvorgang ist folgender:

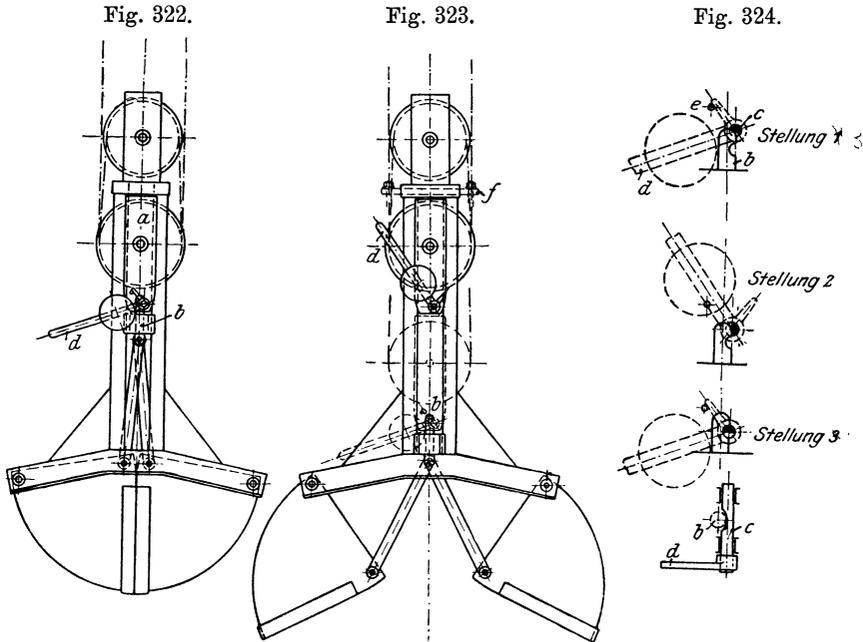


Fig. 322—324. Einseilgreifer mit Auslösevorrichtung nach Hone.

Wird der Greifer in geschlossenem Zustande (Fig. 322) gehoben, so sind die Teile *a* und *b* durch den in *a* gelagerten Bolzen *c* fest miteinander verbunden. Bolzen *c* ist mit einer Aussparung versehen, die es möglich macht, ihn bei richtiger Stellung an dem Zapfen *b* vorbeizuführen, augenblicklich ist er jedoch in die Aussparung von *b* hineingedreht und wird in dieser Lage (Stellung 3) durch den Gewichtshebel *d* gehalten, dessen Ausschlag durch den Stift *e* begrenzt ist. Dreht man jetzt den Hebel aufwärts, wie in Fig. 323 gezeichnet (Stellung 2 in Fig. 324), so wird die Kupplung gelöst, so daß *b* frei wird und die Schaufeln sich öffnen können. Das mit *b* verbundene Gleitstück muß so schwer sein, daß es die Schaufeln genügend spreizen kann und bis in seine tiefste, durch einen Anschlag begrenzte Stellung sinkt. Der Hebel *d* fällt, sobald er losgelassen wird, wieder in seine Anfangsstellung zurück. Der

Greifer kann erst wieder geschlossen werden, wenn er auf die Kohle niedergelassen ist, die Schaufeln also eine feste Unterstützung gefunden haben. Läßt man nämlich in dieser Lage das Seil weiter nach, so senkt sich der untere Rollenblock durch sein Eigengewicht, bis der Kuppelbolzen *c* auf den Kopf des Zapfens *b* stößt (Stellung 1, Fig. 324). Da der Rollenblock sich weiter senkt, muß der Gewichtshebel sich aufwärts drehen, bis die Aussparung von *b* erreicht ist. Jetzt fällt er zurück und stellt die Kupplung her (Stellung 3, Fig. 324). Durch Anziehen des Seiles wird nun der Greifer geschlossen.

Einen wichtigen Bestandteil bildet noch eine hier nicht gezeichnete Dämpferpumpe, die mit Öl od. dgl. gefüllt ist und verhindert, daß bei Lösung der Kupplung das untere Gleitstück plötzlich herunterfällt. Eine allmähliche Entleerung ist sowohl für die Schonung der Kohle wie auch der Behälter, in welche die Kohle geschüttet wird, von Wichtigkeit, besonders wenn Eisenbahnwagen oder Fuhrwerke beladen werden.

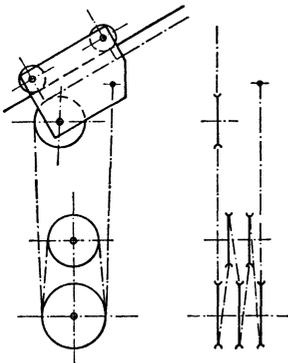


Fig. 325 und 326.

Anbringung des Einseilgreifers  
an einem Schrägbahnkran.

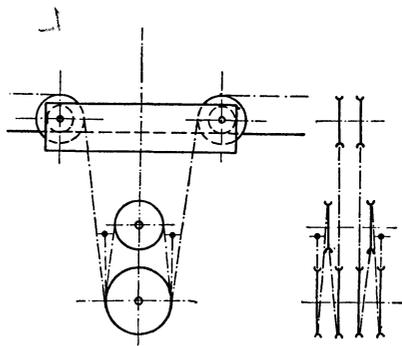


Fig. 327 und 328.

Anbringung des Einseilgreifers  
an einer Verladebrücke.

Die Schaufeln können, wenn auch nicht vom Maschinisten, so doch vom Bedienungspersonal jederzeit durch Lüften des Hebels geöffnet werden. Das ist z. B. dann erwünscht, wenn der Greifer, wie es beim Herausholen der Reste vorkommt, sich im Schiff nicht vollständig gefüllt hat und noch einmal fassen soll. Findet die Entleerung immer an bestimmter Stelle statt, wie bei Schrägbahnkränen, so wird der Hebel hier durch einen festen Anschlag ausgelöst.

Wird der Greifer nach Fig. 325 und 326 eingebaut, wie es meistens geschieht, so ergibt sich ein verhältnismäßig starker Seilverschleiß, da das Seil während der ganzen Dauer des Hubes

durch sämtliche Flaschenzugrollen läuft. Bei der Aufhängung nach Fig. 327 und 328 fällt dies fort, da der Flaschenzug in zwei symmetrische Hälften aufgelöst ist und die Seilenden im Greifergerüst befestigt sind.

Andere Kuppelvorrichtungen kommen bei dem Einseilgreifer von Bleichert<sup>1)</sup> (Fig. 329) und Correll<sup>2)</sup> zur Anwendung.

Wenn irgend möglich, sollten Einkettengreifer nur da Verwendung finden, wo immer an einer bestimmten Stelle, z. B. über einem in den Kran eingebauten Füllrumpf, entleert wird, da sonst die Unmöglichkeit, den Greifer vom Führerstande aus an beliebiger Stelle zu öffnen und zu schließen, Zeitverluste oder Betriebsschwierigkeiten herbeiführt.

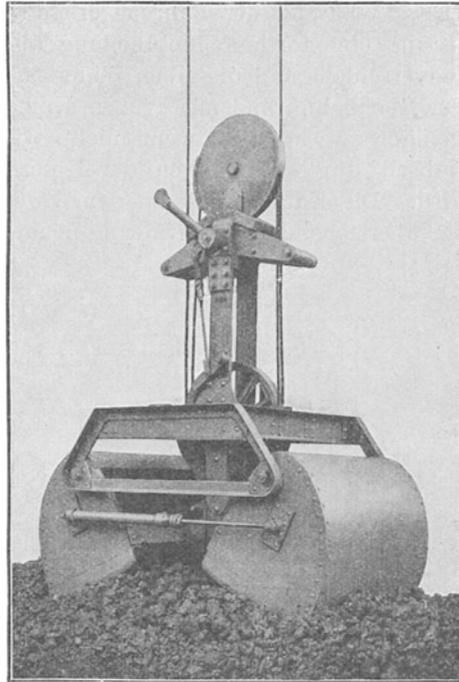


Fig. 329. Bleichertscher Einseilgreifer.

## 10. Kapitel.

### Seilführung, Winde und Laufkatze.

#### a) Gesamtanordnung des Kranantriebes.

Die Anordnung von Winde und Seillauf ist sehr einfach, wenn die Linie, in der gehoben wird, ihre Lage gegenüber der Winde nicht verändert, also bei Drehkränen und Laufkatzen, die die Winde mit sich führen. Schwieriger wird die Seilführung bei Hochbahnkränen mit feststehender Winde.

Die Aufgabe, eine Last von einer festen Winde aus zu heben und zu verfahren, tritt auch im übrigen Kranbau auf und findet dort ihre Lösung gewöhnlich durch die in Fig. 330 skizzierte An-

<sup>1)</sup> D.R.P. 153 141.

<sup>2)</sup> D.R.P. 153 219.

ordnung. Das Hubseil ist an einem Ende des Auslegers befestigt und trägt die Last in loser Rolle, erfährt somit keine Verlängerung oder Verkürzung, wenn die Katze durch das Fahrseil verschoben wird. Während des Fahrens erleidet das Hubseil unter voller Belastung eine fortlaufende Biegung über drei Rollen, wobei derselbe Seilverschleiß und dieselben Widerstände auftreten wie beim Heben. Für Hochbahnkrane mit großem Katzenweg ist daher die Anordnung weniger zweckmäßig, wenn nicht, wie in Fig. 330 angedeutet, das Hubseil durch Einhängen der Unterflasche in die Katze entlastet wird. Die Katze erhält zu dem Zwecke einen Haken, in den sich die überstehenden Enden der Rollenachse beim Aufziehen einhängen,

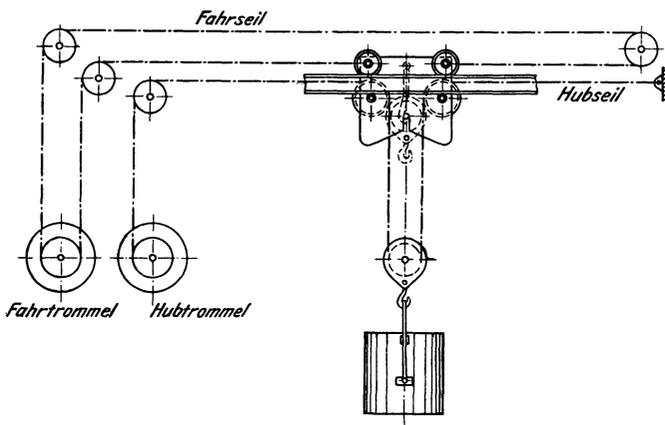


Fig. 330. Dreiseilkrane ohne Greifer.

um sich beim Wiederanheben selbsttätig zu lösen.<sup>1)</sup> In dieser Form hat die Seilführung nach Fig. 330 häufiger Anwendung gefunden, obwohl durch das Ein- und Ausklinken, sowie durch die Abhängigkeit der Fahrbewegung von der Vollendung des Hubes geringe Zeitverluste entstehen. Bei Greiferbetrieb ist die Anordnung im allgemeinen nur für das Entleereseil verwendbar, weil das Schließseil im Greifer festgemacht oder durch einen vielrolligen Flaschenzug gezogen werden muß. Hängt man den Greifer an den Kranhaken, so geht sehr viel Höhe verloren.

Bei neueren amerikanischen Kranen von hoher Tragkraft und Leistung ist daher diese Bauart, wie in Fig. 331 skizziert, durch Einschaltung von zwei losen Rollen in den Zug des Hubseiles abgeändert worden. Das Entleereseil des Greifers weist noch ganz die alte Führung auf. Es faßt am Greifer mittels loser Rollen an und

<sup>1)</sup> Vgl. Fig. 373.

ist bei *b* am Auslegerende festgemacht. Der von der Trommel ablaufende Teil des Schließseiles dagegen — in der Figur durch Schließen I gekennzeichnet — wird nicht in den Greifer eingeführt, sondern läuft über eine in der „Hilfslaufkatze“ gelagerte Rolle und von da zum Punkte *a*, wo er am Krangerüst festgemacht ist. Die

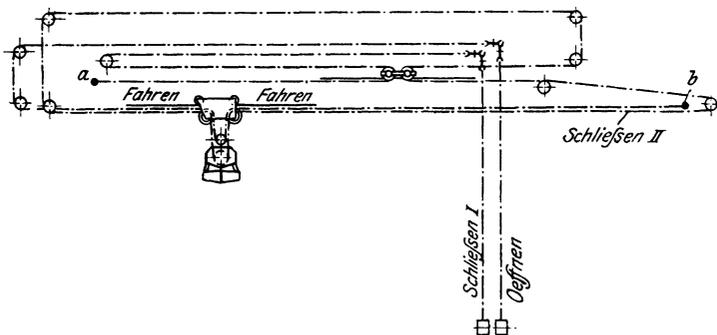


Fig. 331. Amerikanischer Vierseilkran mit Greifer.

beiden von der andern Rolle ablaufenden Stränge gehen zum Greifer und formen eine Art von endlosem Seillauf, der durch Anziehen von Schließseil I verkürzt wird, während er beim Katzenfahren keine Veränderung seiner Länge erfährt, sondern sich frei in sich selbst verschiebt. Die Führung der Katzenfahrseile bietet nichts Besonderes.

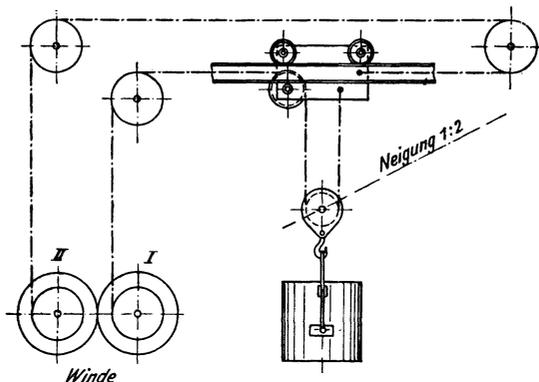


Fig. 332. Zweiseilkran ohne Greifer.

Grundsätzlich anders ist die Anordnung der Fig. 332. Das Hubseil ist in der Katze festgemacht, übt also auf diese einen einseitigen Zug aus, der von dem auf der anderen Seite angreifenden Fahrseil aufgehoben werden muß, so daß beide Seile die gleiche

Spannung erhalten. Zum Heben hat man Trommel I allein, zum Katzenfahren beide Trommeln einzurücken. Daneben kann durch Drehen der Trommel II allein die Last in schräger Richtung bewegt werden.

Heben und Fahren lassen sich bei dieser Anordnung nicht in beliebiger Weise vereinigen, auch ist die Fahrgeschwindigkeit von der Hubgeschwindigkeit abhängig.

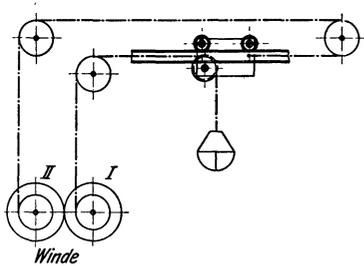


Fig. 333. Zweiseilkran mit Greifer.

Wenn an die Stelle der losen Rolle der Flaschenzug eines Greifers tritt, so wird das Seil beim Heben unnütz durch sämtliche Flaschenzugrollen gezogen, also schnell abgenutzt. Für Greifer wohl benutzbar ist dagegen die Abänderung nach Fig. 333, nur muß das

Hubseil, damit der Greifer sich nicht dreht, doppelt ausgeführt werden. Bei Seilbahnkränen findet sich die Anordnung Fig. 332 vielfach dahin abgeändert, daß die Last an drei Strängen hängt.

Um Fahren und Heben voneinander unabhängig zu machen, hat Jäger bereits bei einer älteren Ausführung beide Seilstränge

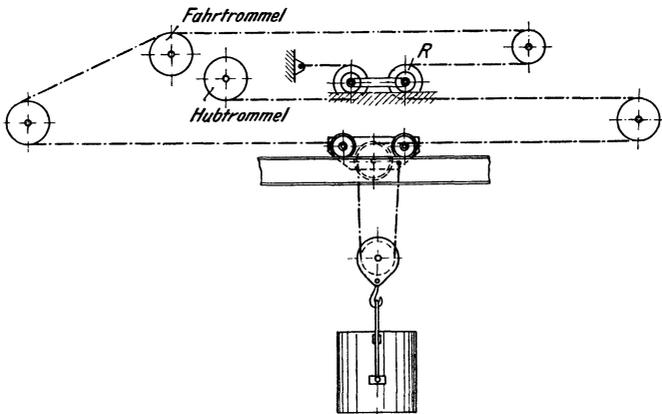


Fig. 334. Jägersche Seilführung mit Hilfslaufkatze.

zu einer Fahrtrommel geführt (Fig. 334) und in den so geschaffenen, beliebig beweglichen endlosen Seillauf eine Hilfslaufkatze eingeschaltet, die unter Einwirkung der Hubtrummel steht und das Lasttrum jederzeit zu verkürzen und zu verlängern gestattet.

Hunt benutzt vielfach eine Anordnung nach Fig. 335. Die Last ist an zwei Seilen befestigt, die von den Windentrommeln 1

und 2 auf derselben Seite ablaufen und symmetrisch in die Katze eingeführt sind. Das Stirnrad mit Trommel 1 sitzt fest auf der Welle, die mit Trommel 2 und Bremse  $B_1$  durch eine Reibkuppelung  $R$  verbunden werden kann. Zwischen den Trommeln befindet sich ein Wendegetriebe, dessen Zwischenräder in einem durch die Bremse  $B_2$  feststellbaren Ringe gelagert sind. Ist die Reibkuppelung eingerückt und Bremse  $B_2$  los, so drehen sich die Trommeln im gleichen Sinne, die Last kann also gehoben oder mit Hilfe von  $B_1$  gesenkt werden. Ist dagegen  $R$  gelöst und  $B_2$  festgestellt, so kommt das Wendegetriebe zur Wirkung. Die

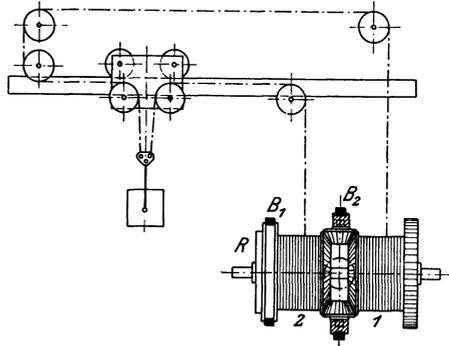


Fig. 335. Steuerung der Last durch Relativbewegung der Trommeln mit Hilfe eines Kegelräderwendegetriebes.

eine Trommel gibt ebenso viel Seil her, wie die andere aufwickelt, und die Last wird horizontal verschoben. Gleichzeitiges Fahren und Heben ist hierbei unmöglich. Hunt hat deshalb bei neueren Ausführungen eine besondere Fahrwinde eingebaut und an der Hubwinde die Bremse  $B_2$  fortgelassen. Verschiebung der Laufkatze durch das Fahrseil hat jetzt zur Folge, daß die Hubtrommeln sich gegeneinander verdrehen, ohne daß die Gesamtlänge der beiden Hubseile geändert oder der Hebevorgang irgendwie beeinflußt würde.

Die Anordnung ist für Greifer aller Arten ohne weiteres verwendbar.

Das Bestreben, Winde und Seilführung zu vereinfachen, führte zum Bau von Kranen, die mit einem einzigen Seile arbeiten. Das Lastseil wird so geführt, daß es einen einseitigen Zug auf die Katze ausübt, der während des Hebens durch äußere Kräfte aufgehoben werden muß.

Bei der Anordnung nach Fig. 336 ist die Fahrbahn mit Einschnitten  $a$  oder Anschlägen versehen, welche die Katze während der Hubbewegung festhalten. Anschlägen des Hakengeschrirres gegen die Katze entriegelt die Haltevorrichtung, während sich gleichzeitig die Last in die Katze einhängt, so daß diese bei weiterem Anziehen des Lastseiles nach rechts bzw. bei Nachlassen des Seiles unter der Wirkung der Schwerkraft nach links fährt. Falls die Neigung des Trägers nicht genügt — man pflegt 1 : 4 als geringste Neigung

anzusehen —, wird zur Beschleunigung des Rücklaufes ein Gegengewicht mit Flaschenzug benutzt.

Das beschriebene Prinzip liegt dem Temperley-Kran, sowie verschiedenen älteren amerikanischen Bauarten zugrunde (vgl. Abschnitt *b*: Laufkatzen). Die Einfachheit der Gesamtanordnung ist in vielen Fällen von entscheidendem Einfluß, namentlich bei Anlagen, die vorübergehenden Zwecken dienen. Bei angestrengtem Dauerbetrieb und großen Leistungen machen sich jedoch der komplizierte Bau der Einzelteile und die Abhängigkeit der Bewegungen voneinander in störender Weise geltend; auch ist die Anordnung ungeeignet für Greiferbetrieb.

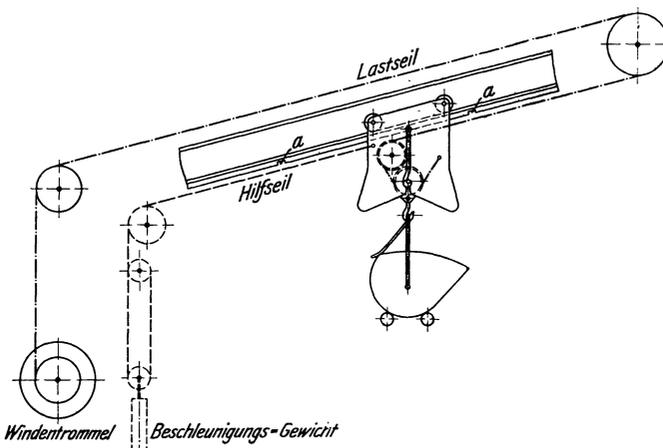


Fig. 336. Seilführung für Einseilkrane mit Verriegelung der Katze.

Neigt man die Fahrbahn so stark, daß die Resultierende aus Seilzug und Katzenbelastung senkrecht zur Bahn steht oder, was dasselbe bedeutet, die parallel zur Bahn gerichteten Kräfte sich aufheben, so ruft der Seilzug keine Verschiebung der Katze hervor. Die Anordnung ist zuerst von Hunt angegeben worden (Huntscher Elevator).

Wie aus Fig. 337, die Bleichertschen Ausführungen entnommen ist, hervorgeht, muß bei Anwendung einer losen Rolle die Neigung etwas mehr als  $30^\circ$  betragen. Die Katze läuft dann abwärts, bis sie gegen einen an der Bahn befestigten Anschlag trifft. Nunmehr läßt sich die Last senken und heben. Erst wenn das Hakengeschirr wieder gegen die Katze stößt, folgt diese dem Zuge des Lastseiles.

Um den Arbeitsplatz zu wechseln, hat man den Anschlag, den sog. Stop, zu verschieben, was mit Hilfe einer Bremse geschieht. Der Stop ist durch ein Gegengewicht ausgeglichen, das sich auf

einer besonderen Bahn verschiebt und den Stop aufwärtszuziehen imstande ist. Wird die Bremse auf der gemeinsamen Trommelwelle für Stop- und Gegengewichtsseil gelüftet, so fährt demnach der Stop nach oben. Will man ihn nach unten verschieben, so hat man ebenfalls die Bremse zu lüften und den Stop durch die Laufkatze mit nach unten nehmen zu lassen.

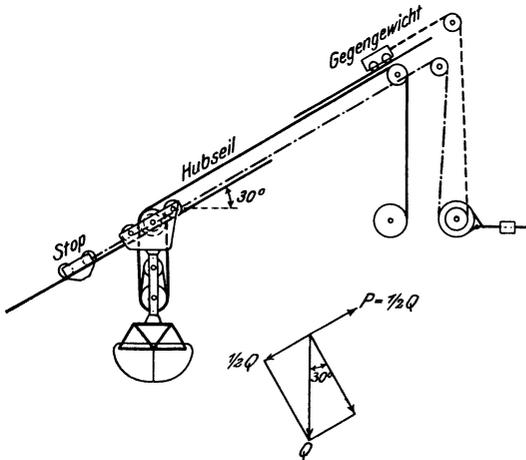


Fig. 337. Seilführung für einen Schrägbahnkran. Bleichert.

Für Betrieb mit Flaschenzuggreifer wird der unter  $30^\circ$  geneigte Ausleger vielfach benutzt, obwohl sich im Betriebe herausgestellt hat, daß das Seil infolge der über die

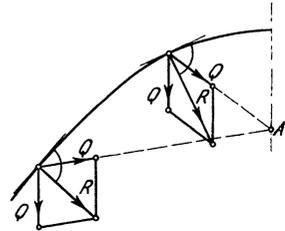


Fig. 338. Kran mit parabolischer Fahrbahn.

ganze Hubperiode sich erstreckenden Biegung um die Flaschenzugrollen verhältnismäßig häufig erneuert werden muß. Die Anlage ist dafür billig zu beschaffen und einfach zu bedienen.

Die Anordnung ohne lose Rolle nach Fig. 338 läßt die Anwendung eines beliebigen Greifers ohne weiteres zu. Der Ausleger muß nach einer Parabel gekrümmt sein, in deren Brennpunkt, bei *A*, die Winde steht. Konstruktiv ist diese Form natürlich weniger günstig.

Für Aufhängung der Last in drei Seilsträngen gilt in entsprechender Weise:  $\sin \alpha > \frac{1}{3}$ ,  $\alpha > 19\frac{1}{2}^\circ$  (Fig. 339).

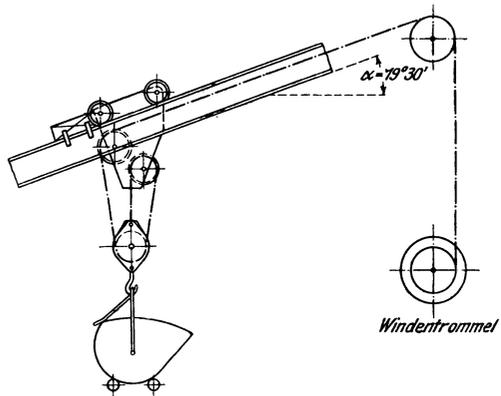


Fig. 339. Schrägbahnkran mit an drei Seilsträngen hängender Last.

Ihrer Einfachheit wegen bemerkenswert ist auch eine Bleichertsche Anordnung für Einseilkrane mit in entgegengesetzter Richtung geneigter Bahn.<sup>1)</sup> Der gefüllte Kübel zieht, indem er abwärts fährt, ein Gegengewicht in die Höhe, welches das leere Gefäß nachher wieder hinauszuziehen vermag, so daß jeder Antrieb für die Fahrbewegung fortfällt. Die Bewegung wird durch eine Bremse geregelt.

### b) Konstruktion der Winden und Fahrtriebe.

Die Konstruktionsgrundlagen für die Antriebsvorrichtungen von Hochbahnkranen weichen infolge der hohen Arbeitsgeschwindigkeiten von denen des übrigen Kranbaues wesentlich ab.

Der außerordentlich große Beschleunigungswiderstand, der beim Anfahren der Katze auftritt, kann nur durch einen Motor überwunden werden, der im Verhältnis zur Dauerleistung sehr stark ist. Man pflegt daher bei Kranen von großer Leistung, um nicht einen zweiten starken Motor einbauen zu müssen, den Hubmotor gleichzeitig für den Antrieb des Fahrwerkes zu benutzen und ihn mit beiden Getrieben durch Reibkupplungen zu verbinden. Bei Kranen, die mit mäßigen Geschwindigkeiten arbeiten, bleibt dagegen Trennung der Motoren — Antrieb durch Elektrizität vorausgesetzt — im allgemeinen vorteilhaft. Das Fahrwerk des Kranes wird fast regelmäßig durch einen oder zwei Elektromotoren einzeln angetrieben.

Als Kraftträger dienen Dampf oder Elektrizität, ausnahmsweise auch Druckwasser. Während in Deutschland elektrischer Betrieb sehr bald die Oberhand gewann, hat sich in Amerika die Dampfmaschine verhältnismäßig lange erhalten. Das mag zum Teil Modesache sein, läßt sich indessen auch damit begründen, daß die hohen Arbeitsgeschwindigkeiten der amerikanischen Krane einen Motor fordern, der leicht anzuhalten und umzusteuern ist, also geringe bewegte Massen besitzt.

Die Schwierigkeiten, welche der Elektromotor in dieser Beziehung bietet, sind noch nicht völlig überwunden. Das einzige Aushilfsmittel dürften langsam laufende Motoren sein, deren allgemeiner Benutzung jedoch ihr großes Gewicht und ihr Preis entgegenstehen. In einzelnen Fällen hat man sogar hydraulische Übertragung eingeschaltet. Der Motor läuft ununterbrochen und treibt eine Hochdruckzentrifugalpumpe, die mit einem Windkessel in Verbindung steht. Von hier aus, bzw. unmittelbar von der Pumpe, strömt das Wasser den hydraulisch gesteuerten Druckwasserzylindern für Heben, Greiferöffnen und Katzenfahren zu. Zweck der ziemlich

---

<sup>1)</sup> Vgl. Fig. 383.

komplizierten Bauweise ist, einen verhältnismäßig schwachen, schnelllaufenden Motor verwenden zu können und die Reibkupplung zu vermeiden, deren Bedienung eine nicht unbedeutende Kraftanstrengung erfordert.

Die einfachsten Winden, wie sie bei Drehkränen oder Schrägbahnkränen Verwendung finden, haben eine einzige Trommel, mit der die Scheibe der Senkbremse und das Antriebsstirnrad zusammengewossen oder verschraubt sind. Um beim Senken der Last und während der Rückwärtsbewegung der Katze den Motor nicht mitzuschleppen zu müssen, schaltet man häufig eine Reibkupplung ein. Andernfalls ist ein umsteuerbarer Motor zu verwenden, dessen Rücklauf durch einen Stromstoß beschleunigt wird.

Greiferwinden erhalten zwei Trommeln, die sich während der Dauer des Schließ- oder Entleervorganges unabhängig voneinander bewegen können. Gewöhnlich laufen beide Trommeln lose auf der Welle und erhalten je eine Reibkupplung und eine Bremse, so daß zur Steuerung der Hubwinde allein außer dem Anlasser vier Hebel nötig sind. Die Winde vereinfacht sich, wenn man darauf verzichtet, die Entleertrommel zwangsläufig anzutreiben.

Man kuppelt dann nach Fig. 340 die Entleertrommel mit einer kleineren Trommel, auf welche das Seil eines gewichtsbelasteten Flaschenzuges wirkt, so daß das Entleereseil straff gehalten und mitgeschleppt wird, ohne daß der geringe Seilzug die Wirkung des Greifers beeinträchtigt.

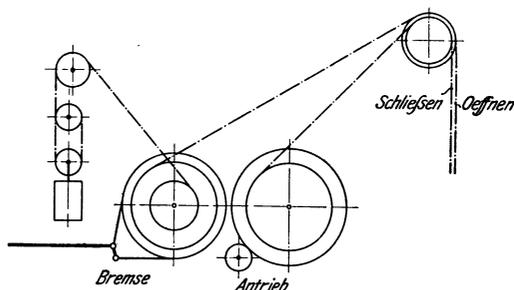


Fig. 340. Greiferwinde mit Gegengewichtsantrieb für die Entleertrommel.

Durch Anziehen der Bremse kann jedoch das Entleereseil festgehalten und dann durch Nachlassen des Schließseiles der Greifer geöffnet werden. Die Anordnung wird heute fast nur noch beim Umbau älterer Krane für Greiferantrieb benutzt. Die Wirkung ist besonders beim Anheben schlecht, weil die Widerstände des Flaschenzuges und die Massenwirkungen der Rollen und Trommeln eine rasche Beschleunigung verhindern, so daß das Entleereseil anfänglich schlaff bleibt und dann mit einem Ruck angezogen wird. Bei Hochbahnkränen schließen die größere Hubgeschwindigkeit und kompliziertere Seilführung die Anordnung in der Regel vollständig aus.

Vereinfachte Bedienung bei zwangsläufiger Mitnahme des Ent-

leereseiles ergibt die Greiferwinde von Jäger (Fig. 341). Die Schließtrommel, auf deren Welle das Antriebsstirnrad und die Senkbremse sitzen, ist durch leichte Stirnräder  $r_1$  und  $r_2$  mit der Entleertrommel verbunden, die durch eine Bremse festgestellt werden kann. Das Rad  $r_2$  sitzt auf Gewinde und legt sich beim Heben und Senken des geschlossenen Greifers gegen die Trommel, so daß diese mitgenommen wird und beide Ketten sich gleich schnell bewegen. Zum Öffnen des Greifers wird die Entleertrommel festgehalten und

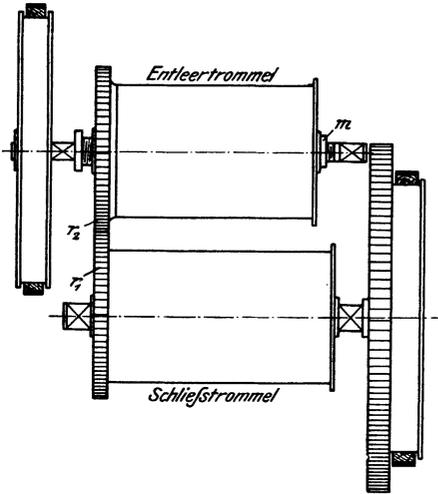


Fig. 341. Greiferwinde von Jäger.

das Schließseil nachgelassen. Dabei schraubt sich das Zahnrad von der Entleertrommel ab, ohne die Drehung der zwangsläufig mit ihm verbundene Schließtrommel zu hindern. Beim Wiederanziehen der Schließkette findet der umgekehrte Vorgang statt. Nach Vollendung des Greiferschlusses stoßen Rad und Entleertrommel wieder zusammen, so daß letztere ohne Zutun des Führers im richtigen Augenblick mitgenommen wird. Durch eine Mutter  $m$  auf der anderen Trommelseite läßt sich der Punkt der Mitnahme genau einstellen.

In Fig. 342 ist eine Winde mit Reibkupplungen nach amerikanischer Ausführung skizziert, deren Bedienung dadurch vereinfacht wird, daß die Kupplungen der Hubwinde gleichzeitig als Bremsen dienen. Es bezeichnet

- |     |     |         |     |                 |
|-----|-----|---------|-----|-----------------|
| I   | die | Trommel | des | Schließseiles,  |
| II  | „   | „       | „   | Entleerseiles,  |
| III | „   | „       | „   | Fahrseiles,     |
| IV  | „   | „       | „   | Auslegerseiles. |

Die Motoren arbeiten nur in einer Richtung und werden durch ein Sperrrad mit geräuschloser Klinke, das auf der Vorgelegewelle angebracht ist, am Rücklauf gehindert. Das große Zahnrad ist mit der Welle fest verkeilt, während die Trommeln mit der Welle durch Reibkupplungen verbunden werden, die bei der Hubwinde, wie erwähnt, gleichzeitig die Rolle der Bremsen übernehmen. Bei abgestelltem Strome hält das Sperrrad die ganze Winde, also bei

eingerrückter Kupplung auch die jeweils belastete Trommel fest, bis sie durch Lösen der Kupplung zum Lastsenken freigegeben wird.

Die Kupplung der Schließtrommel hat man sich im Betrieb in der Regel eingerückt zu denken. Beim Anlassen des Motors wird also zunächst der Greifer geschlossen und dann bei gleichzeitigem Einrücken der Entleertrommel gehoben. Nachlassen der Kupplung I senkt den Greifer oder öffnet ihn, wenn Kupplung II angezogen, also Trommel II festgestellt ist.

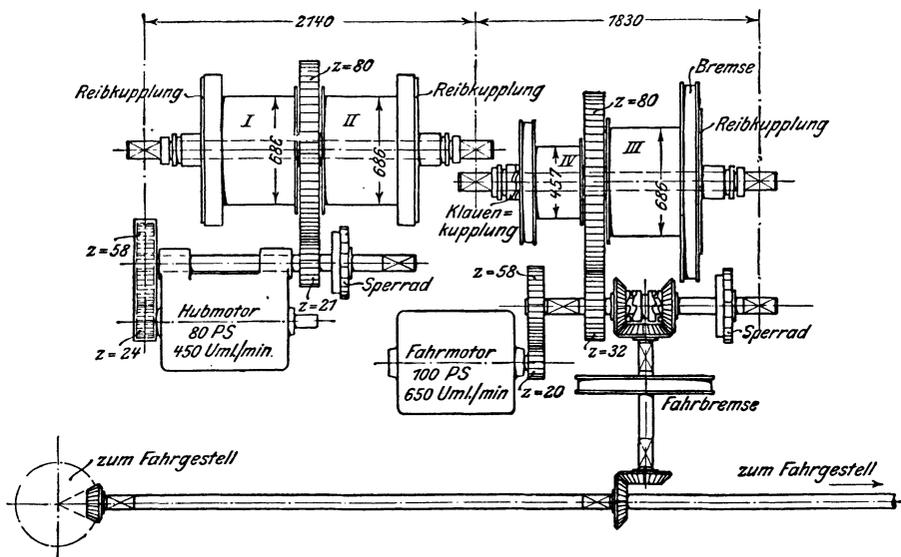


Fig. 342. Amerikanische Greiferwinde.

Auf dem hervorstehenden Wellenende des Hubmotors kann, wenn sich das im Betrieb als geboten herausstellt, eine Bremse zur Vernichtung der lebendigen Kraft des Ankers angebracht werden.

Die Winde betreibt einen an zwei Seilsträngen hängenden Greifer, der gefüllt 5500 kg wiegt. Das Schema der Seilführung war bereits in Fig. 331 gegeben.

Der an der Hubtrommel wirkende Zug beträgt, da die Hilfsaufkatze eine Übersetzung 1:2 hervorbringt, ohne Berücksichtigung des Wirkungsgrades der Rollen  $\frac{1}{2} \cdot 5500 = 2750$  kg. Die Lastgeschwindigkeit ergibt sich mit den in Fig. 38 eingeschriebenen Zahlen zu

$$\frac{450}{60} \cdot \frac{24}{58} \cdot \frac{21}{80} \pi \cdot 0,686 \cdot \frac{1}{2} = 0,88 \text{ m/sek.}$$

Die theoretische Motorleistung beträgt also

$$\frac{5500 \cdot 0.88}{57} = 65 \text{ PS.}$$

Es ist ein Motor von einer Nennleistung von 80 PS eingebaut.

Die zweite Winde dient zur Bewegung der Laufkatze und zum Einziehen des Auslegers. Die Laufkatzentrommel wird, da auch hier auf der Vorgelegewelle ein Sperrad angebracht ist, ebenso betrieben wie die Lasttrommeln, mit der Reibkupplung als Bremse. Damit jedoch die Katze auf der schrägen Bahn an beliebiger Stelle festgehalten werden kann, während die Auslegertrommel arbeitet, hat Trommel III eine besondere Haltebremse bekommen. Die Auslegertrommel ist mit Klauenkupplung und Bandbremse versehen.

Da die Katze auf der Steigung 1:4 läuft, ist nur ein Seil zum Aufwärtsfahren nötig. Der Seilzug bei gefülltem Greifer beträgt, wenn man das Gewicht der Katze selbst mit 1200 kg einsetzt und für den Laufwiderstand 25 kg auf 1000 kg Gewicht rechnet,

$$\left( \frac{25}{1000} + \frac{1}{4} \right) (5500 + 1200) = 1840 \text{ kg.}$$

Die Seilgeschwindigkeit ist

$$\frac{650}{60} \cdot \frac{20}{58} \cdot \frac{32}{80} \pi 0,686 = 3,22 \text{ m/sek,}$$

also die theoretische Motorleistung

$$\frac{1840 \cdot 3,22}{75} = 79 \text{ PS.}$$

Der benutzte Motor hat eine Nennleistung von 100 PS.

Der Antrieb für das Fahrwerk des Verladekranes wird durch ein Klauenwendegetriebe von der Vorgelegewelle abgenommen und durch eine aus kalt gewalztem Rundeisen hergestellte Wellenleitung mit Kegelrädern aus Stahlguß zu den Fahrgestellen geleitet. Diese bestehen ebenfalls aus Stahlguß und sind mit der Eisenkonstruktion behufs richtiger Druckübertragung durch einen Zapfen verbunden.

Bei der in Fig. 343 und 344 skizzierten, ebenfalls in Amerika ausgeführten Dampfwinde sind die Reibkupplungen nach der Kurbelwelle verlegt. Sie werden ebenfalls als Senkbremsten benutzt, nachdem die Welle durch die auf den Kurbelscheiben angebrachten Bandbremsen festgestellt ist. Der Kran wird nach dem Seilführungsschema Fig. 335 betrieben, jedoch mit besonderer Fahrwinde. Das Wendegetriebe zwischen den Trommeln jeder Welle dient beim Heben als Kupplung und besorgt beim Fahren den Seilausgleich.

In Fig. 345 und 346 ist eine verwandte Ausführung skizziert, bei der je eine Schließ- und Entleertrommel auf einer Welle vereinigt sind. Hier genügt ein Wendegetriebe, das auf einer zwischengeschalteten schnelllaufenden Welle seinen Platz findet. Eine Fahrwinde ist, da der Ring des Wendegetriebes festgebremst werden kann, nicht unbedingt erforderlich. Je nach der gewünschten Fahrrichtung ist der eine oder der andere der beiden nicht umsteuerbaren Motoren anzulassen.

Die Winden mit Wendegetriebe lassen eine wesentlich einfachere Seilführung zu als solche nach Fig. 342, da die Hilfsaufkatze fortfällt, doch spricht gegen sie ihr kom-

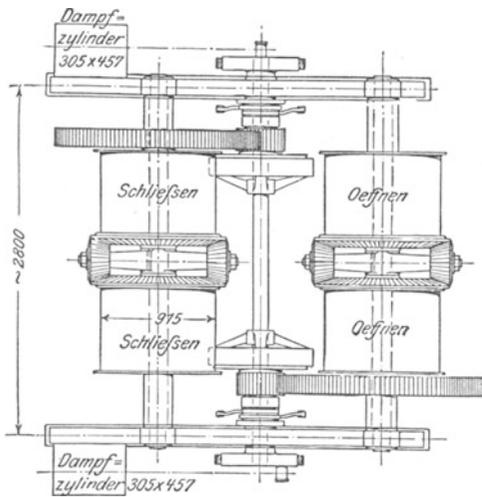
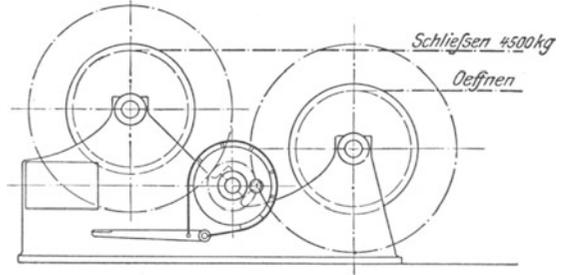


Fig. 343 und 344. Greiferwinde mit Seilausgleich durch Kegelräderwendegetriebe (Hunt).

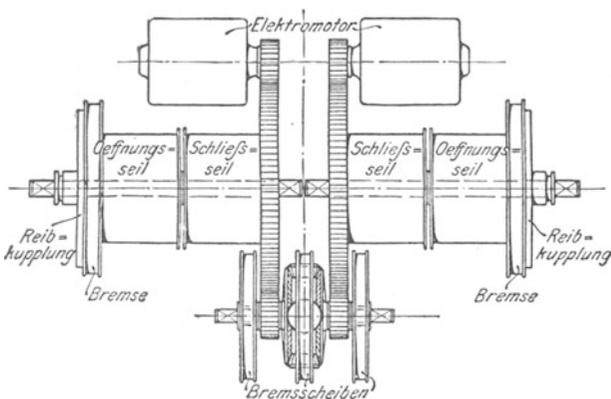


Fig. 345. Greiferwinde mit Kegelräderwendegetriebe auf der Vorgelegewelle.

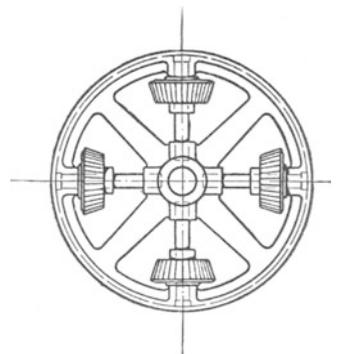


Fig. 346. Mittlere Brems-scheibe.

pazierterer Bau und der geräuschvolle Gang der schnelllaufenden Kegelräder.

Die in Fig. 347 und 348 skizzierte Winde ist für einen Kran ohne Greifer mit einseitig in die Laufkatze eingeführtem Hubseil bestimmt (vgl. die zugehörige Laufkatze Fig. 370 und 371 und Seilschema Fig. 332). Die Hubseiltrommel  $T_1$  kann entweder allein oder gleichzeitig mit der Fahrseiltrommel  $T_2$  angetrieben werden.

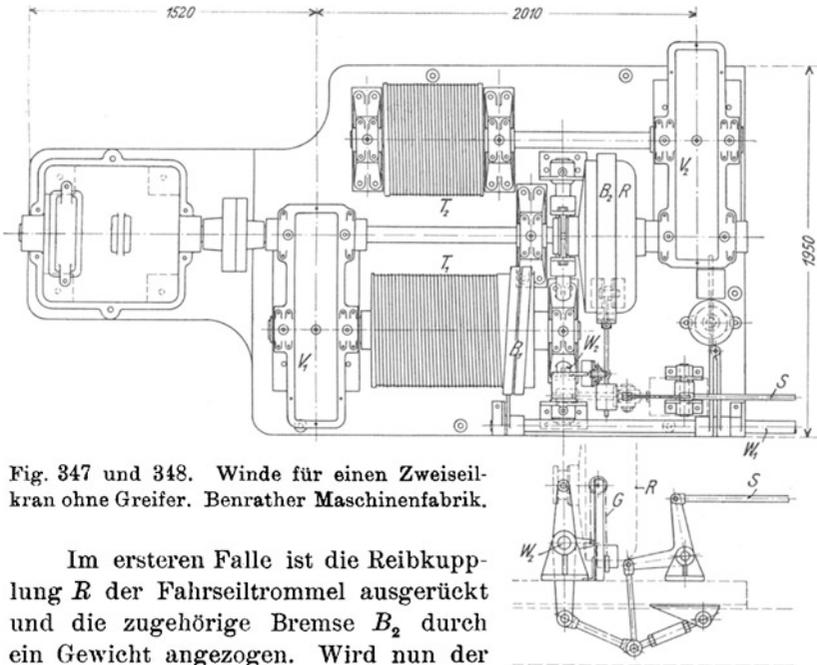


Fig. 347 und 348. Winde für einen Zweiseil-  
kran ohne Greifer. Benrather Maschinenfabrik.

Im ersteren Falle ist die Reibkupp-  
lung  $R$  der Fahrseiltrommel ausgerückt  
und die zugehörige Bremse  $B_2$  durch  
ein Gewicht angezogen. Wird nun der  
Motor angelassen, so lüftet der Elektro-  
magnet das zur Hubbremse  $B_1$  gehörige  
Gewicht, und die Last wird bei stillstehender  
Laufkatze gehoben. Zum Senken wird die  
Bremse durch einen auf der Welle  $W_1$   
sitzenden Handhebel im Führer-  
korb gelöst.

Im zweiten Falle wird die Reibkupp-  
lung eingerückt und die  
Fahrbremse gelöst. Wenn jetzt der Motor  
nach der einen oder der anderen Richtung  
gesteuert wird, so laufen beide Trommeln,  
und es verlängert sich das Fahrseil in dem-  
selben Maße, wie das Hubseil eingezogen  
wird, oder umgekehrt, so daß eine Horizontal-  
bewegung ohne Heben oder Senken des  
Kübel stattfindet. Ein zweites Fahrseil  
läuft von der anderen Seite der Trommel  
 $T_2$  ab und wird in der Regel leer mitgezogen.  
Es hat nur dann Arbeit zu leisten, wenn  
bei abgehängtem Kübel die Spannung im  
Hubseil

nicht mehr ausreichen sollte, um die Katze zu verschieben, und kann ferner verhindern, daß bei schnellem Anhalten die Katze unter der Wirkung ihrer lebendigen Kraft zu weit läuft. Denn das Hubseil ist nur kraftschlüssig mit der Katze verbunden und kann daher nur eine beschränkte Bremswirkung ausüben. Ein entsprechender Fall könnte eintreten, wenn der Motor mit starkem Anfahrmoment die Fahrbewegung einleitet.

Fig. 348 gibt Einzelheiten der Steuerung für Reibkupplung und Fahrbremse. Soll erstere eingerückt werden, so ist die Stange  $S$  nach rechts zu ziehen. Dann wird mittels eines Kniehebels, dessen Übersetzung sich während der Bewegung steigert, die Welle  $W_2$ , die den Lagerbock der Hubtrommel durchdringt, gedreht und so der Einrückhebel betätigt. Gleichzeitig hebt ein ebenfalls auf  $W_2$  angebrachter Hebel mittels einer Schnur das Bremsgewicht. Beide Vorgänge stehen also in zwangsläufigem Zusammenhange.

Die Fahrwinde für die Laufkatze erhält, wenn Seilzug in beiden Richtungen nötig ist und ein nicht umsteuerbarer Motor verwendet werden soll, zwei Trommeln, die durch ein Kegelradwandelgetriebe in Verbindung stehen. Die Anordnung entspricht also genau der in Fig. 335 skizzierten, mit dem einzigen Unterschiede, daß die Seile nicht gleichzeitig zum Heben benutzt werden. Beide Trommeln laufen lose und werden je nach der Fahrtrichtung abwechselnd mit der Welle gekuppelt. Denselben Zweck erfüllt die Anordnung nach Fig. 349. Von jeder Trommel aus ist ein Seiltrum nach einer Spannrolle geführt, wodurch sich die zwangsläufige Mitnahme herstellt, da die beiden Arbeitsseile durch die Laufkatze zu einem Stück verbunden sind.

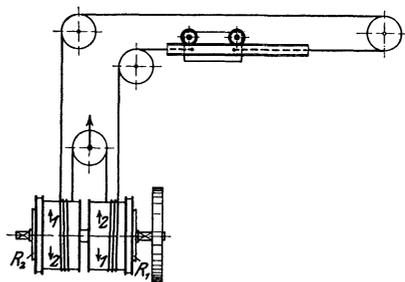


Fig. 349. Fahrwinde mit Verbindung der Trommeln durch Seil.

Die Konstruktion einer Winde, deren Fahrwerk nach diesem Prinzip angeordnet ist, veranschaulicht Fig. 350.

Ausnahmsweise sind bei sehr großer Fahrlänge an Stelle von Trommeln Klemmscheiben, wie in Fig. 123, Kap. 4, dargestellt, zur Anwendung gekommen.

Windenkaten, d. h. Katzen, welche die Hubwinde mit sich führen, arbeiten meistens mit geringeren Geschwindigkeiten, so daß die Adhäsion zwischen Rad und Schiene die Beschleunigungs- bzw. Verzögerungswiderstände überwiegt und der Antrieb eines oder

beider Laufräderpaare genügt. Zuweilen kommt aber auch hier hohe Geschwindigkeit — bis zu 4 und 5 m/sek — vor. Es empfiehlt sich dann, behufs sicherer Beherrschung der Fahrbewegung die

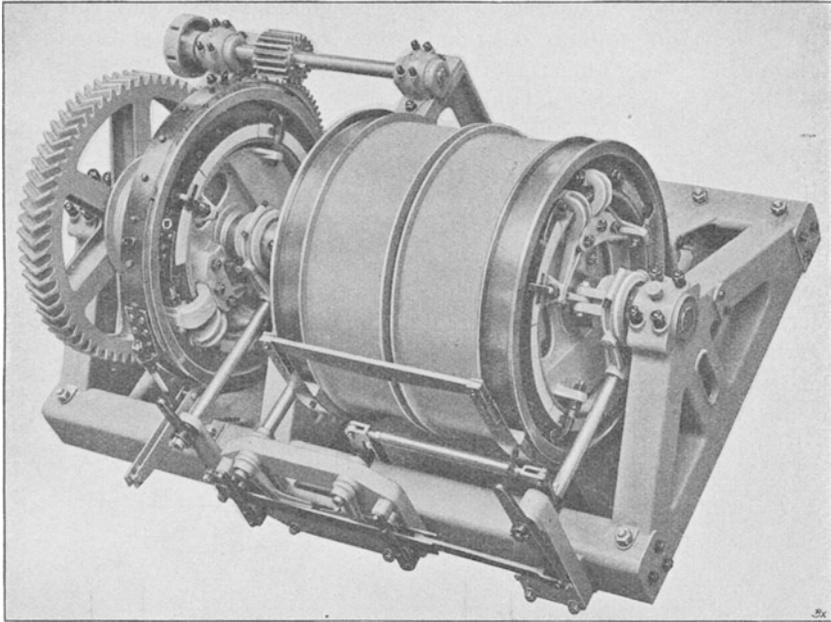


Fig. 350. Bleichertsche Dreitrommelwinde.

Katze in einen geschlossenen Seillauf zu legen. Die Fahrtrommeln können, wie in Fig. 351 skizziert, mit dem Hubmotor durch Reib-

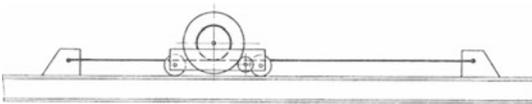


Fig. 351. Windenzkatze in geschlossenem Seillauf.

kupplungen verbunden, auf der Katze ihren Platz erhalten, während das Fahrseil an den Endpunkten der Bahn befestigt wird.

Die Reibkupplungen werden als Kegel-, Spreizring- und Bremsbandkupplungen ausgeführt.

Fig. 352 gibt eine in Amerika seit langer Zeit übliche und auch heute noch vielfach angewandte Ausführungsweise wieder. Die auf der Welle lose laufende, mit einer konisch ausgedrehten Bremscheibe zusammengeglichene Trommel läßt sich axial verschieben und gegen das mit Holzring versehene Stirnrad pressen, das durch den Wellenring *a* an der Verschiebung gehindert wird. Der Anpressungsdruck wird durch eine Schraube hervorgebracht,

die sich gegen einen in die Welle eingelassenen und mit ihr umlaufenden Stift legt. Dieser überträgt durch einen Keil, der sich gegen den Ring *b* legt, den Druck auf die Trommel. Eine Spiralfeder sorgt für zuverlässige Lösung des Kupplungsschlusses.

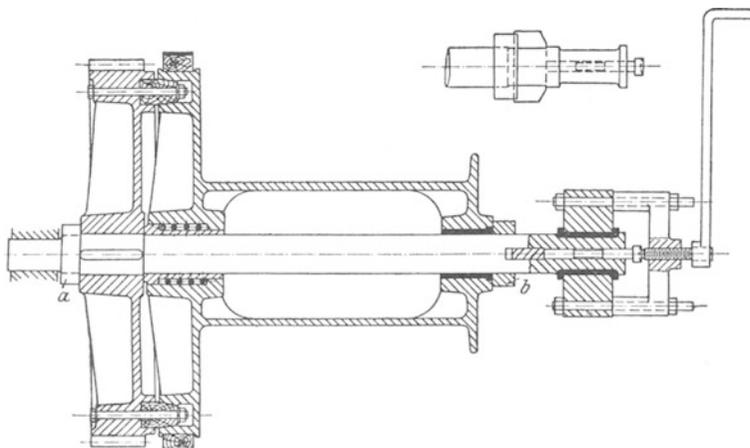


Fig. 352. Amerikanische Kegelkupplung.

Diese recht einfache Anordnung hat sich im ganzen zufriedenstellend bewährt. Gegenstand von Verbesserungen ist namentlich die Spurpfanne der Spindel gewesen, die schwer zu schmieren ist und leicht heiß läuft.

Fig. 353 gibt den Querschnitt einer Spreizringkupplung von Losenhausen.<sup>1)</sup> Der Ring ist mit einer 4 mm starken Lederbandage versehen. Der Spreizkeil *K* besitzt vorspringende Leisten, die in entsprechende Nuten des Ringes fassen, so daß dieser beim Zurückziehen des Keiles zwangsläufig gelöst wird. Das Ende des Einrückhebels bewegt sich in einem Schlitz der Trommel-

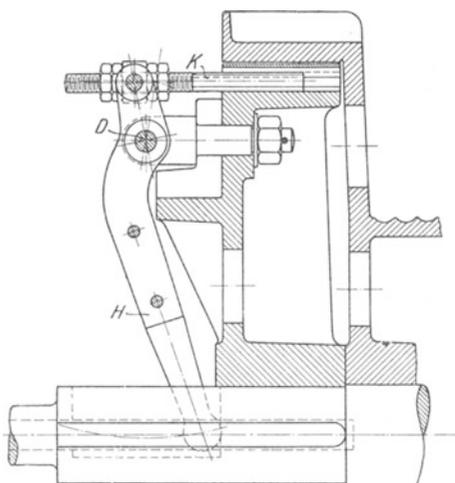


Fig. 353. Spreizringkupplung mit Keil. Losenhausen.

<sup>1)</sup> Vgl. Dingler 1902, S. 493.

welle und wird von einer die Welle durchdringenden Stange gesteuert.

Die Düsseldorfer Kranbaugesellschaft ersetzt den Keil nach Fig. 354 und 355 durch zwei mit dem Ring gelenkig verbundene Gewindebolzen *A*, die sich bei Drehung der Rotguß-

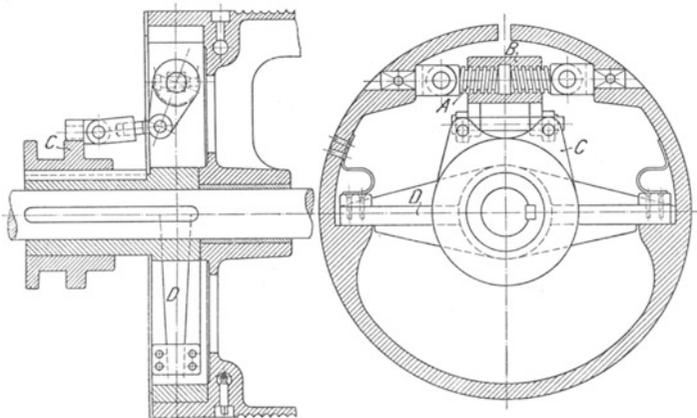


Fig. 354 und 355. Spreizringkupplung mit Schraube.  
Düsseldorfer Kranbaugesellschaft.

mutter *B* einander nähern oder auseinandergehen. Die verschiebbare Hülse *C* greift an der Mutter mittels zweier nachstellbarer Gabelstücke an. Von der Welle aus wird der Schleifring mit-

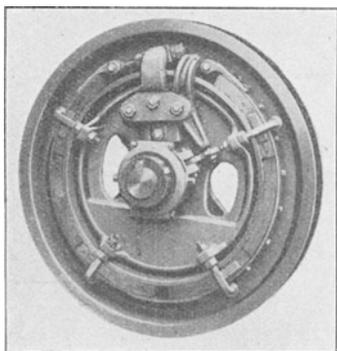


Fig. 356. Bleichertsche Bremsbandkupplung.

genommen durch eine darauf festgekeilte Stahlgußtraverse *D*, die sich gegen Vorsprünge des Ringes legt. Im nicht eingerückten Zustande drücken zwei Federn den Ring gegen die Anlageflächen der Traverse und verhindern so, daß er auf der dem Schlitz gegenüberliegenden Seite schleift, während er in der Richtung senkrecht dazu durch die beiden Schrauben gleichmäßig zusammengezogen wird.

Am meisten Verbreitung haben ihrer großen Übertragungsfähigkeit und ihres geringen Einrückwiderstandes wegen die Bremsbandkupplungen gefunden. Ihre Wirkungsweise beruht, wie aus Fig. 356 ersichtlich, darauf, daß ein holzgefüttertes Stahlband, das am einen Ende mit einer auf der treiben-

den Welle aufgekeilten Scheibe fest verbunden ist, am anderen Ende durch einen von der Kupplungsmuffe betätigten Hebel angezogen wird und so den an der Trommel befindlichen Ring mitnimmt.

Zur Mitnahme der Entleertrommel des Greifers werden zuweilen Reibkupplungen allereinfachster Art benutzt, deren Übertragungskraft nur zum Spannen des Entleerseils genügt. Diese Kupplungen brauchen überhaupt nicht ausgerückt zu werden, sondern schleifen beim Schließen und Öffnen des Greifers. Es empfiehlt sich, in diesem Falle der Entleertrommel etwas größere Umfangsgeschwindigkeit zu geben als der Schließtrommel, damit das Entleerseil nicht schlaff bleibt, wenn die Kupplung beim Anziehen gleiten sollte. Eine einfache Schleppekurbel mit Bremsband, die in dieser Weise benutzt werden kann, ist in Dingers polytechnischem Journal 1906, Seite 150, beschrieben.

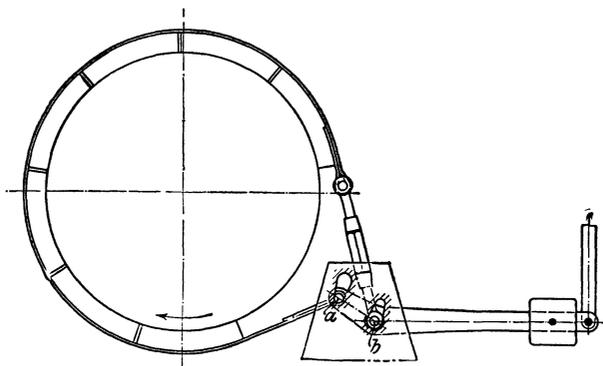


Fig. 357. In beiden Richtungen wirkende Fahrbremse.

Die Bremsen werden, wie im übrigen Kranbau, fast stets als Bandbremsen ausgeführt. Soll in beiden Richtungen gebremst werden, wie es beim Fahrwerk der Katze und besonders des Kranes oft nötig ist, so wendet man eine Backenbremse an oder baut zwei Bremsen ein. Zweckmäßig ist auch die in Fig. 357 skizzierte Anordnung. In der Zeichnung ist angenommen, daß sich die Welle in der Richtung des Pfeiles dreht und die Bremse angezogen ist. Dann hat das untere Trum des Bremsbandes die Umfangskraft der Scheibe aufzunehmen, so daß sich der in einem Schlitz des Lagerbockes verschiebbare Zapfen *a* am untersten Punkt anlegen wird. Gleichzeitig drückt das Bremsgewicht den Zapfen *b* nach unten — jedoch nicht so weit, daß er zur Anlage käme — und spannt so das ablaufende Trum. Sucht die Bremsscheibe sich entgegengesetzt zu drehen, so vertauschen die Bandenden ihre Rolle. Der

ganze Hebel geht nach oben, und Zapfen *b* legt sich im höchsten Punkte seines Schlitzes an, während das untere Trum gespannt wird. Zum Lösen der Bremse ist das Gewicht anzuheben.

Druckwasserantrieb kommt für Greiferwinden nur noch verhältnismäßig selten in Betracht. Um übereinstimmende Bewegung

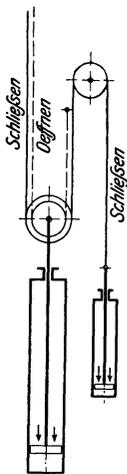


Fig. 358.  
Hydraulische Greiferwinde.

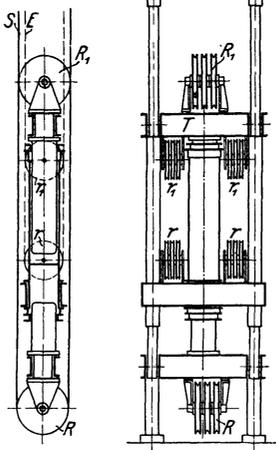


Fig. 359 und 360.  
Hydraulische Greifer-  
motoren.

von Schließ- und Entleereseil zu erhalten, muß man beide Seile durch denselben Kolben antreiben, dem Schließseile aber außerdem eine selbständige Bewegung geben. So laufen bei der in Fig. 358 skizzierten Anordnung, der eine amerikanische Ausführung zu Grunde liegt, beide Seile über die Flaschenzugrolle des Hauptkolbens. Während aber das Ende des Entleereseiles am Krangerüst festgemacht ist, läuft das zweite Trum des Schließseiles zu einem anderen

Kolben, der nur beim Schließen und Öffnen des Greifers in Tätigkeit tritt.

Dinglinger baut hydraulische Greifermotoren nach dem Schema Fig. 359 und 360.<sup>1)</sup> Gleichachsrig mit dem Hauptkolben ist ein Hilfskolben eingebaut, der die beim Heben und Senken feststehenden Flaschenzugrollen *R* des Schließseiles *S* unabhängig von den Rollen *r* und *r*<sub>1</sub> des Entleereseiles *E* betätigen kann.

### c) Die Laufkatzen.

Wenn die Winde und das Fahrwerk auf der Laufkatze untergebracht sind, so kann diese, von den Änderungen am Windwerk abgesehen, ähnlich ausgeführt werden, wie bei Werkstättenlaufkranen. Nur sind alle Triebwerksteile einzukapseln oder die Winde durch ein Haus zu schützen, das bequem zugänglich sein muß und meistens so groß gemacht wird, daß der Führer darin stehen und um die Winde herumgehen kann. Ein solcher Wagen fällt indessen recht

<sup>1)</sup> D. R. P. 113 440.

schwer aus und nimmt viel Raum ein, weshalb man neuerdings meist ein besonderes Führerhäuschen an die Katze hängt.<sup>1)</sup> Übrigens ist Führerbegleitung bei dieser Anordnung nur dann unbedingt nötig, wenn mit Zweiseilgreifer gearbeitet wird. Bei einfachen Arbeitsvorgängen und kleinen Geschwindigkeiten ist auch Fernsteuerung möglich.

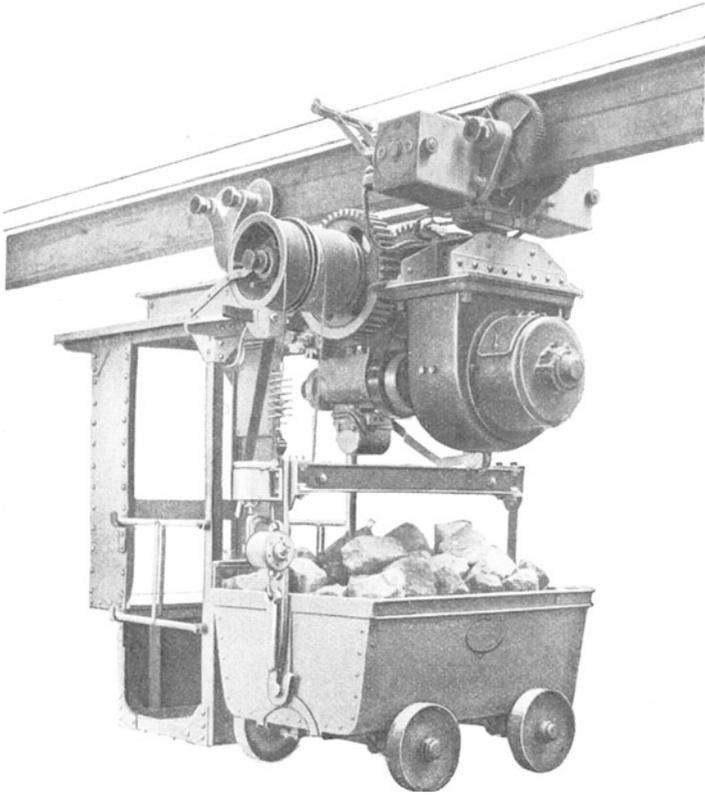


Fig. 361. Bleichtersche Windenkatze mit Führerstand.

In einzelnen Fällen hat man die Winde innerhalb der Katze auf eine Drehscheibe gesetzt, um dem Greifer die jeweils günstigste Stellung geben zu können, oder auf eine Wage, so daß sich das Gewicht jeder Greiferfüllung feststellen läßt.

Eigenartige Laufkatzenkonstruktionen sind dadurch entstanden, daß man als Laufbahn eine Hängebahnschiene oder den Unterflansch eines I-Trägers benutzte und die Winde hängend anordnete (Fig. 361).

<sup>1)</sup> Vgl. Kap. 11, Fig. 406 und 407.

Diese Bauart ist als Weiterbildung der einfachen Elektrohängebahn (s. Kap. 5, e) anzusehen und empfiehlt sich namentlich bei langen, verzweigten Transportwegen. Sollen Kurven durchfahren werden, so sind die Laufwerke als Drehgestelle, d. h. um senkrechte Zapfen schwingend, auszuführen. Der Benutzung von Greifern steht bei Laufkatzen mit Führerbegleitung nichts im Wege, wenn die Schiene entsprechend tragfähig ausgeführt wird.

Leichter fällt die Katze aus, wenn man auf Führerbegleitung verzichtet, eine Anordnung, die sich besonders dann nötig macht, wenn auf einer geschlossenen Bahn eine Reihe derartiger Katzen verkehren, also die Betriebsweise der eigentlichen Elektrohängebahn aufgenommen wird. Die jetzt für sämtliche Bewegungen erforderliche Fernsteuerung ist von der Firma Bleichert so vereinfacht worden, daß, wenn die Schiene als Rückleitung dient, außer dem Hauptzuleitungsdraht an den Stellen, wo gehoben und gesenkt werden soll, nur eine besondere Schleifleitung erforderlich ist, die

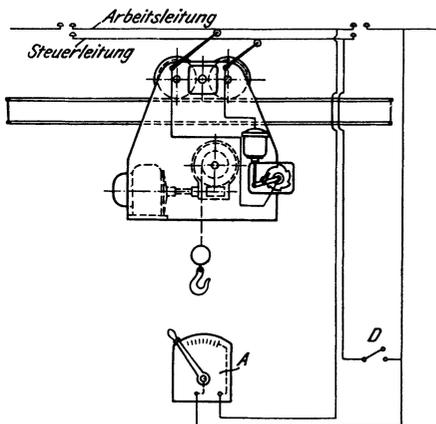


Fig. 362. Schaltschema für Elektrohängebahnwagen mit Winde. Bleichert.

beim Umschalten unter Strom gesetzt wird, was mit den einfachsten Hilfsmitteln von jedem beliebigen Punkte aus geschehen kann. Man hat diese Vereinfachung dadurch ermöglicht, daß man, wie Fig. 362 zeigt, die Schaltwalze, deren einzelne Stellungen den verschiedenen, sich stets in derselben Weise folgenden Bewegungen entsprechen, in die Katze verlegt hat und sie durch einen mit der Steuerleitung durch den zweiten Stromabnehmer verbundenen Elektromagneten betätigt, der

das auf der Walze angebrachte Sperrrad bei jedem Hube um einen Zahn weiterdreht und so die nächstfolgende Bewegung einleitet.<sup>1)</sup>

Beispielsweise ergibt sich für Pendelbetrieb zwischen zwei Stationen folgender Arbeitsvorgang. An der Ausgangsstation setzt der Arbeiter, nachdem ein voller Kübel an den Haken gehängt ist, durch einen ihm zur Hand angebrachten Druckknopf die Steuerleitung einen Augenblick unter Strom, so daß der Magnet die Schaltwalze auf Heben dreht, und schaltet dann mittels eines Anlassers

<sup>1)</sup> D. R. P. 167893.

die Arbeitsleitung ein. Bei der höchsten Laststellung schaltet eine von der Trommel betätigte Vorrichtung, bestehend aus Spindel und Wandermutter, den Arbeitsstrom aus, so daß die Winde stillsteht. Weiterdrehen der Walze hat Einleitung der Fahrbewegung zur Folge. An der Entladestelle befindet sich ein Anschlag, der das Transportgefäß zum Kippen bringt. Gleichzeitig trifft die Katze auf ein unter Spannung befindliches Stück Steuerleitung, das die Umschaltung auf Rückfahrt veranlaßt. Ist der Wagen nach der Ausgangsstation zurückgekehrt, so wird er an der richtigen Stelle angehalten und der Hubmotor durch den Druckknopf auf Senken geschaltet, danach ein volles Gefäß angehängt und das Spiel von neuem eingeleitet. Bei geschlossener Ringleitung fällt die Umsteuerung fort.

Näheres über dieses Fernsteuerungssystem, das mancherlei Variationen zuläßt, ist aus der Patentschrift zu ersehen.

Verwandt hiermit ist eine neuere, der Firma Bleichert unter Nr. 168 512 geschützte Einrichtung, die es dem bedienenden Arbeiter ermöglicht, von seinem festen Standpunkte aus mittels einer einfachen, vor Beginn der Bewegung vorzunehmenden Einstellung an der Katze die Ausführung irgend eines Vorganges, z. B. das Weiterdrehen der Schaltwalze oder das Kippen des Förderungsgefäßes, für eine beliebige Stelle der Bahn von vornherein festzulegen (Fig. 363).

Zu dem Zwecke ist an den Punkten, wo dieser Vorgang stattfinden soll, von dem Fahrdrabt ein kurzes Stück Steuerleitung abzweigt, das von einem besonderen Stromabnehmer berührt wird. Dieser steht mit dem Magneten *M* in Verbindung. Bei jedem Stromimpuls hebt sich der Magnet und dreht mittels eines Sperrades die Scheibe *S*, bis in deren Aussparung ein unter Federzug stehender Hebel *H* einfällt und den betreffenden Vorgang einleitet. Der Führer kann durch Einstellen der Scheibe im voraus bestimmen, wie viele Abzweigungspunkte der Wagen passieren soll, ehe die Aussparung unter den Hebel gelangt.

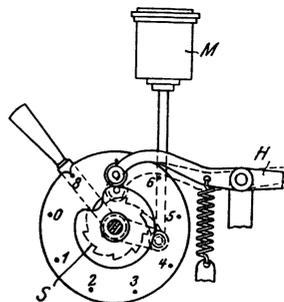


Fig. 363. Einstellvorrichtung für Elektrohängebahnwagen.

Die äußere Form der Windenkatzen mit Fernsteuerung ist, wie bei gewöhnlichen Elektrohängebahnwagen, verschieden, je nachdem, ob die Laufschiene aus einem I-Eisen oder einer Kopfschiene gebildet ist. Letztere Form stellen Fig. 364 und 365 schematisch dar. Die Winde, deren Vorgelege aus einem Stirnräderpaar und einem Schneckengetriebe besteht, muß stets symmetrisch ausgebildet werden.

Unter den Laufkatzen, die von einer feststehenden Winde aus betrieben werden, ist in erster Linie die in Fig. 366 dargestellte amerikanische Ausführung zu erwähnen, weil hier die Steuerung auf der Laufkatze verblieben ist. Es handelte sich in dem betreffenden Falle um einen sehr schweren Kran — der Greifer wiegt leer 6500 kg und faßt 7500 kg Erz —, weshalb Verminderung des toten Gewichtes sehr erwünscht war. Andererseits wollte man die Betriebsvorteile, die das Mitfahren des Kranführers zur Folge hat, nicht aufgeben.

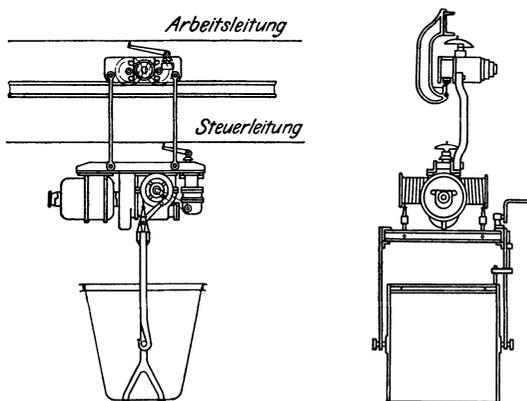


Fig. 364 und 365. Elektrohängebahnwagen mit Winde auf Kopschiene. Bleichert.

Im Brückenturm steht eine Eintrommelwinde mit 130 pferdigem Motor, der mit zwei Vorgelegen ohne Kupplungen auf eine Trommel von 1200 mm Durchmesser arbeitet. Letztere ist mit einer Solenoidbremse versehen, die bei Stromunterbrechung einfällt. Der Hauptanlasser für den Motor steht neben der Winde und wird durch einen Hilfsanlasser vom Führerkorb der Laufkatze her gesteuert. Das Seil geht zunächst zu einer Hilfslaufkatze, an der es mit drei

Strängen angreift, während das zur Katze geführte Seil zwei Stränge hat, die zusammen die Greiferlast tragen, so daß am Trommelumfang  $\frac{1}{3}$  des Greifergewichtes wirkt. Über den sonstigen Zweck der Hilfslaufkatze ist oben das Nötige gesagt.

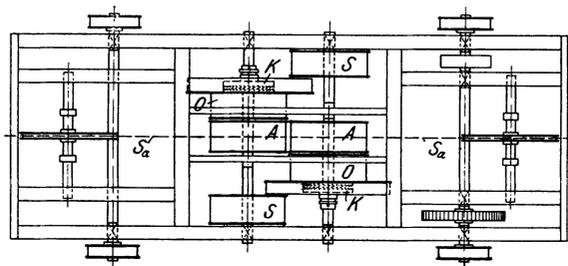


Fig. 366. Führerlaufkatze für einen Kran mit feststehender Hubwinde.

In der Katze werden die beiden Seile  $S_a$  über wandernde Rollen zu je einer Antriebstrommel  $A$  geführt, die mit ihrer Welle verkeilt ist.

Auf letzterer sitzt ebenfalls fest die Schließseiltrommel *S*, während die Trommel für das Entleereseil *O* mit der Welle durch eine 24zählige Klauenkupplung *K* verbunden wird. Die Entleertrommel ist mit einer vom Führer bedienten Bremse versehen.

Der Betrieb gestaltet sich folgendermaßen. Beim Füllen des Greifers ist die Entleertrommel ausgerückt, und die beiden Schließseilstränge werden durch Anlassen der Winde im Turm angezogen. Nach Beendigung des Greifvorganges sind zwecks Mitnahme des Entleereseiles die Klauenkupplungen einzurücken, was bei der großen Zähnezahl verhältnismäßig leicht vor sich geht, und nun der Greifer zu heben. Zum Senken wird der Motor umgesteuert. Da das Triebwerk mitzuziehen und ein ziemlich großer Seilwiderstand zu überwinden ist, so kommt man ohne einen Stromstoß nicht aus. Später arbeitet der Motor auf das Netz. Um den Greifer zu öffnen, zieht der Führer die Bremsen der Entleertrommeln an, rückt die Klauenkupplungen aus und steuert den Motor auf Senken.

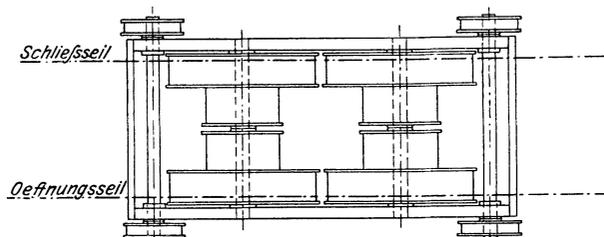


Fig. 367. Katze mit Trommelübersetzung.

Der Fahrtrieb geht von einem in der Katze stehenden Motor aus, der auf eine Laufachse arbeitet. Diese trägt eine vom Führer durch einen Fußhebel bediente Backenbremse mit Holzfütterung.

Auch Laufkatzen ohne Führer erhalten zuweilen an Stelle von Seilrollen Trommeln, die eine Trennung des sich schneller abnutzenden Greiferseiles vom Windenseil möglich machen und letzteres samt der Winde leichter auszuführen gestatten, da eine Übersetzung von etwa 1:2 in die Laufkatze verlegt werden kann. (Fig. 367.) Falls ein besonderes Fahrseil fehlt (Schema Fig. 332 und 333), ergibt die Anordnung ferner eine im Verhältnis zur Hubgeschwindigkeit größere Fahrgeschwindigkeit.

Fig. 368 und 369 geben eine einfache Seilrollenlaufkatze wieder, die für Bahnneigung 1:4 und 5500 kg Belastung bestimmt ist.<sup>1)</sup> Die Wangen bestehen aus schwachen Blechen, in welche der Gewichtsverminderung wegen Aussparungen eingearbeitet sind. Die

<sup>1)</sup> Vgl. Seilschema Fig. 331.

an der Rollenachse angreifende Last wird durch  $\square$ -Eisen unmittelbar nach den Laufradachslagern übertragen.  $\perp$ -Eisen und Bleche dienen zur weiteren Aussteifung und zur Querverbindung. Puffer aus Holz schützen die Katze bei unvorsichtigem Fahren oder zu hohem Aufziehen des Greifers.

Eine Laufkatze mit einseitig eingeführtem Zugseil ist in Fig. 370 und 371 wiedergegeben.<sup>1)</sup> Sie besteht aus zwei mit Winkeleisen gesäumten Blechschilden und ist oben durch eine Blechkappe überdeckt, so daß das Innere geschützt liegt. Besonders beachtenswert ist eine Einrichtung, die das Entleeren des Förderkübels an beliebiger Stelle gestattet.

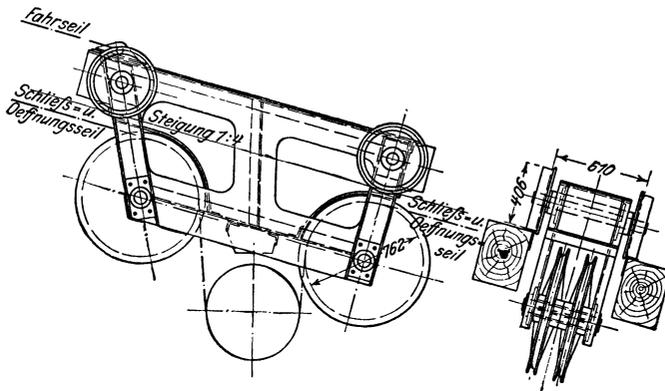


Fig. 368 und 369. Normale Laufkatze mit symmetrisch eingeführten Hubseilen für einen Kran mit feststehender Winde.

Hierzu dient eine Trommel, die mit der Seilrolle der Laufkatze durch drei Zahnräder so verbunden ist, daß das von ihr ablaufende dünne Seil dieselbe Geschwindigkeit hat wie die Last und daher schlaff mitläuft. Die Verbindung zwischen der Trommel und dem auf ihrer Achse sitzenden Zahnrade wird durch eine Reibkupplung mit geringer Übertragungskraft hergestellt. Auf der Trommel sitzt ferner eine Bandbremse, die durch ein leichtes Gewicht locker gehalten wird. Zieht nun der vom Führerstand aus steuerbare Elektromagnet die Bremse an, so wird die Trommel still gesetzt. Beim Nachlassen des Hubseiles dreht jetzt das festgehaltene Entleereseil den Auslösehebel des Fördergefäßes und bringt dasselbe zum Kippen, während die Reibkupplung schleift.

Als Spezialkonstruktionen sind noch die in Fig. 379 skizzierte Hunte Katze (s. unten) und eine Laufkatze von Hoover & Mason

<sup>1)</sup> Hierzu gehörig: Seilschema Fig. 332; Förderkübel Fig. 272 bis 274; Winde Fig. 347 und 348.

zu erwähnen, die den niedergelassenen Greifer von dem festen Führerstande aus zu drehen gestattet.<sup>1)</sup>

Eine Bleichertsche Laufkatze für Bahnbahnen, die unter  $30^\circ$  geneigt sind, ist in Fig. 272 abgebildet.

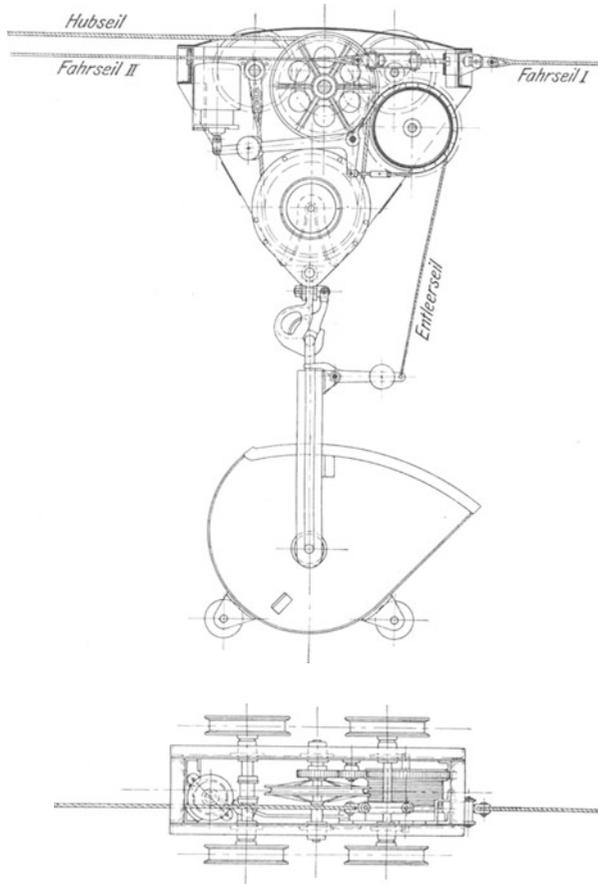


Fig. 370 und 371. Laufkatze mit einseitig eingeführtem Hubseil. Benrather Maschinenfabrik.

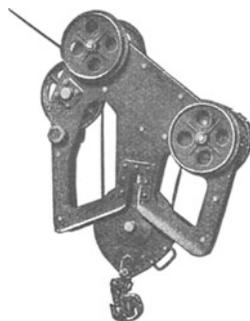


Fig. 372. Laufkatze für Schrägbahnkrane. Bleichert.

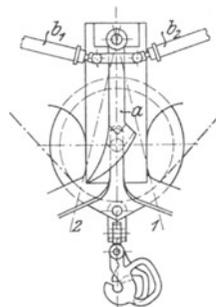


Fig. 373. Entlastung des Hubseiles. Brown.

Die Entlastung des Hubseiles bei Kranen, die nach dem Schema Fig. 330 arbeiten, läßt sich nach Fig. 373 in folgender Weise durchführen. Auf den Fanghaken  $a$  wirken zwei Federn  $b_1$  und  $b_2$ , die ihn bei frei schwebender Last in der Stellung 1 halten. Beim Heben stoßen jedoch die vorspringenden Zapfen der losen Rolle gegen die schräge Unterfläche des Hakens und drängen ihn nach links hin

<sup>1)</sup> Siehe Z. d. V. d. I. 1906, S. 1412/13, Fig. 49 und 50.

in Stellung 2. Ist die Rolle genügend hochgehoben und wird dann wieder nachgelassen, so tritt der Zapfen in die punktiert angegedeutete Aussparung des Hakens, der jetzt in die Mittelstellung gedrängt wird.

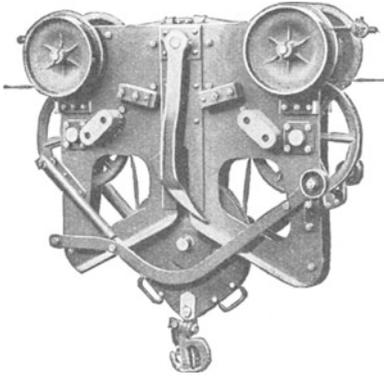


Fig. 374. Laufkatze mit Entlastungshaken für das Hubseil. Bleichert.

Nun ist das Hubseil locker, und die Katze kann verfahren werden. Um die Last wieder zu lösen, hat der Maschinist das Hubseil ein wenig anzuziehen, so daß der nach rechts federnde Haken den Zapfen auf der linken Seite heraustreten läßt, und dann nachzulassen. Dabei drängt der auf der Rückenfläche abgleitende Zapfen den Haken vollends zur Seite, und die Last kann frei gesenkt werden.

Fig. 374 gibt die Abbildung einer solchen Katze nach Ausführung von Bleichert.

Fig. 375 und 376 zeigen die Einrichtung einer auf geneigter Bahn selbsttätig sich feststellenden Brownschen Katze. Dargestellt ist der Augenblick, wo die Katze bergablaufend gegen den auf der Fahrbahn verstellbaren Anschlag *a* stößt. Infolge des Anpralls tritt die Rolle des Anschlages in die Aussparung der im Katzengerüst ge-

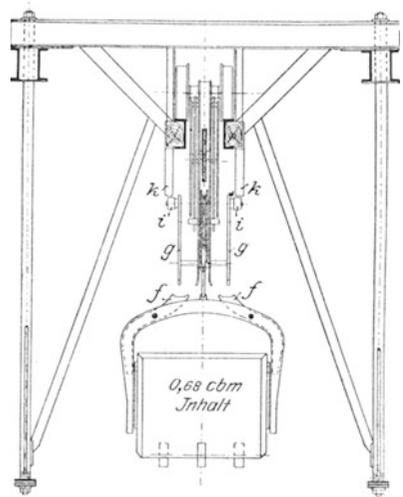
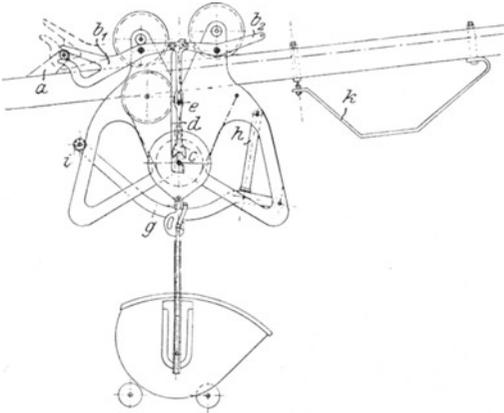


Fig. 375 und 376. Einseilkatze für Verriegelung an einem festen Anschlag. Brown.

lagerten Hebels  $b_1$ , dreht diesen ebenso wie den Hebel  $b_2$  und verschiebt dadurch die Stange  $c$  nach unten. Gleichzeitig wird das obere Ende des um  $e$  drehbaren Fanghebels  $d$  durch  $b_1$  und  $b_2$  nach rechts gedrängt, der Fanghaken unten weicht also nach links aus und gibt den Zapfen der Lastrolle frei. Der Seilzug würde jetzt, während der Kübel sinkt, die Katze nach rechts fahren, wenn nicht Hebel  $b_1$ , der in die punktierte Stellung übergegangen ist, durch den Anschlag zurückgehalten würde.

Beim Aufziehen der Last stößt der Zapfen der Rolle von unten gegen die Gabel der Stange  $c$ . Diese wird aufwärts in die gezeichnete Lage verschoben, wobei sie  $b_1$  und  $b_2$  und damit auch Hebel  $d$  in die ursprüngliche Stellung zurückdreht. Die Verriegelung mit  $a$  wird gelöst, und die Last müßte, während die Katze nach rechts fährt, sinken. Da aber der Fanghaken vorgeschoben ist, hängt sich die Rolle in der Katze auf, und das Seil wird entlastet, so daß es nur einen dem Fahrwiderstande entsprechenden Zug erhält.

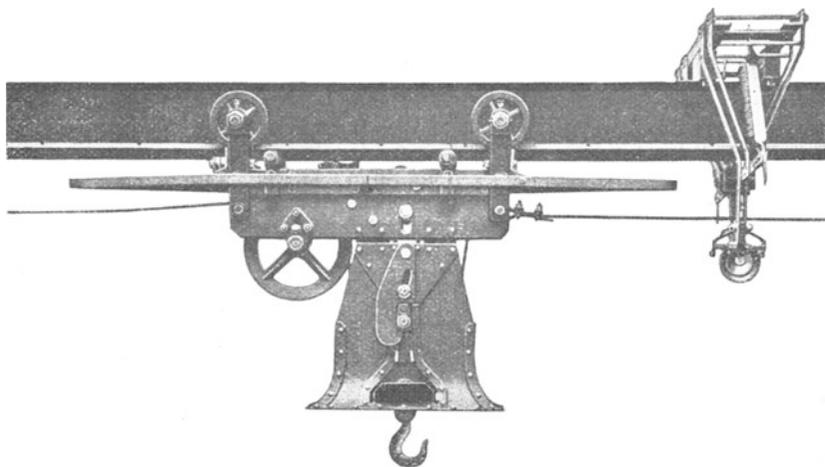


Fig. 377. Laufkatze von Temperley mit ausweichender Seilstütze.

Die Figur zeigt gleichzeitig, in welcher Weise die selbsttätige Kübelentladung an einem bestimmten Punkt der Fahrbahn ausgeführt werden kann. An der Katze ist ein durch die Feder  $b$  in seiner Stellung gehaltener Hebel  $z$  befestigt. Trifft dessen Rolle  $i$  auf der Fahrt gegen die schräge Fläche des Anschlages  $k$ , so wird der Hebel heruntergedrückt, um nun seinerseits die beiden Riegelhebel  $f$  auszuklinken.

Temperley hat die Laufkatze so ausgebildet, daß sie ohne Benutzung eines festen Anschlages an einem vom Kranführer be-

liebig wählbaren Punkte festgestellt werden kann (Fig. 377). An dem Unterflansch des als Laufbahn dienenden geneigten I-Trägers ist ein in regelmäßigen Abständen mit Ausschnitten versehenes Flacheisen angebracht. Der Führer hält an der Stelle, wo gesenkt werden soll, an, zieht die Katze über den benachbarten Ausschnitt zurück und läßt sie wieder nach. Dabei schnappt ein Riegel in den Ausschnitt ein und stellt den Wagen fest, während gleichzeitig die Last zum Senken frei gegeben wird. Beim Hochziehen hängt sich die Rolle in der Katze auf und entriegelt den Wagen.

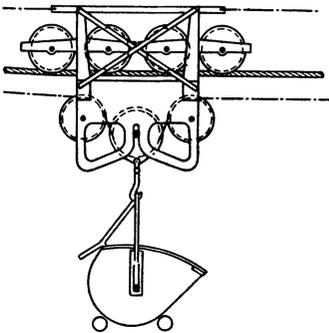


Fig. 378. Laufkatze für einen Seilbahnkran. Brown.

Beschreibungen des ziemlich komplizierten Mechanismus finden sich in Ernst, Hebezeuge, und in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1901, S. 1487 f. (Kammerer).

Laufkatzen für Seilbahnkrane (Fig. 277 und 378) unterscheiden sich von solchen für starre Bahn im wesentlichen nur dadurch, daß drei oder vier Laufachsen angewandt werden, die möglichst gleichmäßig zu belasten sind. Die Wangen bestehen, namentlich bei transportablen Anlagen, häufig aus Flacheisenstäben, die durch Bolzen verbunden werden. Wenn der

Kran zu Ausschachtungszwecken benutzt wird, so finden sich vielfach zwei Hubwerke, deren eines zum Kippen der Förderschale dient.

#### d) Unterstützung des Seiles.

Bei großer Fahrlänge hängen die schwächer angestregten bzw. zeitweilig entlasteten Seile oft in unzulässiger Weise durch, so daß Vorrichtungen zu ihrer Unterstützung notwendig sind.

Wenn die Last jedesmal, ehe die Fahrbewegung beginnt, bis zur Katze aufgezogen wird, so kann man das Seil vor zu tiefem Durchhang durch Holzbalken schützen, die quer zur Fahrbahn unterhalb des Durchgangsprofils des Förderkübels aufgehängt werden (vgl. Fig. 427). Dagegen würde Fahren bei beliebiger Lasthöhe durch die Balken verhindert werden.

Hunt legt bei einer neueren Ausführung an der inneren Seite des einen Kranträgers entlang ein C-Eisen (Fig. 379) und führt die Schließ- und Entleereseile über wagerechte Rollen seitlich in die Katze ein, so daß sie, statt durchzuhängen, in der von dem L-Eisen gebildeten Rinne schleifen. In der Laufkatze werden sie durch

schräge Rollen so abgelenkt, daß sie am Greifer symmetrisch anfassen. Das Fahrseil greift ganz einseitig an und wird ebenfalls von dem  $\perp$ -Troge aufgenommen.

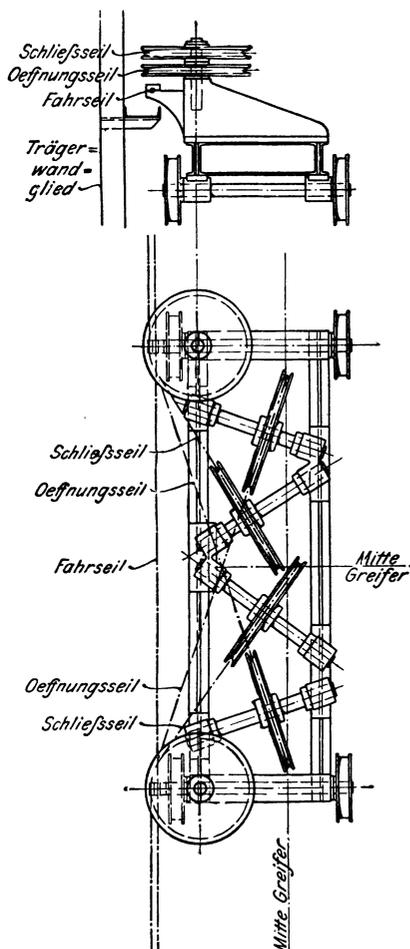


Fig. 379. Laufkatze mit auf der ganzen Länge unterstützten Seilen. Hunt.

Vielfach sind Versuche mit ausweichenden Rollen gemacht worden, doch haben sich alle diese Vorrichtungen bei großer Fahrgeschwindigkeit nicht besonders bewährt. Temperley hängt nach Fig. 380 die Rollen an Flacheisenparallelogrammen auf, die von der spitz zulaufenden Katze zur Seite gedrängt und durch Federn wieder in die Mittelstellung zurückgeführt werden.

Bei Seilbahnkranen ist Unterstützung durch Reiter üblich, die mit einem Tragröllchen für jedes Seil versehen sind.<sup>1)</sup>

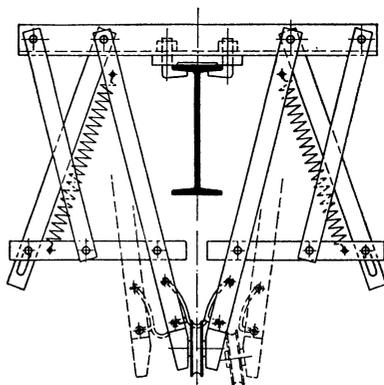


Fig. 380. Ausweichende Seilstütze. Temperley.

Auf dem Horn der Katze hängen eine Anzahl Seilträger, deren obere Öffnungen, durch die ein festes Hilfsseil gezogen wird, verschieden groß sind. Ihnen entsprechen Knoten von zunehmender Größe auf dem Seil, so daß der Seilträger über die kleineren Knoten frei fortgeht und erst an dem für ihn bestimmten hängen bleibt. Beim Rückgang nimmt die Katze die Seilträger nacheinander wieder auf.

<sup>1)</sup> Siehe Dingler 1903, S. 281, Fig. 186 und 187.

## 11. Kapitel.

## Der Aufbau der Krane.

## a) Drehkrane.

Die in Deutschland bei weitem am meisten verbreitete Bauart ist der Drehscheibenkran (Fig. 381). Die Kranplattform, auf der Hub- und Drehwerk stehen, nebst dem Ausleger stützt sich mit zwei Paar Laufrollen auf eine kreisförmig gebogene Schiene. Zur Führung dient in der Regel ein kurzer Königszapfen, seltener eine Säule, die einen Teil des Kippmomentes überträgt.

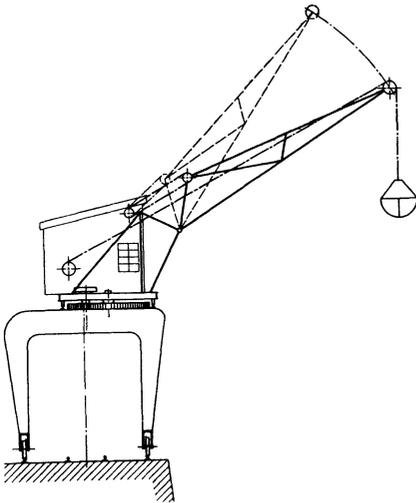


Fig. 381. Drehkran mit einziehbarem Ausleger auf Portalgerüst. Stuckenholz.

Fahrbare Krane haben als Unterbau entweder einen niedrigen Wagen oder ein portalartiges Gestell, das Raum für ein oder mehrere Eisenbahngleise läßt. Die Fahrbewegung wird übrigens fast ausschließlich zum Wechsel des Arbeitsplatzes, nicht zum Bewegen der Last benutzt. Dasselbe gilt für das Einziehen des Auslegers, der übrigens in den meisten Fällen als starres Fachwerk ausgeführt wird.

Der Führer erhält bei den Drehscheibenkränen seinen Stand in unmittelbarer Nähe der Antriebsvorrichtungen an der Vorderwand des Windenhauses, so daß er die Last stets vor Augen hat und alle Bewegungen sehr sicher

und bequem beherrscht. Die Seilführung ist äußerst einfach. Da die schweren Antriebs- und Gerüstteile nahe am Drehpunkt liegen, so wird der Beschleunigungswiderstand beim Beginn der Drehbewegung durch die toten Massen verhältnismäßig wenig vermehrt. Etwas schwierig ist bei großer Ausladung der Gewichtsungleich für den drehbaren Teil.

Günstiger verhält sich in dieser Beziehung eine neuere Bauart von Flohr (Fig. 382). Der drehbare Teil des Kranes ist an der Spitze eines Turmgerüsts aufgehängt, so daß er sich von vornherein in stabilem Gleichgewicht befindet, und durch wagerechte Rollen geführt. Die Winde rückt weiter aus der Mitte, hat also

als Gegengewicht größeren Hebelarm. Das Führerhaus muß besonders unter den Ausleger gehängt werden.

Zu erwähnen ist noch die in Fig. 383 skizzierte Konstruktion von Bleichert, die allerdings, streng genommen, nicht mehr zu den Drehkränen gehört, da die Drehbarkeit des Auslegers nur dazu benutzt wird, um den Kran aus zwei Schiffsluken arbeiten zu

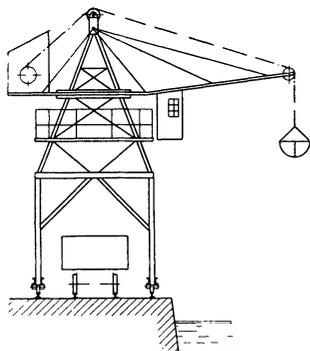


Fig. 382. Turmdrehkran,  
Bauart Flohr.

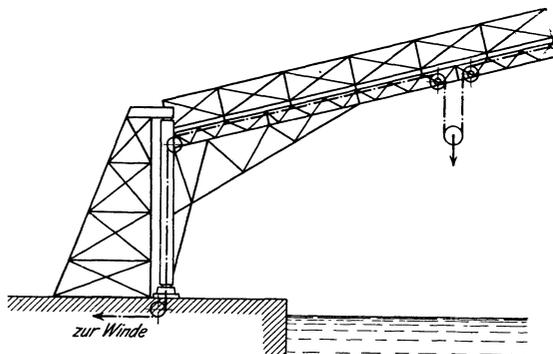


Fig. 383. Laufkatzenkran mit schwenkbarem  
Ausleger. Bleichert.

lassen, also den Arbeitsplatz zu wechseln, während die Last durch Verschieben der Laufkatze bewegt wird. Die Winde ist feststehend angeordnet und das Seil in der Drehachse hochgeführt. Der Kran ist mit verhältnismäßig geringen Kosten auszuführen und wird vielfach zum Überladen aus Schiffen in Drahtseilbahnen benutzt.

### b) Hochbahnkrane mit starrem Gerüst.

Drehkrane sind bei Förderwegen über etwa 30 m im allgemeinen nicht mehr zweckmäßig, und zwar einerseits aus konstruktiven Gründen, da das Kippmoment zu groß wird, andererseits aus Gründen des Betriebes. Infolge des Umweges, den die Last machen muß, geht Zeit verloren, die Ausleger nahe beieinander arbeitender Krane stören sich gegenseitig in ihren Bewegungen, auch wird unter Umständen die Drehung des Auslegers durch die Schiffsmasten gehindert. Diese Schwierigkeiten fallen fort, wenn man der Last geradlinige Bewegungen erteilt.

Der Kran erhält dazu eine feststehende, wagerechte oder geneigte Fahrbahn, auf welcher sich die Laufkatze mit der angehängten Last bewegt. Nach Vorschlag von Professor Ernst werden diese Krane in ihrer Gesamtheit heute allgemein als „Hochbahnkrane“ bezeichnet.

Auf die Ausbildung des Krangerüstes ist wesentlich die aus dem Zweck der Anlage sich ergebende Länge der Fahrbahn von Einfluß.

Handelt es sich um Überladung aus Schiffen in am Ufer stehende Eisenbahnwagen, so wird ein Turm mit einseitigem Ausleger angewandt, dessen Untergestell portalartig ausgebildet ist und für ein oder zwei Gleise Raum läßt. Bei mäßiger Ausladung empfehlen sich der einfachen Seilführung wegen<sup>1)</sup> Krane mit schräger Fahrbahn, seltener kommt noch die Hunte'sche Parabelform zur

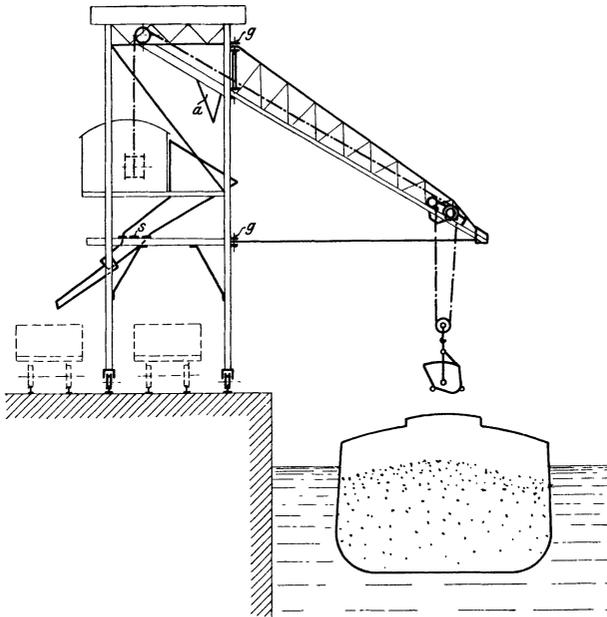


Fig. 384. Uferkran mit schräger Fahrbahn zum Überladen aus Schiffen in Eisenbahnwagen. Pohlig.

Ausführung. Beispiele für Schrägbahnkrane geben die Fig. 384 bis 387. Der Kran Fig. 384 dient zum Überladen aus Schiffen in Eisenbahnwagen. In dem Turm befindet sich ein Füllrumpf mit hoher Rückwand, die Verschütten von Material beim Umkippen des schnell arbeitenden Fördergefäßes verhindert. Aus dem Trichter wird das Material durch einen Schieber *s* in die Eisenbahnwagen abgezogen. Oberhalb des Trichters ist an der Fahrbahn der Anschlag *a* angebracht, der selbsttätige Entleerung des Greifers oder Kübels an der richtigen Stelle bewirkt.

<sup>1)</sup> Siehe Schema Fig. 337, Kap. 10.

Nach dem gleichen Prinzip ist der in Fig. 385 skizzierte Kran gebaut, der, ebenfalls unter Zwischenschaltung eines Füllrumpfes, die Wagen einer Drahtseilbahn belädt. In das fahrbare Kranerüst ist eine mit Schleppzungen das feste Gleis übergreifende Weiche eingebaut, auf welche die vom Zugseil gelösten Wagen zur Beladung übergeschoben werden.

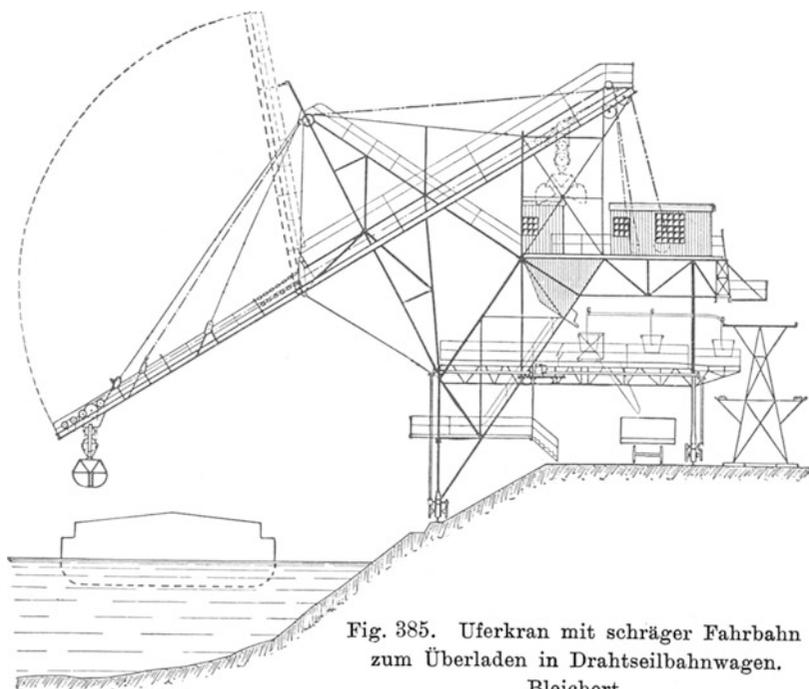


Fig. 385. Uferkran mit schräger Fahrbahn zum Überladen in Drahtseilbahnwagen. Bleichert.

Die Winde wird bei diesen Kranen in einem Schutzhaus möglichst auf der Landseite des Turmes aufgestellt, so daß sie als Gegengewicht wirkt und das Seil unmittelbar zu der Leitrolle am höchsten Punkte der Fahrbahn hinaufgeführt werden kann. Der Führerstand ist nahe dem Windenhaus seitlich neben den Turmpfosten auskragend anzubauen, damit er freien Überblick über die Lastbewegungen gestattet.

Meist wird der Kran verfahrbar angeordnet, feststehend eigentlich nur, wenn er an ein anderes Fördermittel anschließt oder zur Beschickung eines Speichers dient.

Der Ausleger muß sich aus seiner überkragenden Stellung zurückziehen lassen, wenn Schiffe mit hohen Masten verholt werden oder der Kran verfahren werden soll. Bei dem in Fig. 384 skizzierten

Kran geschieht dies durch Drehung um eine senkrechte Achse *gg*. Heute findet sich diese Anordnung selten, weil der Ausleger auf diese Weise keine sehr gute Unterstützung erhält und beim Aus-

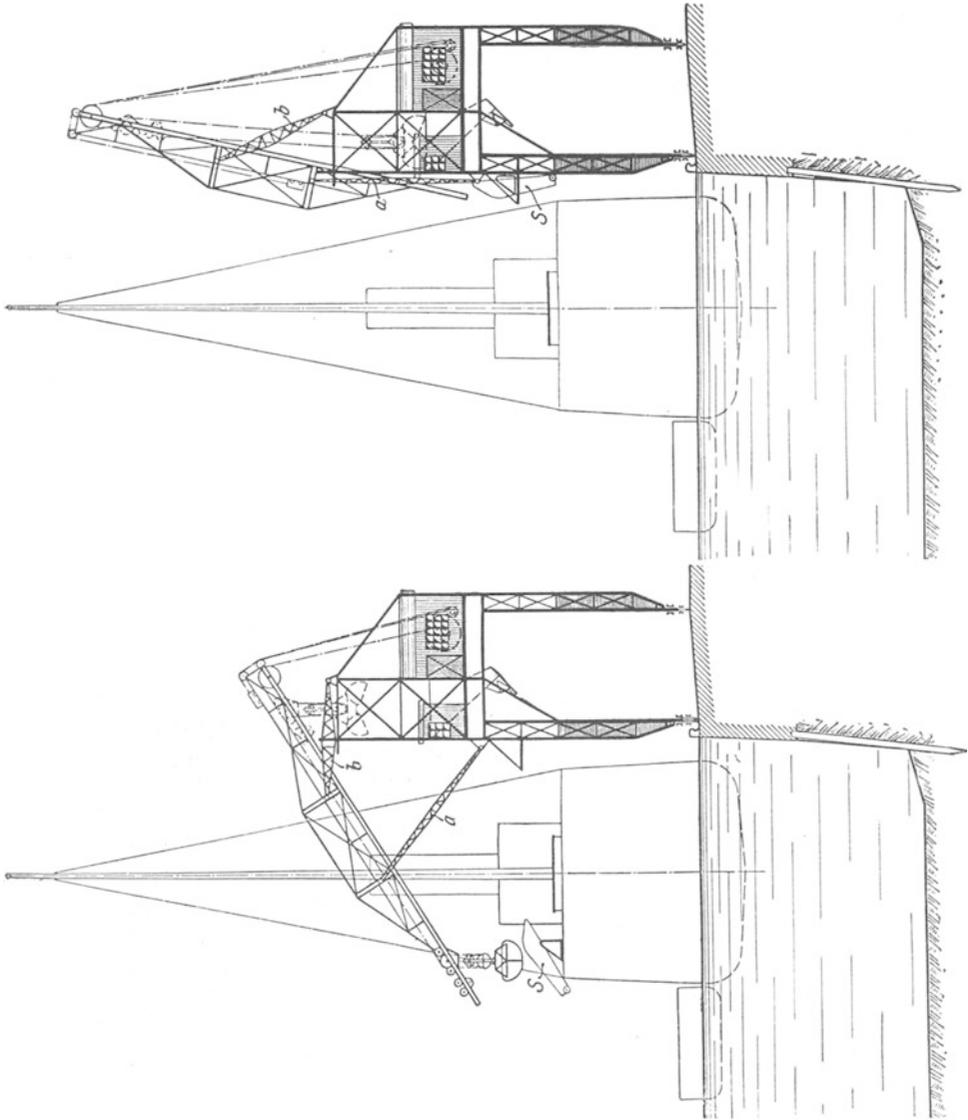


Fig. 386 und 387. Schrägbahnkran mit durch Lenkerstangen gestützter Fahrbahn. Bleichert.  
(D. R. P. angemeldet.)

schwenken durch das Tauwerk gehindert wird. Weit gebräuchlicher sind in einer vertikalen Ebene schwingende Ausleger, die gewöhnlich um einen am Gerüst gelagerten Zapfen drehbar aus-

geführt werden (vgl. Fig. 385). In der höchsten Stellung fallen Haken ein, die den Ausleger verriegeln, während er in der Arbeitsstellung durch Zugstangen unterstützt wird, die beim Aufziehen einknicken. Bei Entladung von Seeschiffen mit viel Takelage tritt aber auch hier noch häufig der Fall ein, daß die Tauen gekappt

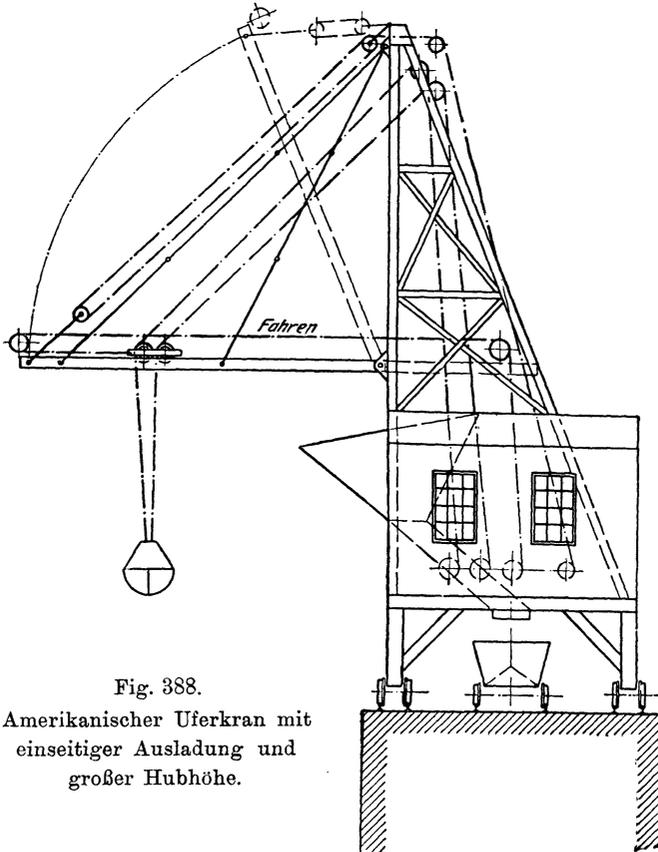


Fig. 388.  
Amerikanischer Uferkran mit  
einseitiger Ausladung und  
großer Hubhöhe.

werden müssen, um die Bahn für die Laufkatze frei zu machen, weil der Ausleger sich von oben auf das Tauwerk legt. Ganz vermieden wird dies bei einer neueren Bleichertschen Konstruktion (Fig. 386 und 387). Die Fahrbahn wird von zwei Lenkerstangen *a* und *b* getragen und schiebt sich infolgedessen beim Herausfahren unter das Tauwerk. In der Arbeitsstellung findet die obere, biegungsfest ausgebildete Stange einen Stützpunkt am Gerüst und hält so den Ausleger fest.

Bei großer Ausladung macht die schräge Fahrbahn den Turm übermäßig hoch, zudem ist mit der einfachen Seilführung der Nach-

teil der Abhängigkeit der Bewegungen voneinander verbunden (s. Kap. 10). Daher kommt wagerechte Fahrbahn häufiger vor.

Eine in Amerika sehr beliebte Anordnung ist in Fig. 388 skizziert.<sup>1)</sup> Der Ausleger hängt, wie bei wagerechter Fahrbahn üblich, an Gelenkstangen und kann durch eine besondere Winde aufgezogen werden. Die beiden Greiferseile sind von der Spitze des Turmes aus zur Laufkatze geführt, üben also auf diese eine Verschiebungskraft aus, die zu Beginn der Einwärtsbewegung des Kübels, d. h. während der Beschleunigungsperiode, am größten ist und dann rasch abnimmt. Die Bewegung wird durch das Fahrseil mittels Bremse geregelt. Beim Herausfahren des leeren Greifers, wobei die Fahrwinde vom Motor angetrieben wird, ist umgekehrt während der Beschleunigungsperiode der vom Fahrseil ausgeübte Widerstand klein, während gegen den Schluß die Komponente der Hubseilspannung eine bremsende Wirkung ausübt.

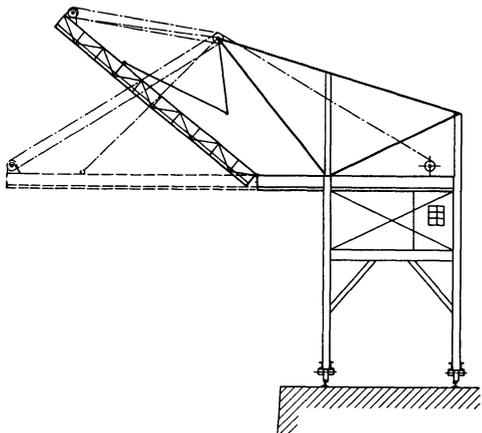


Fig. 389. Uferkran mit großer einseitiger Ausladung. Benrather Maschinenfabrik.

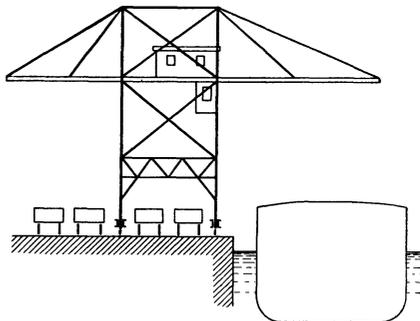


Fig. 390. Uferkran mit Ausladung nach beiden Seiten.

Der Krantyp wird besonders für hohe Leistungen angewandt und dann von zwei Führern bedient, von denen der eine das Fahren, der andere Heben und Senken steuert. Die beiden Leute müssen wegen der Abhängigkeit dieser beiden Bewegungen gut aufeinander eingearbeitet sein, ehe die volle Leistung erreicht wird.

Ein Krantyp für ungewöhnlich große einseitige Ausladung ist in Fig. 389 skizziert.

Soll die Fahrbahn auch nach der Landseite hin überkragen, so wird die Winde, wenn die Stabilitätsverhältnisse es erlauben, oberhalb der Fahrbahn aufgestellt (vgl. Fig. 390). Andernfalls

<sup>1)</sup> Vgl. auch D.R.P. 169935 (Speyerer).

ist jedes Seil seitlich neben der Fahrbahn in die Höhe zu führen und oben durch zwei Rollen so abzulenken, daß es in oder nahe der Mittelebene der Fahrbahn bis zur Umkehrrolle am Auslegerende und von da zur Katze geführt werden kann (s. z. B. Fig. 331, Kap. 10).

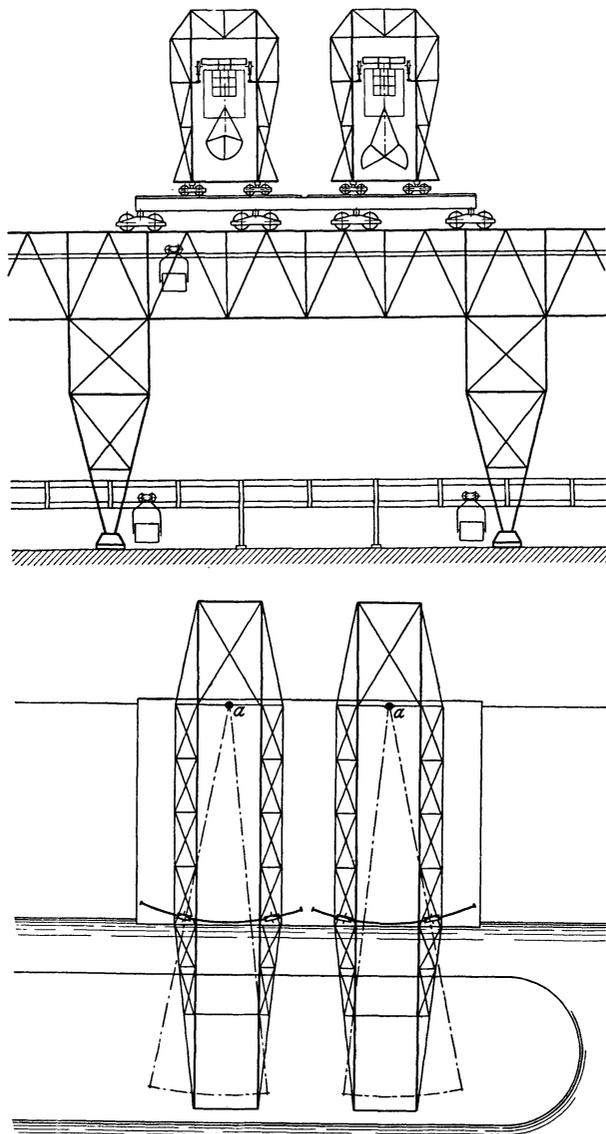


Fig. 391 und 392. Bleichertsche schwenkbare Krane auf fahrbarer Plattform. Ausgeführt im Gaswerk Tegel.

Um den Arbeitsplatz von Hub zu Hub wechseln zu können, benutzt Bleichert die in Fig. 391 und 392 skizzierte Anordnung. Das Krangerüst dreht sich um den festen Zapfen  $a$  und wird auf beiden Seiten durch Rollen und zu  $a$  konzentrische Laufschiene getragen. Je zwei derartige Krane stehen auf einem fahrbaren Unterbau.

Der in Fig. 393 skizzierte Kran zeichnet sich dadurch aus, daß der Ausleger nicht aufgeklappt, sondern in das Innere des Gerüsts zurückgezogen wird. Sein vorderes Ende ist mit einer Stange bei

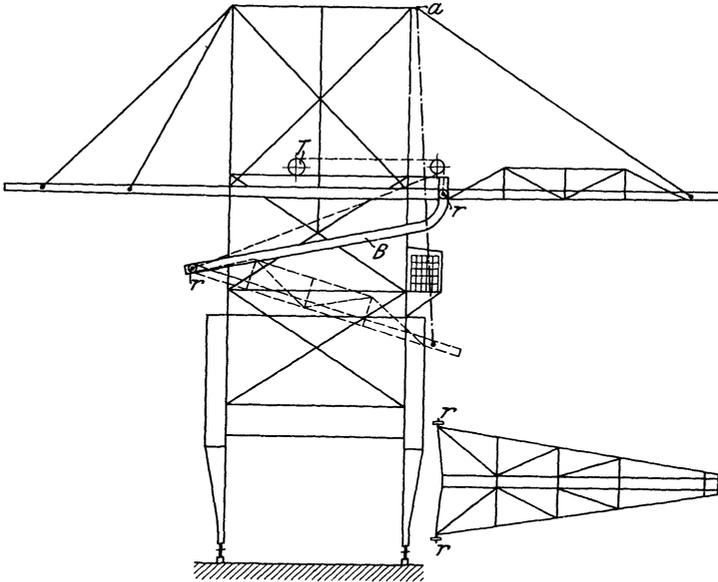


Fig. 393. Amerikanischer Kran mit einziehbarem Ausleger.

$a$  aufgehängt, während das hintere Ende sich mit Rollen  $r$  in zwei [-Eisen führt, die an der Innenseite der Gerüstpfosten befestigt sind. Die Bewegung wird durch Trommeln  $T$  hervorgebracht, deren Seile bei  $r$  am Ausleger angreifen.

Die Anordnung hat den Zweck, Zusammenstöße des Auslegers mit der Schiffstakelung zu verhindern.

Bleichert hat bei neueren Ausführungen den Ausleger parallel zur Laufriechtung verschiebbar gemacht, und zwar bei Kranen mit kurzer Fahrlänge und starrem Gerüst in der Weise, daß der ganze Fahrbahnträger auf Rollen gelagert und so nach der einen oder nach der anderen Seite herausgeschoben wird (Fig. 394). Lange Brücken dagegen erhalten einen besonderen Ausleger (Fig. 395—397),

der innerhalb des kastenförmigen festen Fahrbahnträgers verschiebbar ist und mit zugespitzten Schleppschiene über dessen Laufschiene greift, so daß die Katze bei jeder Auslegerstellung von der einen Fahrbahn auf die andere übergehen kann. Durch eine besondere, in der Patentschrift Nr. 193294 erläuterte Vorrichtung werden die Katzenfahrseile beim Einziehen des Auslegers verkürzt und so stets straff gehalten.

Häufig ergibt sich bei Kranen mit Doppelausleger und beträchtlicher Fahrbahnlänge eine geringe Neigung der Fahrbahn aus den örtlichen Verhältnissen, beispielsweise, wenn am Lande ein hoher Haufen aufgeschüttet oder wenn aus einem großen Schiff in Leichter übergeladen werden soll (Fig. 398). Man nimmt in solchen Fällen



Fig. 394. Bleichertsche Krane mit verschiebbarer Fahrbahn.

den Winkel, wenn möglich, so groß, daß die zur Bahnrichtung parallele Komponente des Katzen- und Lastgewichtes die erforderliche Beschleunigung ohne äußeren Antrieb hervorzurufen vermag. Dann braucht das Fahrseil nur auf einer Seite der Katze anzugreifen, wodurch sich Seilführung und Winde nicht unwesentlich vereinfachen. Die Neigung muß, da das Fahrseil mitzuschleppen ist, etwa 1:4 betragen.

Wenn es sich um Beschickung bedeckter Schuppen handelt, so wird die Fahrbahn des beweglichen Kranes durch Anschluß an feste Gleise verlängert, die unter dem Dach des Schuppens aufgehängt sind. Diese Anordnung ist jedoch nur bei einfacher Seilführung, z. B. bei Temperley-Kranen,<sup>1)</sup> oder bei Windenlaufkatzen möglich.

<sup>1)</sup> Vgl. Dingler 1903, S. 138, und 1906, S. 644 (D.R.P. 148385).

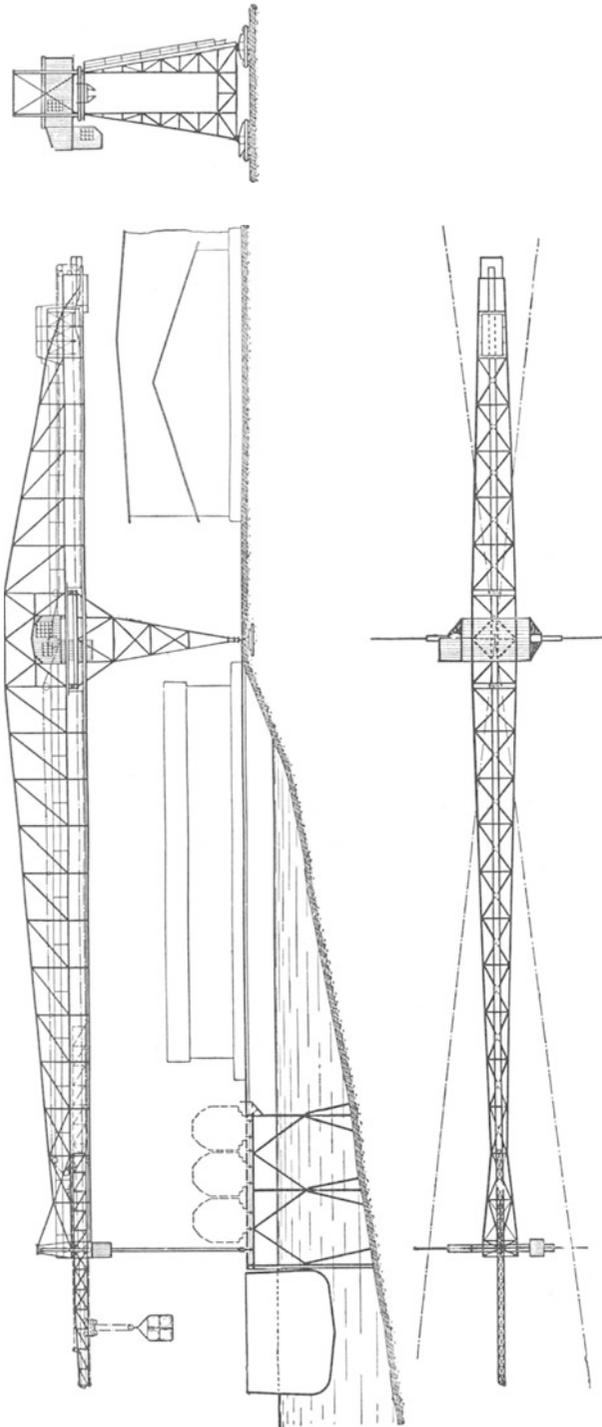


Fig. 395—397. Bleichterscher Brückenkran mit verschiebbarem Ausleger.

Doppelauslegerkrane von sehr großer Fahrbahnlänge (80 m und darüber) finden sich auf Walzwerkslagerplätzen (Fig. 399). Da bei außenstehender Last ein ziemlich bedeutendes Kippmoment aus-

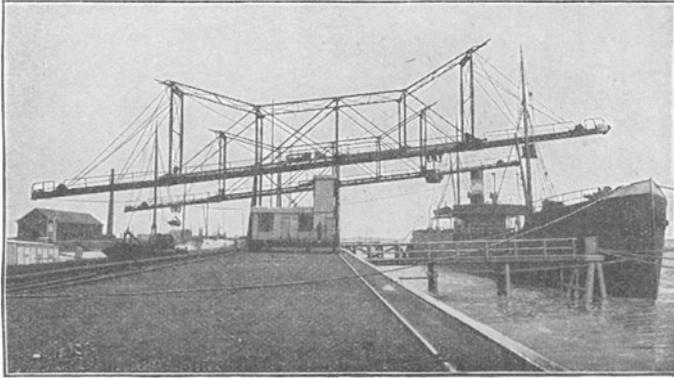


Fig. 398. Überladekran mit schwach geneigter Fahrbahn. Bleichert.

geübt wird, so wird zuweilen eine oberhalb der Laufkatze sich bewegende Gegengewichtskatze angeordnet, die mit jener durch Seile verbunden ist und jeweils die symmetrische Stellung auf dem

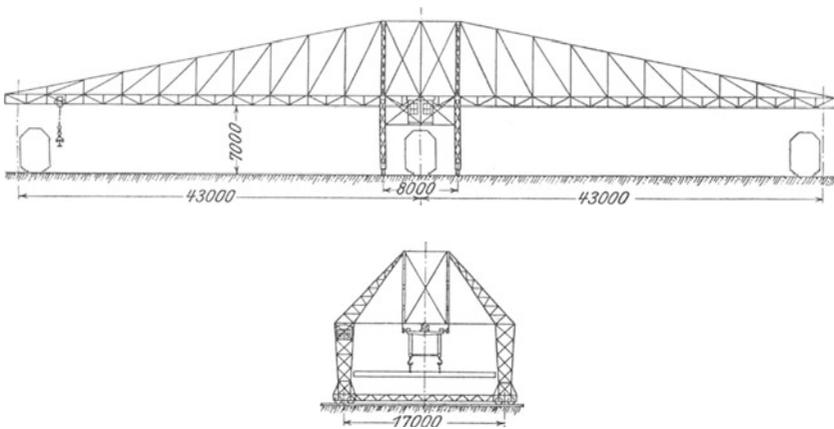


Fig. 399. Doppelauslegerkran mit langer Fahrbahn für einen Trägerlagerplatz. Duisburger Maschinenbau-A.-G.

anderen Ausleger einnimmt.<sup>1)</sup> Die beiden Joche des Stützgerüsts werden so weit auseinandergezogen, daß der längste Träger frei zwischen den Eckpfosten hindurchgeht.

<sup>1)</sup> Vgl. auch D.R.P. 175100 (Bleichert).

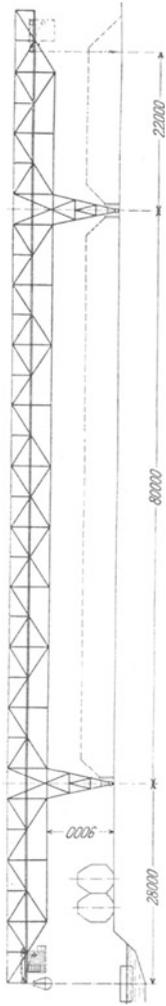


Fig. 400 und 401. Brückenkran von großer Spannweite mit parallelen Gurtungen.  
Benrather Maschinenfabrik.

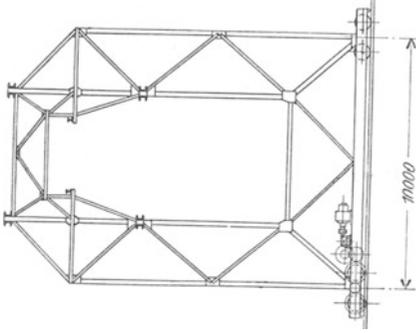


Fig. 401.

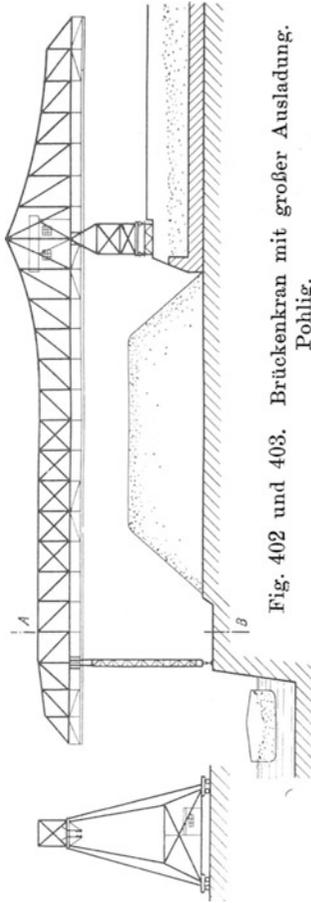


Fig. 402 und 403. Brückenkran mit großer Ausladung.  
Pohlzig.

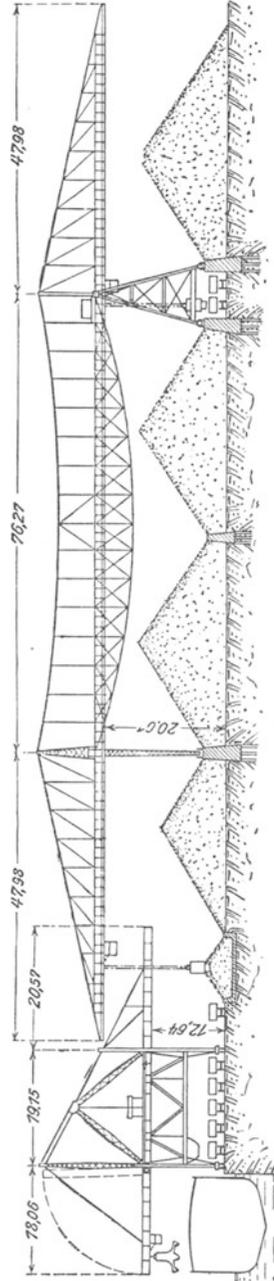
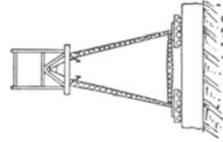


Fig. 404 und 405. Brückenkran mit Schnelllader. Brown.



Meistens werden indessen bei Fahrlängen über 60—80 m zwei Stützen angewandt, zwischen denen der Hauptteil des Lagerplatzes liegt, während der eine Ausleger über das Schiff, der andere über ein Hilfslager oder Eisenbahngleise auskragt. Die stärker belastete Stütze wird dann in der Regel als stabiler Turm, die andere als schmale Pendelstütze ausgeführt, welche den durch Temperaturwechsel hervorgerufenen Längenänderungen nachgibt.

Die Hauptträger erhalten meist parallele Gurtungen (Fig. 400 und 401), bei großer einseitiger Ausladung wird jedoch zweckmäßig die Trägerhöhe über der betreffenden Stütze vergrößert (Fig. 402 und 403).

Brown bevorzugt die Ausführung in Form einer Hängebrücke, deren Zugglied an den Auslegern mit der Fahrbahn durch Diagonalen und Vertikalen versteift wird, während der mittlere Teil der Brücke einen besonderen parabelförmigen Versteifungsträger erhält. Die in Fig. 404 und 405 skizzierte Brownsche Verladebrücke wird von einer Anzahl schnell arbeitender Uferkrane gespeist, die das Erz aus dem Schiff an Land schaffen, während die Brücke die Verteilung des nicht in Eisenbahnwagen abgeführten Materials auf dem Lagerplatz übernimmt.

Um den aufziehbaren Ausleger am Krangerüst zu vermeiden, gibt die Benrather Maschinenfabrik bei Verladebrücken mit Führerlaufkatze nach Fig. 406 und 407 der Katze einen über das Schiff auskragenden Schnabel. Neben der Vereinfachung von Konstruktion und Betrieb bringt diese Anordnung den Vorteil mit sich, daß der Kran, ohne mit den Schiffsmasten zusammenzustoßen, zwischen je zwei Hüben verfahren werden, also aus zwei Luken arbeiten kann. Da beim Ausfahren das Laufrollenpaar an der Auslegerspitze die Fahrbahn verläßt, wird der Wagen hier durch eine obere Leitschiene, an welche sich die Hinterräder legen, gegen Kippen geschützt.

Jäger hat denselben Gedanken weiter ausgebildet, indem er auf die bewegliche Brücke einen Drehkran setzt (Fig. 408). Ohne Verfahren des Gerüstes kann jetzt innerhalb einer Breite, die der doppelten Ausladung des Kranes entspricht, an beliebiger Stelle Material aufgenommen und abgelegt werden. Die Konstruktion ist von einer Reihe anderer Firmen nachgebaut worden.

Mohr & Federhaff haben in einem Falle, wo Anschluß an feste Fahrbahnen in einem bedeckten Schuppen verlangt wurde, den Drehkran unter die Brücke gehängt, so daß er zwischen den Pfosten der Stützjoche hindurchfährt (Fig. 409). Das Fahrgestell des Kranes umgreift die Hauptträger von außen und erhält dadurch große Stützweite.

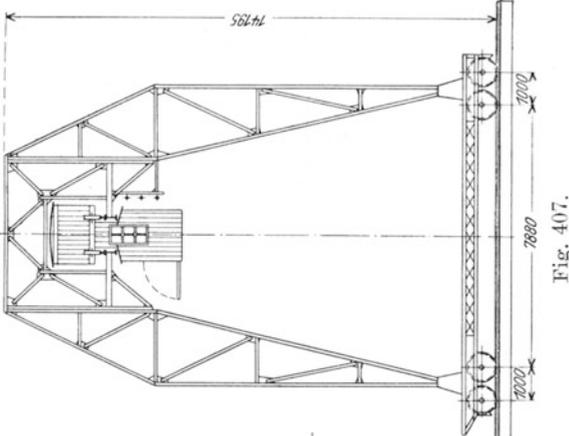


Fig. 407.

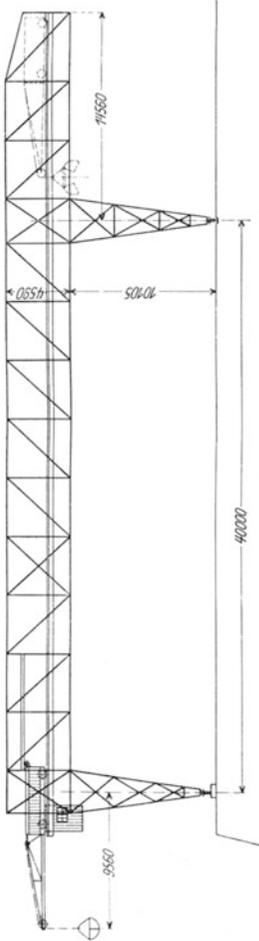


Fig. 406 und 407. Verladebrücke mit Auslegerlaufkatze. Benrather Maschinenfabrik.

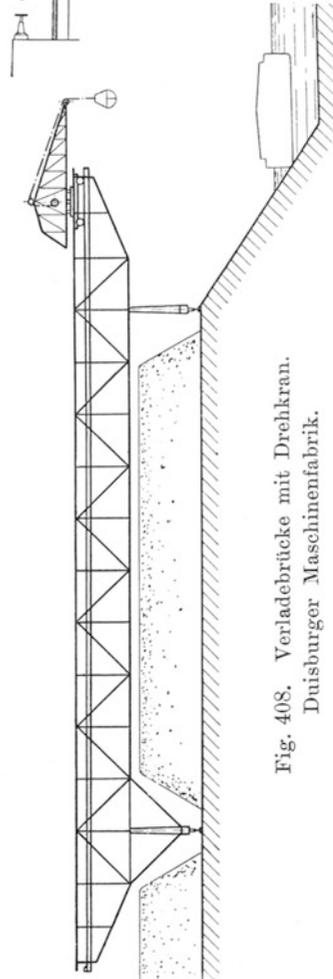


Fig. 408. Verladebrücke mit Drehkran. Duisburger Maschinenfabrik.

Der Querschnitt der Verladebrücken kann sehr verschieden aussehen, je nachdem, ob die Katzenbahn unter, zwischen oder über den Hauptträgern liegt.<sup>1)</sup>

In Fig. 376 ist bereits der normale Querschnitt der Brown-schen Brücken gegeben. Die Fahrbahn ist hier bis nahe unter den Windverband des Obergurtes hinaufgerückt, so daß die Querstäbe die alleinige Versteifung gegenüber dem von der Katzenbelastung hervorgerufenen Biegemomente bilden.

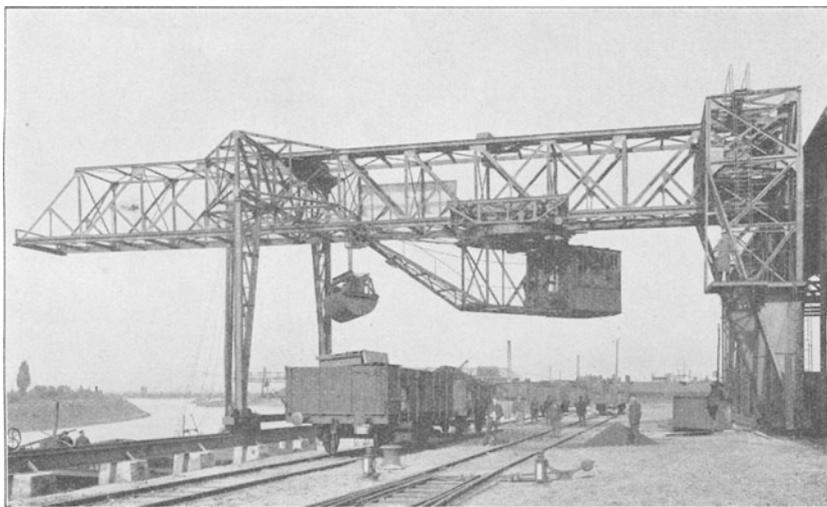


Fig. 409. Verladebrücke mit untenhängendem Drehkran. Mohr & Federhaff.

Durch Winddruck wird die Querversteifung nur wenig in Anspruch genommen, da der Untergurt aus Flacheisen, die Vertikalen aus Rohren mit durchgehenden Zugstangen und die Diagonalen aus einfachen Rundeisenstangen mit Spannschloß bestehen, deren angeschweißte Augen von den Zugstangen der Vertikalen mit gefaßt werden. Als Fahrbahnträger dienen mit  $\square$ -Eisen gesäumte Holzbalken, die in Amerika ihrer besseren Seitensteifigkeit wegen besonders am Ausleger vielfach benutzt werden.

In die deutsche Konstruktionsweise übertragen ergibt sich die Form Fig. 410.

Obwohl durch das hohe Aufziehen des Kübels die bei gegebener Schütthöhe des Lagers erforderliche Bauhöhe der Brücke vermindert wird, legt man sehr häufig, besonders bei den schweren

<sup>1)</sup> Vgl. hierzu den Aufsatz von Professor Kammerer in der *Förder-technik* vom 1. Nov. 1907.

Führerlaufkatzen, die Fahrbahn tiefer, auf Mitte bis Unterkante Träger, so daß oberhalb der Katze noch Platz für einen guten Querverband bleibt. Wird die Katze schmal gehalten, so läßt sich das untere Stück der Hauptträgervertikalen nach innen hin abspreizen und auch die notwendige Aussteifung der Fahrbahn zwischen die Träger verlegen (Fig. 411), während bei breiter Laufkatze beides nach außen verlegt werden muß (Fig. 412 und 413).

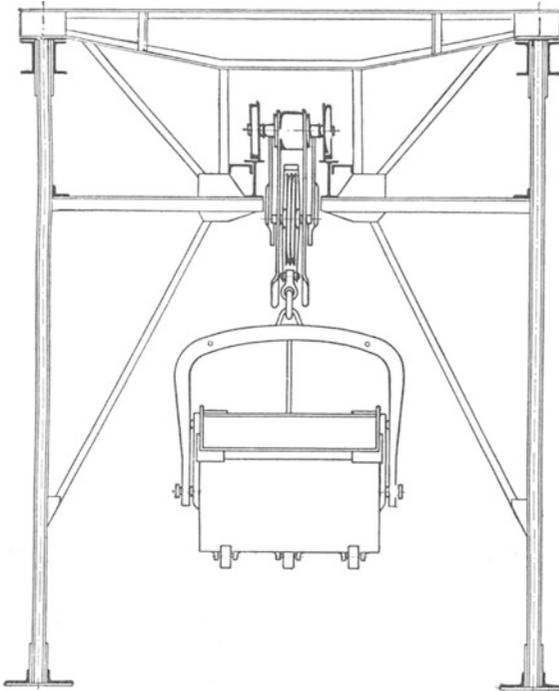


Fig. 410. Querschnitt einer Bleichertschen Verladebrücke mit zwischen die Hauptträger aufgehobenem Küber.

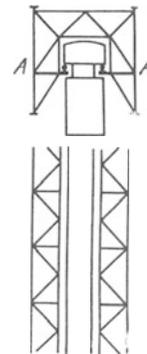


Fig. 411. Brücke mit zwischen den Trägern liegender Aussteifung.

Einfacher ist die Ausführung der Brücke, wenn die Laufbahn an den Untergurt gehängt wird, wie in dem Querschnitt Fig. 414.<sup>1)</sup>

Bei obenliegender Fahrbahn, insbesondere also bei Brücken mit Drehkränen, werden die Schienen meist unmittelbar auf den Obergurt gelegt. Um die Spannweite der direkt belasteten Gurtstäbe zu vermindern, ordnet man häufig halbe Diagonalen mit einem oder zwei Stützstäben an (Fig. 415).

<sup>1)</sup> Zu Führerlaufkatze Fig. 366 gehörig.

Jäger hat bei der in Fig. 408 skizzierten Brücke die von I-Eisen gestützten Schienen tiefer, an der Innenseite der Träger,

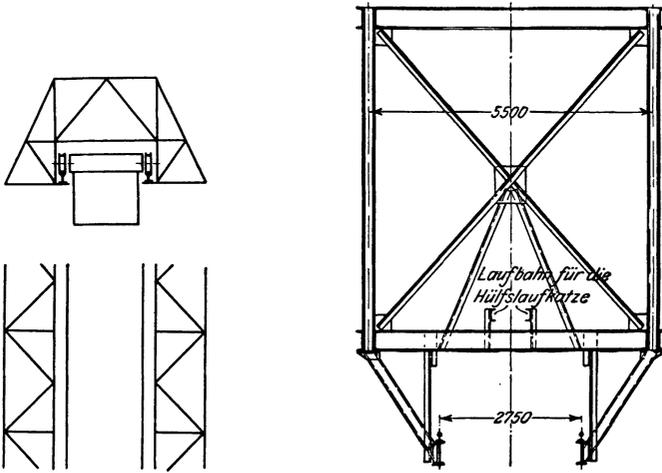


Fig. 412 und 413. Brücke mit außerhalb der Träger liegender Aussteifung.

Fig. 414. Brückenquerschnitt für tiefliegende Fahrbahn.

angeordnet und vorspringende Quer-eisen der Laufkatze unter die I-Eisen der Obergurte greifen lassen, wodurch der Drehkran große Sicherheit gegen Kippen erhält (Fig. 416).

Bei Ausbildung der Stützen ist folgendes zu beachten:

Vom Führerhaus aus sollte möglichst freie Beobachtung der wichtigsten Bewegungen, insbesondere also der Vorgänge im Schiff, möglich sein. Es ist daher, falls der Führer nicht mit der Katze fährt, zweckmäßig, das Haus an der wasserseitigen Brückenstütze anzubringen. Dann muß aber

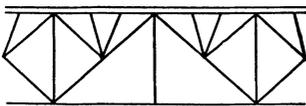


Fig. 415. Absteifung des Obergurtes bei obenliegender Fahrbahn.

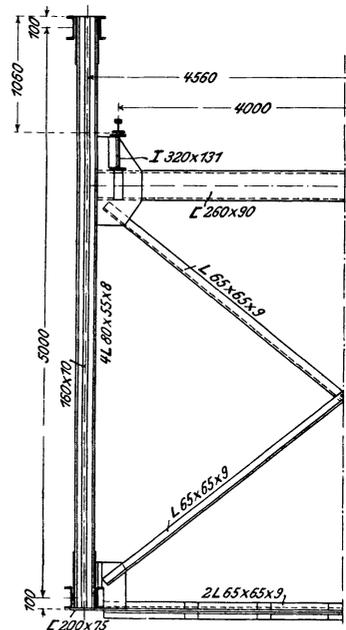


Fig. 416. Brückenquerschnitt für oben fahrenden Drehkran. Jäger.

auch die Winde hierher verlegt und diese Stütze als standfester Turm ausgebildet werden. Nur bei Mangel an Raum oder ungenügender Tragfähigkeit der Kaikonstruktion wird hiervon abgewichen und Winde und Führerstand nach der landseitigen Stütze verlegt (vgl. z. B. Fig. 395 bis 397). Der Führer muß dann nach elektrischen Signalen arbeiten, die ihm vom Ufer aus durch einen besonders dafür angestellten Mann gegeben werden. Auch selbsttätige Bewegungsanzeiger können nützlich sein.

Beim Arbeiten aus mehreren Luken ist es oft erwünscht, den vorderen Teil der Brücke allein verfahren, also die Längsachse schräg stellen zu können. Dann muß die Brücke mit dem Stützturm durch einen senkrechten Zapfen und mit der Pendelstütze durch ein kugelförmiges Auflager verbunden werden. Bei einer gewissen Schrägstellung wird der Fahrmotor durch einen Ausschalter selbsttätig angehalten, indessen soll dem Führer stets die jeweilige Stützenverschiebung durch einen Zeiger angegeben werden.

Die Fahrgestelle werden zuweilen durch Zapfen an die Kranstützen angeschlossen, damit alle Räder gleiche Belastung erhalten. Allgemein üblich ist das jedoch nicht, da auch eine Auflagerung nach Fig. 407 bei gut verlegten Gleisen ziemlich gleichmäßige Lastverteilung erwarten läßt.

Die Fahantriebe der beiden Stützen werden bei amerikanischen Ausführungen meistens durch eine an der Kranbrücke entlang verlegte Wellenleitung miteinander verbunden, in die an den Pendelstützen Kreuzgelenk-Kupplungen eingeschaltet sind. In Deutschland hat man jedoch bei großen Spannweiten vielfach von einer Verbindung abgesehen und jeden Fuß einzeln durch Nebenschlußmotoren angetrieben. Am besten geht man den Schwierigkeiten, die sich aus ungleichem Antrieb der Stützen ergeben, durch Anwendung der Winkelverstellbarkeit aus dem Wege.

Die langen Verladebrücken bieten dem Winde eine sehr große Angriffsfläche, weshalb bei ungenügenden Feststellvorrichtungen Wegrollen der Brücke durch den Wind vorkommen kann. Bei den ersten in Deutschland gebauten Anlagen sind infolgedessen mehrfach Unglücksfälle vorgekommen. Bremsen der Laufräder genügt nicht, da die Laufräder auf schlüpfrigen Schienen gleiten können, ohne sich zu drehen. Vielmehr sind zuverlässige Schienenklammern unumgänglich nötig. Besseren Halt als lose angehängte Zangen gibt die Bleichertsche Klammer (Fig. 417), deren Körper an der Stütze festgeschraubt wird. Unter den Schienenkopf werden von beiden Seiten Haken geschoben und dann der auf die Lauffläche der Schiene wirkende Druckstempel angezogen.



Der in Fig. 419 und 420 wiedergegebene Lokomotiv-Bekohlungs Kran weicht in seinem Aufbau von dem Normaltyp ab, während die Arbeitsweise im wesentlichen dieselbe ist. Der Greifer wirft indessen die Kohle nicht direkt auf den Tender, sondern in zwei mit drehbaren Rohren versehene Trichter.

Auch Trägerverladekrane werden in Form von doppelt gestützten Brücken ausgeführt. In Fig. 421 und 422 ist eine Anlage dargestellt, bestehend aus zwei Kranen verschiedener Spannweite und Tragkraft, die vollkommen unabhängig voneinander den Lagerplatz bedienen. Der kleine Kran ist beigegeben worden, weil die Bewegung des großen Krangerüstes zum

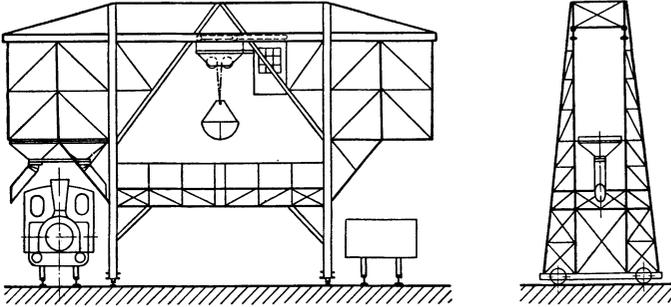


Fig. 419 und 420. Lokomotivbekohlungskran der Gesellschaft für elektrische Industrie.

Transport eines leichten Trägers unwirtschaftlich wäre.

Zuweilen werden, besonders bei Trägerverladekränen, die Brückenstützen auf einer oder beiden Seiten weggelassen und dafür feste Laufgerüste erbaut. Die Verladebrücke geht dann in den normalen Laufkran über.

Fig. 423 skizziert eine Laufkrananlage, die zum Überführen von Eisenbahnwagenladungen in Schiffe dient.<sup>1)</sup> An der Katze des quer zum Ufer sich bewegenden Kranes hängt ein Förder-

<sup>1)</sup> Nach Kammerer, Z. d. V. d. I. 1907, S. 1057, und Buhle, Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern, III. Teil, S. 207.

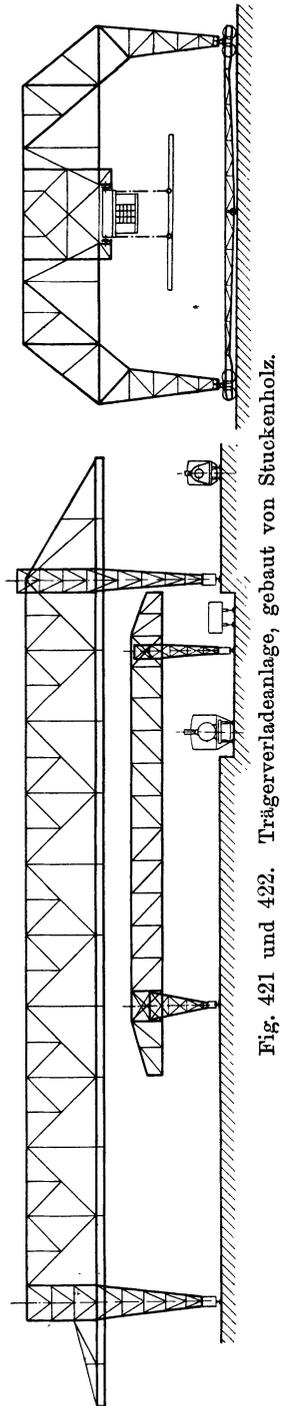


Fig. 421 und 422. Trägerverladeanlage, gebaut von Stuckenholz.

gefäß, das auf die Plattform des Kippers gesenkt wird und diese zum Kippen bringt, wobei es den Wageninhalt empfängt. Der Laufkran wird nun über das Schiff gefahren und dann das Gefäß, das sich auch um eine senkrechte Achse drehen kann, durch die Katze in die richtige Stellung gebracht, niedergelassen und durch Kippen entleert.

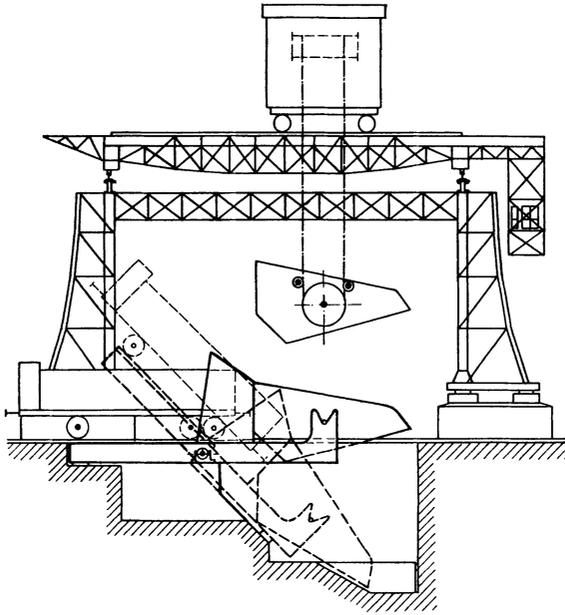


Fig. 423. Verladeanlage mit Laufkran zum Überladen aus Eisenbahnwagen in Schiffe. Grusonwerk.

Eine von den normalen Krantypen weit abweichende, immerhin mit den Hochbahnkränen verwandte Bauart rührt von dem Amerikaner Hulett her (Fig. 424). Dieser hat den Greifer, um ihn vollständig unter die Gewalt des Führers zu bringen, als Stielgreifer<sup>1)</sup> ausgebildet, d. h. an einem starren Maste angebracht, der eine Seite eines Parallelogramms  $a b c d$  aus gelenkig verbundenen Stäben bildet, und dessen Achse daher bei der Auf- und Abbewegung immer senkrecht bleibt. Der Mast hängt an einem doppelarmigen Hebel, der in einer Laufkatze gelagert ist. Bei jedem Spiel fährt die Katze nur so weit zurück, daß der gehobene Greifer seinen Inhalt in einen Trichterwagen abgeben kann, der auf einer im Portal gelagerten geneigten Fahrbahn verschoben wird und die weitere Verteilung besorgt.

<sup>1)</sup> Nach Kammerer, Die Technik der Lastenförderung einst und jetzt, S. 143 und 144.

Der Kran wird von zwei Maschinisten gesteuert. Der erste Führer hat seinen Stand unten im Mast und beherrscht die Bewegungen von Katze, Mast und Greifer. Der zweite steht am landseitigen Portalfuß und besorgt das Verfahren und Öffnen des Verteilwagens sowie das Bewegen des ganzen Kranes.

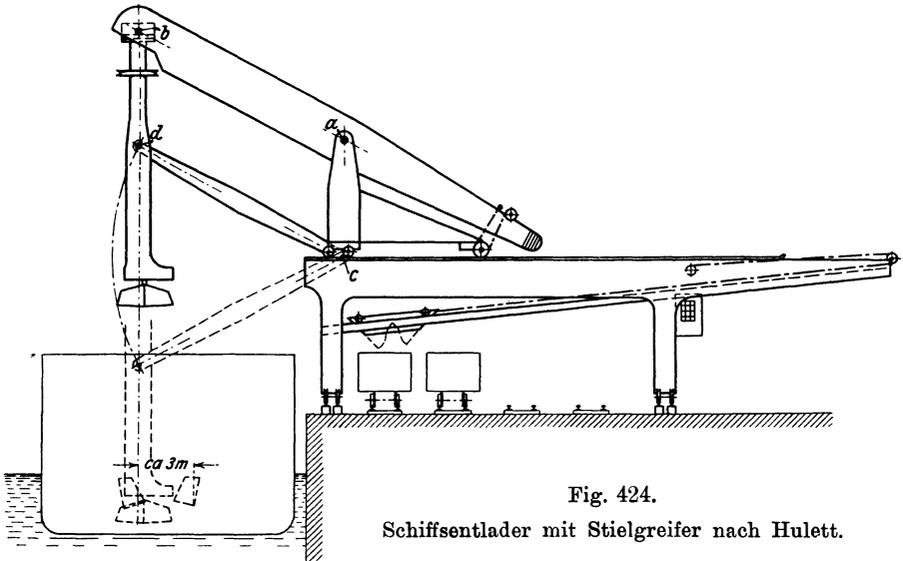


Fig. 424.

Schiffsentlader mit Stielgreifer nach Hulett.

Dadurch, daß der Mast um eine senkrechte Achse drehbar und der ohnehin schon weit ausladende Greifer um 1 m aus der Mittellinie verschiebbar gemacht ist, wird dem Führer die Möglichkeit gegeben, weit unter das vorkragende Schiffsdeck zu fassen und die Reste der Ladung fast ohne Schaufelarbeit auszuräumen.

Der Kran ist zum Entleeren großer Erzschiffe bestimmt und nur unter besonderen Verhältnissen anwendbar.<sup>1)</sup>

### c) Seilbahnkrane.

Spannweiten über etwa 80 m lassen sich mit Hochbahnkranen nicht mehr gut überbrücken. Wird dagegen die starre Laufbahn durch ein Seil ersetzt, so sind ziemlich unbegrenzte Spannweiten möglich. In Ausführungen ist man bis etwa 300 m gegangen. Besonders zweckmäßig sind Seilbahnkrane, wenn die Anlage nur vorübergehend benutzt werden soll, wie beim Ausheben von Kanälen.

Der Aufbau des Kranes gestaltet sich bei feststehenden Anlagen verhältnismäßig einfach. Das Tragseil wird an beiden Enden

<sup>1)</sup> Eine nähere Beschreibung findet sich in der Z. d. V. d. I. 1906, S. 1624.

an Stützen befestigt, die ihrerseits durch Seile am Boden verankert sind. Falls die Laufbahn über den äußersten Stützpunkt auskragen muß, werden bei schwerer Belastung Konstruktionen nach Fig. 425 gewählt. Die Winde steht gewöhnlich jenseits der landseitigen Stütze.

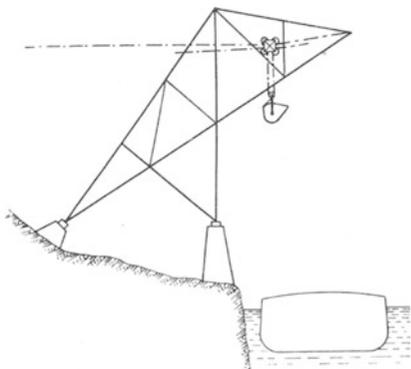


Fig. 425. Stütze mit Ausleger.

Fahrbare Krane bedürfen auf Schienen laufender Stütztürme, die durch ihr eigenes Gewicht, oder durch Gegengewichte, vor dem Kippen geschützt werden (Fig. 426). Auf dem einen Turm läßt sich, wie in der Figur angedeutet, die Winde als Gegengewicht benutzen, auf der anderen ist meist besondere Belastung nötig. Die skizzierte Anlage überspannt einen Kanal nebst dem für das ausgehobene Material verfügbaren Geländestreifen und hat über 200 m Spannweite. Auf jeder Seite sind 7 Fahrseilen vorgesehen.

Fig. 427 und 428 zeigen einen von Bleichert gebauten Seilbahnkran nebst Detail der wasserseitigen Stütze, dessen nutzbare Fahrlänge bei 1500 kg Katzenbelastung 165 m beträgt.<sup>1)</sup> Die Laufbahn besteht hier aus zwei parallel verlegten Seilen. Bei dieser Anordnung brauchen die Seile nicht bis zur Spitze

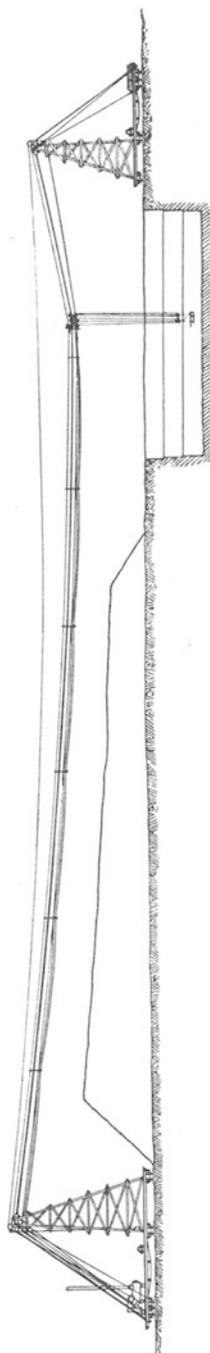


Fig. 426. Fahrbarer Seilbahnkran zum Ausheben von Kanälen.

<sup>1)</sup> Vgl. den Aufsatz von Landmann in der Z. d. V. d. I. 1905, S. 1196.

des aufklappbaren Auslegers durchgeführt, sondern können hinter dessen Drehpunkt am Turm festgemacht werden. Der Turm läuft auf zwei Schienen und stützt sich auf vier pendelnde Fahrgestelle

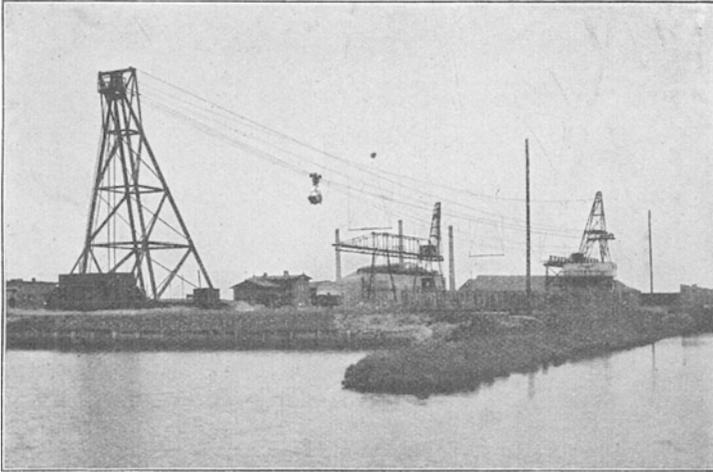


Fig. 427. Fahrbarer Seilbahnkran von 160 m Spannweite. Bleichert.

mit je vier Laufrädern. Zur Sicherung einer Straße ist eine Schutzbrücke angebaut, die mit dem Turme fährt.

Selbsttätige Spannvorrichtungen erhalten die Tragseile im allgemeinen nicht. Bleichert spannt die Seile bei dem angeführten

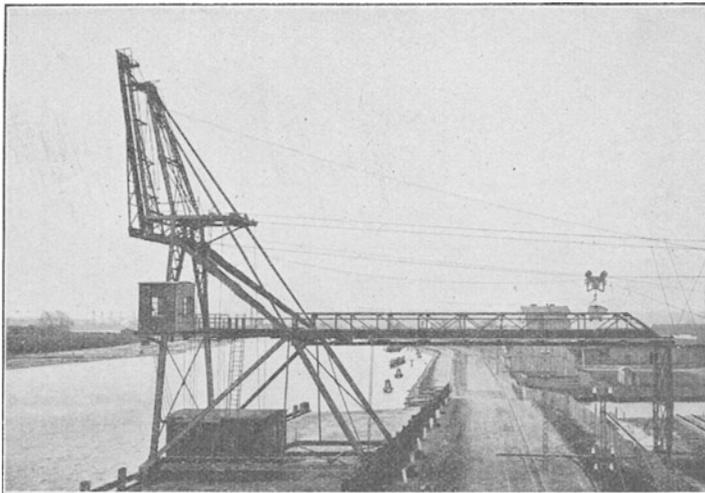


Fig. 428. Wasserseitige Stütze des Bleichertschen Seilbahnkranes.

Kran durch eine Winde, die jedoch während des Betriebes entlastet ist.

Brothers (Balanced Cable Crane Co.) verwendet als Stützen gelenkig am Boden befestigte, gewichtsbelastete, schräge Stangen nach Fig. 429. Steht die Laufkatze an einem Ende der Bahn, z. B. bei  $a$ , so berühren, wie gezeichnet, beide Gewichte den Boden.

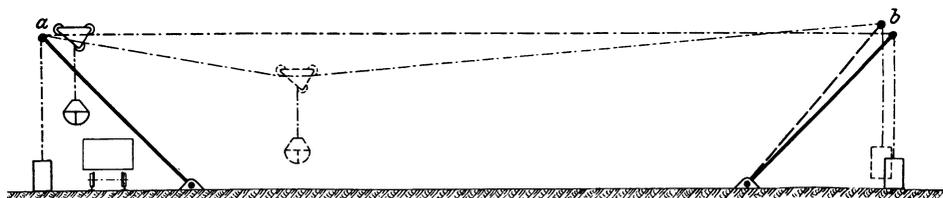


Fig. 429. Seilbahnkran mit Pendelstützen. Bauart Brothers.

Fährt die Katze nach der Mitte zu, so hebt sich das Gewicht bei  $b$  mehr und mehr, bis die Laufkatze die Mitte überschreitet, die einen Punkt labilen Gleichgewichtes bildet. Nun vertauschen die Gewichte die Rollen,  $b$  kommt zur Ruhe und  $a$  hebt sich, um beim weiteren Fortschreiten der Katze gegen  $b$  hin wieder allmählich zu sinken.

Als besonderen Vorzug seiner Konstruktion führt der Erfinder an, daß die beim Sinken des Spannungsgewichtes freiwerdende Arbeit auf Hebung der Laufkatze verwandt wird, so daß diese der Fortbewegung geringeren Widerstand entgegengesetzt. Tatsächlich sind auf Bahnen dieser Art Führerlaufkatzen mit Motorantrieb mit gutem Erfolg gelaufen.<sup>1)</sup>

In konstruktiver Hinsicht ist vorteilhaft, daß die Stützen sich einfach und billig herstellen lassen und weniger Platz beanspruchen, als bei der normalen Ausführung. Unter den Stützen können Gleise durchgeführt werden.

Die Anordnung läßt sich ohne weiteres für verfahrbare Krane verwenden. Die Stütze erhält dann Laufräder, die sich in einem schräg eingebetteten  $\square$ -Eisen oder einem  $\perp$ -Eisen führen (Fig. 430).

Der Vorgang ist ähnlich, wie oben beschrieben, wenn die Gewichte an der Spitze der Stützen angebracht und diese durch Taue am Boden verankert werden (Fig. 431).<sup>2)</sup>

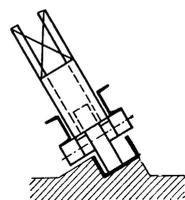


Fig. 430. Fuß einer fahrbaren Pendelstütze.

<sup>1)</sup> Vgl. Z. d. V. d. I. 1905, S. 2094.

<sup>2)</sup> S. Z. d. V. d. I. 1906, S. 962, ferner D.R.P. 187739 und 185389.

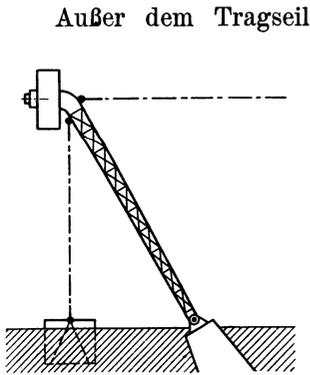


Fig. 431. Verankerte  
Pendelstütze.

Außer dem Tragsseil werden bei feststehender Winde meist noch ein oder zwei Seile für die Aufnahme von Seilunterstützungen gespannt, die entweder durch Reiter oder durch Querbalken aus Holz gebildet werden. Betreffs der Seilführung gilt alles in Kap. 10 über Hochbahnkrane Gesagte, nur sind kompliziertere Anordnungen ausgeschlossen. Belieb ist bei Betrieb mit einfachem Förderkübel das Schema Fig. 330 mit entlasteter Laufkatze, bei Anwendung von Greifer oder Kippschaufel Fig. 332 und bei genügender Bahnneigung Fig. 339.

## 12. Kapitel.

### Anwendbarkeit von Kranen.

#### a) Überladung zwischen Schiffen und Bahnen.

Beim Verkehr zwischen Schiff und Bahn stehen Drehkrane und Krane mit gerader Fahrbahn miteinander in Wettbewerb. In Fällen, wo man sich für hydraulischen Antrieb entscheidet, ist allerdings aus konstruktiven Gründen der Drehkran von vornherein im Vorteil. Damit ist nicht gesagt, daß sich der Hochbahnkran nicht auch dieser Antriebsart anpassen könnte — tatsächlich liegen ja derartige Ausführungen vor. Indessen fiel das Bekanntwerden der Hochbahnkrane gerade in die Zeit hinein, wo die Elektrizität den ganzen Kranbau im Sturm eroberte, und so kam es, daß kaum ein Konstrukteur sich ernstlich mit hydraulischen Hochbahnkranen befaßt hat und irgendwelche Typen, wie sie beim hydraulischen Drehkran ausgeprägt vorliegen, sich nicht entwickeln konnten. So wenig die Elektrizität den Kranbauer in mancher Hinsicht befriedigt, namentlich in bezug auf sichere Beherrschung des Anziehens und Anhaltens, so sind doch die Anzeichen, die auf Wiedereinführung des Druckwassers deuten, recht vereinzelt geblieben. Die zwei wichtigen Eigenschaften der Elektrizität: Bequeme Übertragbarkeit und die Möglichkeit der Massenfabrikation der Motoren, scheinen ihr, einstweilen wenigstens, durchschlagenden Erfolg zu sichern.

Damit ist also auch die Ausbildung von Typen hydraulischer Hochbahnkrane in weite Ferne gerückt, und der Drehkran pflegt

die einzige Kranform zu sein, die bei der Erweiterung hydraulischer Anlagen in Frage kommt.

Aber auch sonst hat man sich in Deutschland so an den normalen Drehkran gewöhnt, ihn so gründlich ausprobiert und in so vollkommener Weise durchgebildet, daß es dem Hochbahnkran nicht leicht ist, diesen Typ aus seiner beherrschenden Stellung zu verdrängen, wenigstens dort, wo es sich um die Ausrüstung großer, von staatlichen oder städtischen Behörden verwalteter Hafenbecken handelt. Die ganze Anlage der Eisenbahngleise und Speicher pflegt bereits auf Drehkrane zugeschnitten zu werden. Wenn nur zwei bis drei Eisenbahngleise überspannt und die Güter für den Speicher auf die an diesem entlanglaufende Ladebühne abgesetzt werden sollen, um nachher mittels Karren weiterbefördert zu werden, reicht der Drehkran aus, da die ganze Weglänge selten 22 bis 24 m übersteigt, die Ausladung also nicht mehr als 12 m zu betragen braucht. Zu beachten ist allerdings, daß häufig der nutzbare Weg sich dadurch verkleinert, daß man zwei Krane aus derselben Luke arbeiten läßt und sie, damit sich die Ausleger beim Drehen nicht gegenseitig hindern, ziemlich weit auseinanderstellt, so daß die Ausleger eine schräge Lage erhalten.

Zu diesem Nachteil der Drehkrane kommt noch der andere, daß sie mit ihrer großen bewegten Masse und der Unübersichtlichkeit der Lastbewegung keine hohen Arbeitsgeschwindigkeiten zulassen. Der Drehkran hat daher überall dort schon das Feld räumen müssen, wo Leistungen über 30 bis 40 t stündlich verlangt werden, während von Hochbahnkranen Leistungen von 250 bis 300 t erreicht worden sind.

Die Zeit, die für ein Spiel aufzuwenden ist, setzt sich zusammen aus den Zeiten für das An- und Abschlagen der Last bzw. Füllen und Entleeren des Fördergefäßes, für das Heben und Senken und für die horizontale Bewegung. Die erstgenannte Zeit ist leider in hohem Grade oder ganz unabhängig von der Bauart des Kranes und entzieht sich auch der Berechnung des Krankonstrukteurs, der sie nur schätzungsweise berücksichtigen kann. Dagegen wird sie in hohem Grade von der Bauart der Schiffe und der Art der Ladung beeinflußt. Aus einem geräumigen Schiff mit großen Luken kann wesentlich schneller gearbeitet werden, als aus einem kleinen Prahm, in dessen engen Abteilungen der Greifer kaum Platz hat. Sobald die Schneiden des Greifers auf den Boden durchdringen, verringert sich die Leistung bedeutend, da der Greifer nicht mehr voll wird. Es sollte daher bei allen Verträgen die Bauart des Schiffes, außerdem die Art des Fördergutes genau bezeichnet sein. Weniger leicht lassen sich natürlich die Fähigkeit und der gute

Wille der Mannschaft, die den Greifer zu bedienen hat, festlegen. Niemals wird sich die Leistungsfähigkeit des Kranes voll ausnutzen lassen, wenn die Leute im Tagelohn arbeiten, es sollte also, wenn eine bestimmte Leistung im Dauerbetrieb, während längerer Zeit, garantiert wird, stets Akkordzahlung nach der Menge geförderten Gutes festgelegt werden. Am richtigsten wäre es, Leistungsgarantien überhaupt aus den Verträgen fortzulassen und nur die Dauer eines Spieles ausschließlich Beladung, die gute Wirkung des Greifers unter genau bestimmten Verhältnissen u. dgl. festzulegen.

Wie hoch man zweckmäßig mit der Hub- und Fahrgeschwindigkeit gehen kann, richtet sich nach der Länge der Wege. In Deutschland ist man in bezug auf das Heben noch ziemlich konservativ, selten wird die Geschwindigkeit über 1 m/sek gesteigert. Amerikanische Konstrukteure gehen schon bei mittleren Hubhöhen sehr viel weiter hinauf, bei großen Höhen bis zu 4 m/sek. Entsprechend verhalten sich die Motorengrößen, die bei deutschen Hochbahnkränen kaum über 100 PS, bei amerikanischen oft ein mehrfaches davon betragen. Für die Fahrgeschwindigkeit bildet in beiden Ländern 5 bis 6 m/sek die oberste Grenze, die allerdings bei Uferkränen mit ihrer geringen Horizontalverschiebung nicht erreicht wird.

An amerikanischen Ausführungen ist nachgewiesen worden, daß es recht wohl möglich ist, zwei bis drei Spiele in einer Minute zu machen. Es liegt also kein zwingender Grund vor, die in Deutschland übliche Zeit von ein bis zwei Minuten für ein Spiel beizubehalten.

Die Möglichkeit, die Leistung eines Hochbahnkranes nahezu beliebig zu steigern, wird diesem Krantyp vielleicht mit der Zeit auch bei Hafenanlagen zum Siege über den Drehkran verhelfen, zumal wenn man sich von der herkömmlichen Bauweise der Speicher freimachen und auf arbeitssparende Methoden für die Verteilung der Güter mehr Rücksicht nehmen sollte.

#### **b) Verladung aus Schiffen in Speicher und umgekehrt.**

Der Verkehr zwischen Schiff und Speicher kann, wie erwähnt, durch Drehkrane vermittelt werden, doch ist von einer eigentlichen Bedienung des Speichers durch den Kran dann nicht die Rede. Sieht man von der Möglichkeit, die kaum jemals praktisch werden dürfte, ab, einen einfachen Drehkran mit anhängender Last in den Speicher hineinzufahren, so läßt sich eine Lösung für die Frage der Speicherbedienung nur mit Hochbahnkränen finden, und zwar stehen zwei Wege offen: entweder wird die Fahrbahn des Kranes über das Speicherdach gelegt und der Kran parallel zum Ufer beweglich

gemacht, oder es werden im Speicher feste Katzenfahrbahnen angeordnet.

Der erstere Weg, der bisher selten beschritten worden ist, kommt vorzugsweise bei mehrgeschossigen Speichern in Frage; ein Beispiel bildet die auf S. 234 dargestellte Anlage in Nordenham. Häufiger dagegen finden sich unter dem Speicherdach verlegte Katzenfahrbahnen, und zwar in der Anordnung, daß ein fahrbarer Schiffsentladekran alle diese senkrecht zur Richtung des Ufers sich erstreckenden Bahnen bedient, indem seine Fahrbahn an die einzelnen festen Bahnen angeschlossen wird. Das ist natürlich nur möglich, wenn keine Seile entlang der Fahrbahn liegen, also bei-

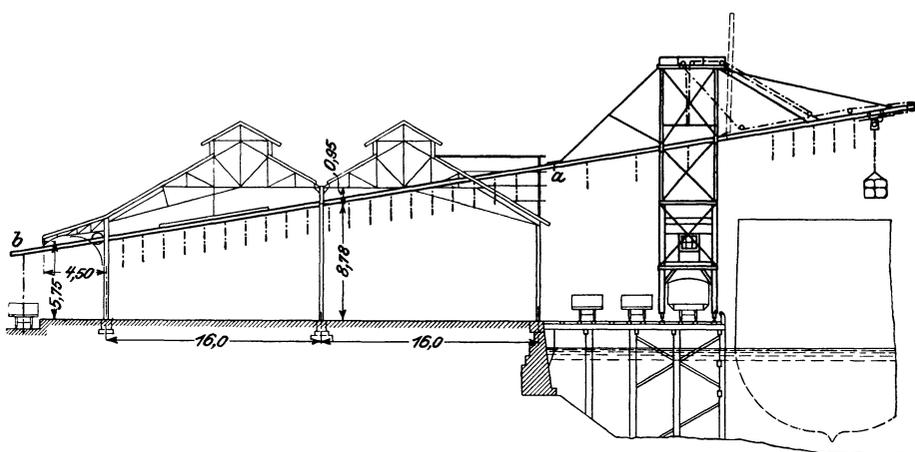


Fig. 432. Bedienung eines Lagerschuppens durch Temperley-Krane.  
Arthur Koppel.

spielsweise bei dem Temperleyschen Einseilkran. Ein Beispiel einer ausgedehnten Verladeanlage mit Temperleykranen, ausgeführt durch Arthur Koppel, ist in Fig. 432 gegeben. Es handelt sich um drei Lagerschuppen, die mit je zwölf in 5 m Abstand voneinander verlegten festen Ladebäumen ausgerüstet sind. Am Ufer befinden sich vier fahrbare Entlader mit aufklappbaren Auslegern. Jeder Kran läßt sich mit jedem beliebigen Träger bei *a* verbinden, worauf die Laufkatze sofort die ganze Bahn bestreichen kann.

Für Laufkatzen mit beiderseitig angreifenden Seilen gibt das Pohlische Patent 148385 eine Lösung der Aufgabe. Die Endrolle *R* (Fig. 433 und 434) wird, statt am Träger befestigt zu sein, auf einem Wagen gelagert, an dem ein von der Trommel *T* ablaufendes Seil angreift. Wird die Verriegelung des Wagens gelöst und das Seil nachgelassen, während gleichzeitig die Trommel der Kranwinde

Seil aufwickelt, so gelangt die Rolle schließlich auf den fahrbaren Kran in die Stellung  $R^1$ , so daß dieser sich nun, nachdem die Verbindung mit dem festen Träger gelöst ist, frei verfahren läßt. Ist

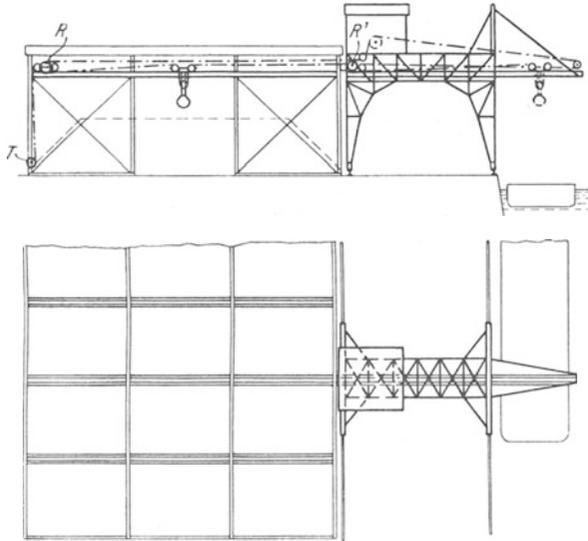


Fig. 433 und 434. Bedienung eines Lagerschuppens mit Zweiseilkran nach D. R. P. 148385.

der Kran an dem neuen Ladeplatze angekommen, so wird die Rolle durch die dort befindliche Trommel in den Schuppen hereingeholt und verriegelt, worauf der Kran wieder betriebsfertig ist.

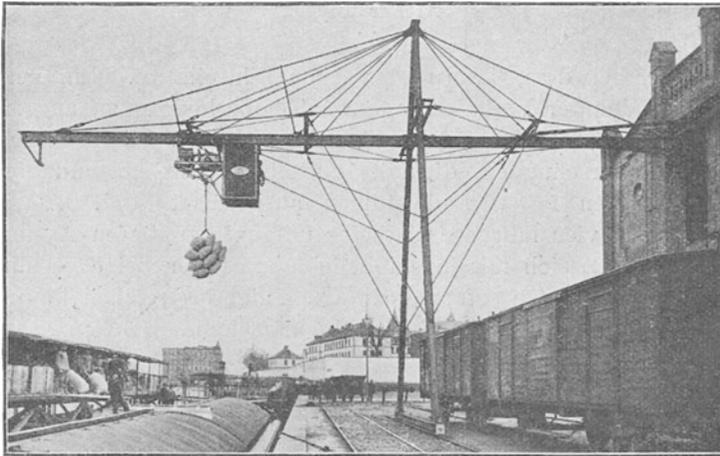


Fig. 435. Bedienung eines Schuppens mit mehreren Fahrbahnen durch eine Führerlaufkatze. Bleichert.

Sehr einfach wird die Anordnung bei Verwendung von Windenlaufkatzen, die in solchen Fällen zweckmäßig an den Untergurt eines I-Trägers gehängt werden. Die Laufkatze kann Führerbegleitung haben, wie bei der in Fig. 435 dargestellten Anlage, oder für Fernsteuerung eingerichtet werden. Einen Schritt weiter gehen Mohr & Federhaff, indem sie an die Stelle der einfachen Laufkatze einen Drehkran setzen, dessen Ausladung gleich dem halben Abstände der einzelnen Laufbahnen im Schuppen ist.<sup>1)</sup> Selbstverständlich verteuert der Drehkran das fahrbare Gerüst wesentlich, ebenso jede einzelne Fahrbahn, während die erforderliche Anzahl der Fahrbahnen im Schuppen sich erheblich reduziert.

### c) Bedienung offener Lagerplätze.

Bei der Bedienung offener, nicht überdachter Plätze sind die beiden Fälle zu unterscheiden, daß der Kran nur zur Aufnahme des Materials dienen soll, oder daß sowohl die Beschüttung wie auch die Rückverladung durch die Krananlage erfolgt.

Im ersten Falle ist der Kran in der Regel nicht voll ausgenutzt, weil er während der Beschüttung des Platzes stillsteht; nur wenn verschiedenartige Güter gelagert werden, können Absturz- und Aufnahmevorrichtung gleichzeitig arbeiten. Trotzdem kommt die Trennung beider auch bei Lagerung einheitlicher Stoffe häufig vor, und zwar aus verschiedenen Gründen. Einmal ist, wenn das Gut beispielsweise durch eine Hochbahn von weiterher zugeführt wird, keine Umladung nötig, zweitens läßt sich bei Anwendung anderer Fördermittel oft ein Mann an Bedienung sparen, und drittens wird bei der Rückverladung oft erheblich geringere Leistung verlangt, so daß ein einfacher, billiger Kran genügt, während die Beschüttung auch bei großen Leistungen mit verhältnismäßig einfachen Mitteln durchgeführt werden kann, beispielsweise mit Hilfe einer automatischen Bahn.

Eine Anlage sehr einfacher Art läßt sich in der Weise schaffen, daß auf dem Platze eine Anzahl Gleise für einen Drehkran verlegt werden, die bei gefülltem Lagerplatz zugeschüttet sind. Bei der Rückverladung nimmt der Drehkran jedesmal eine Greiferladung auf und fährt damit bis zum Bestimmungsort, dem Eisenbahnwagen, Füllrumpf od. dgl. Der Kran arbeitet sich immer tiefer in den Haufen hinein. Die Leistung ist natürlich gering.

Häufiger geschieht die Materialaufnahme von einer fahrbaren, den Platz überspannenden Brücke aus, die gewöhnlich gleichzeitig

---

<sup>1)</sup> Siehe S. 239.

die Fördervorrichtung für die Platzbeschüttung trägt. Die Brücke trägt entweder eine Laufkatze oder einen fahrbaren Drehkran oder auch zwei feststehende Drehkrane, die jeder um ein Viertel der Brückenlänge von deren Endpunkten entfernt gesetzt werden, so daß sie den ganzen Lagerplatz bestreichen und in einen gemeinsamen, in Brückenmitte angebrachten Rumpf schütten können. Mit der letzteren Anordnung sind sehr große Leistungen zu erreichen, während andernfalls das Hin- und Herfahren über die Brücke zu viel Zeit fortnimmt, besonders bei langsam fahrenden schweren Drehkranen oder Führerstandslaufkatzen.

Wenn sowohl Absturz wie Aufnahme durch den Kran geschehen soll, so kommen vor allem fahrbare Brücken in Frage. Bedingung für gute Ausnutzung des Kranes ist hier in erster Linie hohe Fahrgeschwindigkeit der Laufkatze, die sich am leichtesten und betriebssichersten durch Seile erreichen läßt. Auf der Brücke fahrbare Drehkrane<sup>1)</sup> sind wegen ihrer großen Masse nur für kleinere Leistungen zulässig, bieten aber hier den Vorteil einer Vereinfachung des Betriebes, da seitliche Bewegung der Last ohne Verschieben der Brücke möglich ist.

Ist der Lagerplatz so angelegt, daß er sich bei mäßiger Breite am Ufer entlang erstreckt, so pflegt die Verladebrücke direkt aus dem Schiff auf den Platz zu arbeiten. Diese Anordnung ist jedoch unwirtschaftlich, wenn das Material in großen Schiffsladungen ankommt, die schnell gelöscht werden müssen, denn es wären in diesem Falle eine Reihe großer Verladebrücken aufzustellen, die nur kurze Zeit Beschäftigung hätten. Vorteilhafter ist es daher in solchen Fällen, Schiffsentladung und Lagerplatzbedienung zu trennen, für erstere Arbeit mehrere schnell hebende Krane mit kurzer Fahrbahn aufzustellen und die Verteilung des Materials mit Hilfe einer einzigen langen Brücke vorzunehmen. Ein Beispiel einer derartigen Anordnung ist die von Adolf Bleichert & Co. für die Sudan-Regierung in Port Sudan errichtete Anlage. Am Ufer stehen, wie aus Fig. 436 bis 439 hervorgeht, vier Schnellentlader, die gleichzeitig ein Schiff in Angriff nehmen und die Kohle entweder in die Eisenbahnwagen schaffen oder sie zunächst auf einem nahe dem Ufer gelegenen Platze ablagern. Der Teil der Kohle, der weiter auf den großen Lagerplatz befördert und zur Schaffung eines Reservebestandes benutzt werden soll, wird auf einem durch Mauern eingefassten Streifen abgelegt, den auch die 110 m lange Lagerplatzbrücke überspannt, die nun im ununterbrochenen Betriebe die Kohle aufnimmt und weiter verteilt.

---

<sup>1)</sup> Vgl. Fig. 408.

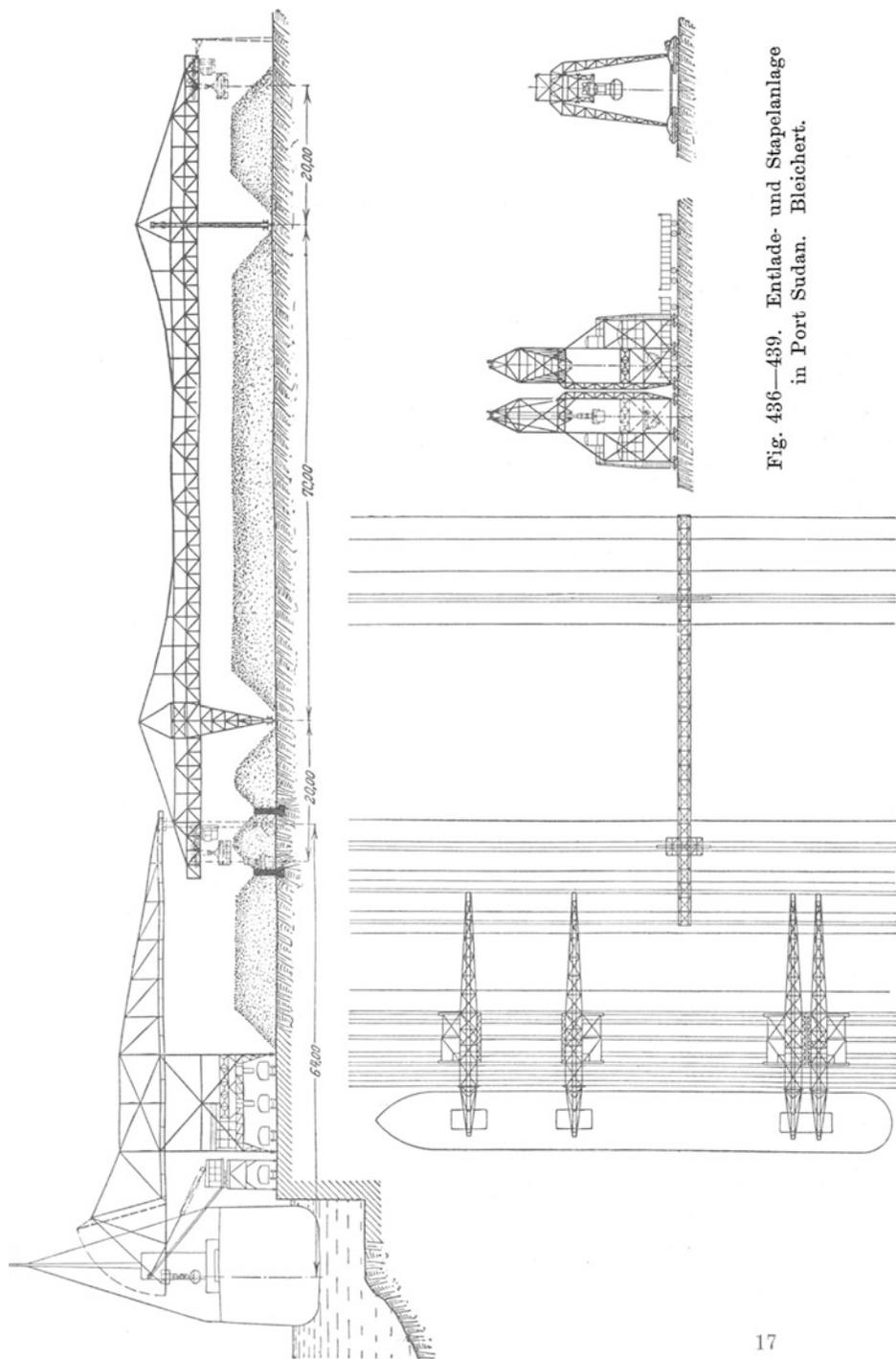


Fig. 436—439. Entlade- und Stapelanlage in Port Sudan. Bleichert.

Die Uferkrane haben Seillaufkatzen von 3250, die große Brücke eine Führerstandslaufkatze von 10000 kg Tragkraft. Mit sämtlichen Kranen lassen sich auch Stückgüter befördern. Damit je zwei Uferkrane aus einer Schiffsluke arbeiten können, sind, wie die Seitenansicht zeigt, ihre Gerüste einseitig und symmetrisch zueinander ausgebildet, so daß, wenn sie unmittelbar aneinandergerückt sind, die beiden Fahrbahnen nur noch ziemlich geringen Abstand voneinander haben.

Eine etwas andere Lösung findet die hier vorliegende Aufgabe bei einer von Brown errichteten amerikanischen Anlage.<sup>1)</sup> Zwischen die Uferkrane, die je zwei Spiele in der Minute ausführen, und die Lagerplatzbrücken sind verschiebbare Wagen eingeschaltet, auf denen die Laufkatzen der Brücken mit anhängendem Fördergefäß vor die Uferkrane gefahren werden, um aus deren Füllrumpfen direkt ihre Ladung zu empfangen. Ist der Wagen dann wieder vor eine der Brücken gesetzt, so kann die Katze unmittelbar auf diese übergehen.

#### **d) Lastenbeförderung zwischen getrennt liegenden Plätzen.**

Die üblichen Krantypen können hier nur noch insoweit Verwendung finden, als sie am Anfangs-, gegebenenfalls auch am Endpunkt des verbindenden Fördermittels, in der Regel einer Bahnlinie irgendwelcher Art, die notwendigen Ladearbeiten besorgen. Nur mit elektrischen Laufwinden können sämtliche Arbeiten ohne Zuhilfenahme eines weiteren Förderelementes ausgeführt werden, wodurch sich eine nicht hoch genug anzuschlagende Einheitlichkeit des ganzen Transportes ergibt. Die ganze Einrichtung stellt dann eine Mittelstufe zwischen einer Krananlage und einer Bahn dar.

Es erscheint an sich nicht ausgeschlossen, derartige Winden wie die Katzen normaler Laufkrane auf zwei Schienen fahren zu lassen, indessen hat diese Anordnung für gekrümmte Linien noch keine Anwendung gefunden, weil bei breitem Radstand das Durchfahren von Kurven außerordentlich erschwert ist. Praktisch kommt deshalb der Hängewagen allein in Frage, für den wiederum die Kopfschiene als Laufbahn vorteilhafter ist, als der Unterflansch eines I-Eisens, weil bei letzterer Bauart die Zentrifugalkraft zu ungleichmäßiger Belastung der einander gegenüberstehenden Räder führt, während auf der Kopfschiene der ganze Wagen frei ausschlagen kann. Die Tangente des Ausschlagwinkels ergibt sich als der Quotient von Zentrifugal- und Schwerkraftbeschleunigung, also  $= \frac{v^2}{gr}$ . Wird beispielsweise  $v = 1$  m/sek,  $r = 2$  m angenommen,

<sup>1)</sup> Vgl. Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen 1908, S. 539 f.

so ergibt sich die größte Neigung zu rund  $\frac{1}{20}$ . Bei der Bemessung des freien Durchgangsquerschnittes ist hierauf Rücksicht zu nehmen und auch zu beachten, daß die Schrägstellung sich nicht auf die Kurve beschränkt, daß das Pendeln vielmehr längere Zeit andauert, und daß unter Umständen bei nahe aufeinanderfolgenden Kurven auch eine Verstärkung der Schwingungen stattfinden kann.

Mit Führerlaufkatze wird nur bei mäßigen Entfernungen oder kleinen

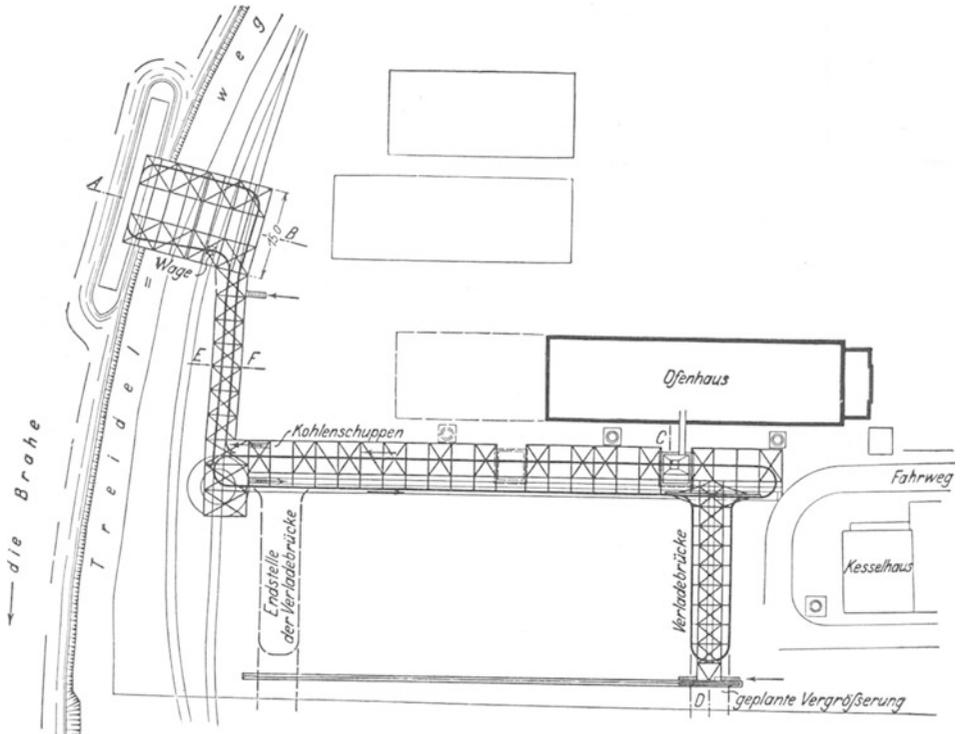
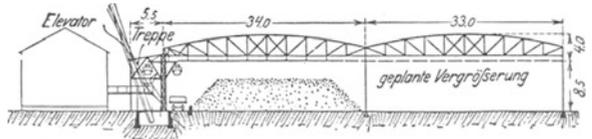
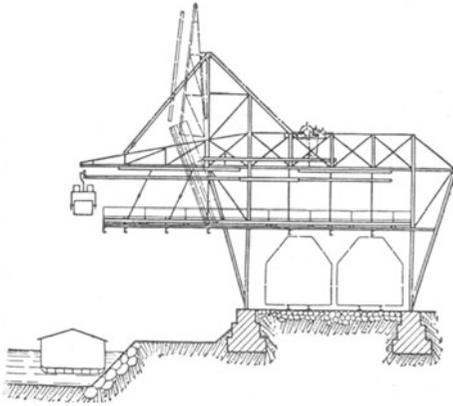


Fig. 440—442. Kohlenförderanlage der städtischen Gasanstalt Bromberg mit Bleichertscher Elektrohängebahn.

Leistungen gearbeitet, weil andernfalls eine größere Anzahl Wagen zur Besetzung der Strecke notwendig sind. Führerbegleitung würde dann unwirtschaftlich werden, so daß nur automatisch laufende Katzen in Frage kommen, die allerdings, bisher wenigstens, nicht mit Greifer betrieben werden. Dieses Fördersystem, das sich erst im Anschluß an die Bleichertsche Elektrohängebahn zu praktischer Bedeutung erhoben hat, gewährt den Vorteil, daß außer den Ladearbeitern im allgemeinen keine Bedienung notwendig ist. Es wurde bereits auf S. 214f. in seinen Einzelheiten ausführlich beschrieben.

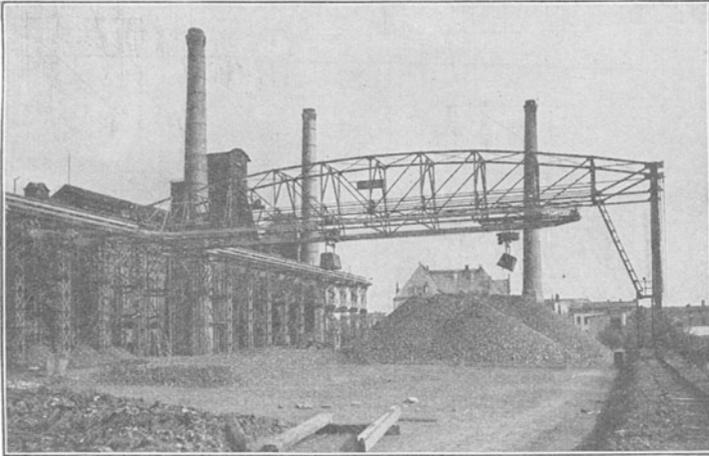


Fig. 443. Absturz- und Aufnahmebrücke über dem Lagerplatz der städtischen Gasanstalt Bromberg.

Als Beispiel einer größeren Ausführung ist in Fig. 440 bis 443 die von Adolf Bleichert & Co. errichtete Anlage der städtischen Gasanstalt Bromberg dargestellt. Vom Flusse durch den Treidelpfad getrennt steht ein Gerüst mit aufklappbarem Vorbau, der sich bis über die Mitte der Kohlenkähne erstreckt, also dem hochziehbaren Ausleger normaler Entladekrane entspricht. Während aber diese, um allzu häufiges Verholen der Schiffe zu vermeiden, fahrbar ausgeführt werden müssen, ist hier derselbe Zweck in der Weise erreicht, daß man den Vorbau genügend breit ausgeführt hat, so daß die an ihm angebrachte Hängebahnschiene auf einer Länge von 15 m über dem Schiffe herläuft. Die Wagenkästen können auf dieser Strecke an jeder beliebigen Stelle abgelassen werden. Der gefüllt aufgezoogene Wagen gelangt über verschiedene Kurven auf einen dem Kohlenlagerplatz parallel verlegten Strang,

von wo er auf die in bekannter Weise durch federnde Schleppschienen angeschlossene fahrbare Verladebrücke (Fig. 443) übergeht, um hier selbsttätig entleert zu werden und dann, ohne seine Fahrtrichtung zu ändern, zur Beladestelle zurückzukehren. Zur Wiederaufnahme vom Lagerplatz werden die Wagen an beliebiger Stelle auf der Brücke angehalten, die Kästen abgelassen und dann gefüllt und zum Brecher befördert. Das Beladegleis läßt sich durch Weichen abschalten, so daß die Wagen bei dieser Förderung auf der Ringbahn am Lagerplatz bleiben und einen kürzeren Weg zurückzulegen haben. Selbstverständlich kann auch direkt vom Kahne nach dem Brecher und von da zum Ofenhaus gefördert werden. Außerdem ist die Möglichkeit vorgesehen, aus Eisenbahnwagen, die auf einem Gleis senkrecht unter dem parallel zum Lagerplatz geführten Strang stehen, zu entladen, sowie den langgestreckten bedeckten Kohlenschuppen zu bedienen. Die Anlage fördert jetzt, wo vier Hängebahnwagen von je 850 kg Fassung im Betriebe sind, 20 t stündlich, und zwar berechnet sich die Leistung folgendermaßen:

Die Geschwindigkeiten sind:

für Senken . . . . .	0,25 m/sek,
„ Heben . . . . .	0,15 „
„ Fahren . . . . .	1,0 „

Die Hubhöhe beträgt 8 m, die gesamte Länge der Ringbahn 440 m. Folglich sind erforderlich:

zum Senken

$$\frac{8,0}{0,25} = 32 \text{ sek,}$$

zum Heben

$$\frac{8,0}{0,15} = 54 \text{ „}$$

zum Fahren

$$\frac{440}{1,0} = 440 \text{ „}$$

dazu zum Aus- und Einhängen des

Kastens im Schiff angenommen 74 „

für ein vollständiges Spiel also rund 600 sek.

Jeder Wagen kann demnach stündlich sechs Fahrten machen und bei 850 kg Inhalt 5100 kg fördern, so daß vier Wagen eine Leistung von etwa 20 t ergeben. Durch Einstellung weiterer Wagen würde sich die Leistung beliebig steigern lassen. Die Blockierung muß jedoch in diesem Falle so eingerichtet sein, daß mehrere Wagen gleichzeitig auf der Entladestrecke über dem Schiffe halten können.

Bei mäßigen Weglängen sind Führerlaufkatzen für derartige Transporte unter Umständen deshalb vorteilhaft, weil sie, wie schon erwähnt, den Vorteil bieten, daß mit Greifer gearbeitet

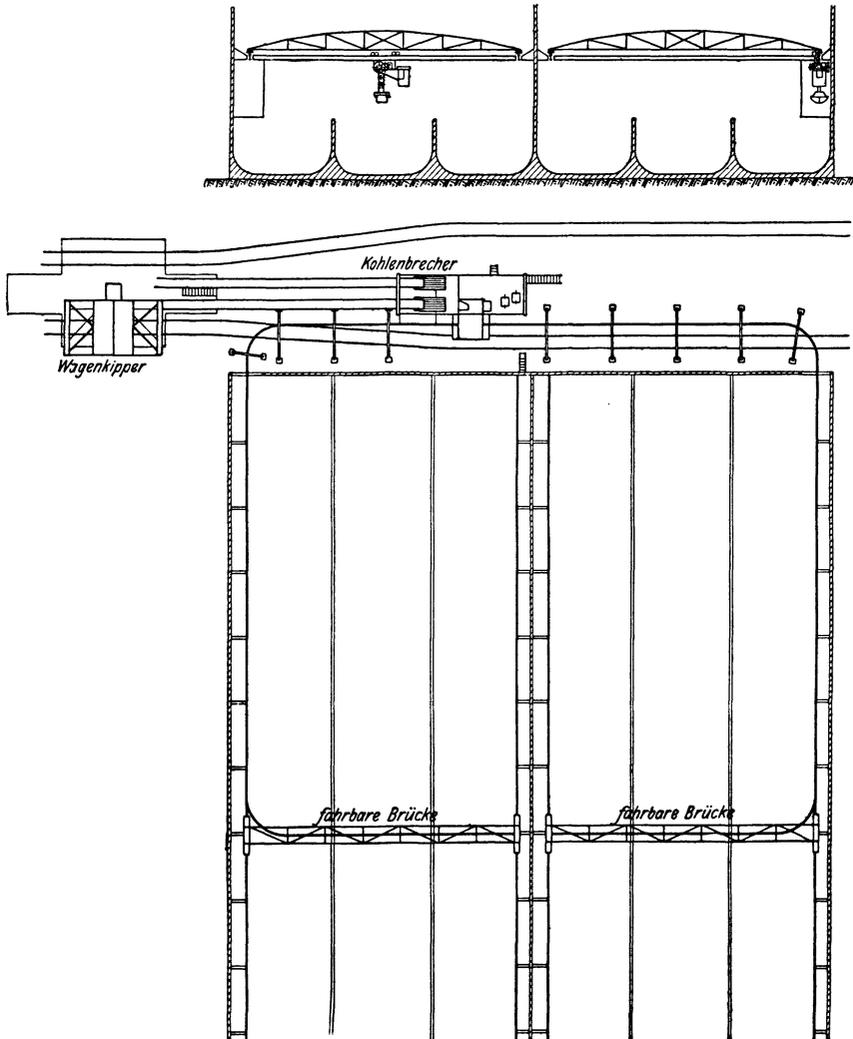


Fig. 444 und 445. Kohlentransportanlage mit Führerlaufkatzen im städtischen Gaswerk Stuttgart. Bleichert.

werden kann, also Bedienungsmannschaft gespart wird, solange nur wenige Wagen und dementsprechend wenige Kranführer erforderlich sind. Soll aber die Wagenzahl beschränkt werden, so ist die

Hub- und Fahrzeit abzukürzen, woraus sich wesentlich stärkere Motoren und entsprechend schwerere Winden ergeben, so daß auch die Stützkonstruktionen ungleich schwerer ausfallen und die Anlage sich erheblich verteuert.

Ein interessantes Ausführungsbeispiel ist die Bleichertsche Kohlentransportanlage im Stuttgarter Gaswerk (Fig. 444 und 445). Die Kohle wird hier mit Kipper aus den Eisenbahnwagen entladen und durch einen Schrägaufzug zur Aufbereitung gefördert. Aus dem unterhalb des Kohlenbrechers angeordneten Behälter fließt das Gut dann in Gefäße, die von den beiden Führerlaufkatzen aufgenommen werden. Diese fahren durch eine Öffnung in der Stirn- wand in den Schuppen hinein und gehen von dem Längsstrang auf die fahrbare Brücke über, die wegen der in der Mitte des Gebäudes stehenden Säulenreihe geteilt ausgeführt werden mußte. Die beiden Hälften lassen sich durch ein Zwischenstück verbinden, das ein Übertreten der Katzen von der einen Seite auf die andere ermöglicht. Auf der Brücke findet die Entleerung des Gefäßes, bzw. die Wiederaufnahme der gelagerten Kohle mittels Greifer statt, worauf der Wagen zur Aufbereitung zurückkehrt. Die Anordnung bietet, wie die Zeichnung erkennen läßt, den Vorteil, daß einfache, geschlossene Behälter für die Lagerung der Kohle genügen und die bei Lagerung unter Dach sonst übliche, sehr kostspielige Untertunnelung des Bauwerkes vermieden wird.

Die Laufkatzen stellen insofern einen neuen Typ dar, als man mit Rücksicht auf den Übergang zwischen fester Schiene und beweglicher Brücke, der sich nur mit Kopfschienen konstruktiv durchführen läßt, von der sonst üblichen T-Schienenbahn abgehen mußte. Die beiden Fahrwerke sind daher nach dem Muster des normalen Hängewagens ausgebildet und durch hakenförmige Tragbügel mit der Katze verbunden. Die Einschaltung wagerechter und senkrechter Bolzen sichert gegenseitige Beweglichkeit von Wagen und Laufwerken in jeder Richtung.

Die Fahrgeschwindigkeit konnte zu etwa 2,5 m/sek gewählt werden, weil die Katze unter der Kontrolle des Führers steht, der sie in der Kurve auf langsamere Fahrt steuern kann. Daher läßt sich mit jedem Wagen eine Leistung von 40 t/st erreichen.

---

**Verzeichnis vorhandener Literatur.**

- E. Braun, Die Seilförderung auf söhliger und geneigter Schienenbahn.
- M. Buhle, Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle.
- M. Buhle, Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung — von Sammelkörpern (Massengütern), 3 Bände.
- M. Buhle, Handbuch des Massentransportes.
- Ad. Ernst, Die Hebezeuge.
- Des Ingenieurs Taschenbuch, herausgegeben vom Verein Hütte.
- Kammerer, Die Technik der Lastenförderung einst und jetzt.
- F. Schulte, Die Grubenbahnen unter besonderer Berücksichtigung des Lokomotivbetriebes.
- A. Stein, Die verschiedenen Methoden der mechanischen Streckenförderung mit besonderer Berücksichtigung der Seilförderungen.
- P. Stephan, Die Luftseilbahnen.
-

## Verzeichnis der im Buche genannten Firmen.

Name der Firma	Im Text bezeichnet mit
Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Augsburg und Nürnberg	Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.
Beck & Henckel, Cassel	Beck & Henkel.
Benrather Maschinenfabrik A.-G., Benrath b. Düsseldorf	Benrather Maschinenfabrik.
Berlin-Anhaltische Maschinenbau-A.-G., Berlin und Dessau	B. A. M. A. G.
Adolf Bleichert & Co., Leipzig-Gohlis	Bleichert.
Düsseldorfer Baumaschinenfabrik Bünger & Leyrer, Düsseldorf	Bünger & Leyrer.
Maschinenfabrik „Cyclop“, Mehliß & Behrens, Berlin	Maschinenfabr. Cyclop.
Gasmotorenfabrik Deutz, Cöln-Deutz	Gasmotorenfabr. Deutz.
R. Dinglinger, Maschinenfabrik, Cöthen (Anhalt)	Dinglinger.
Duisburger Maschinenbau-A.-G. vormals Bechem & Keetman, Duisburg-Hochfeld	Duisburger Maschinenbau-A.-G.
Düsseldorfer Kranbaugesellschaft Lieberharkort, A.-G., Düsseldorf-Obercassel	Düsseldorfer Kranbaugesellschaft.
Felten & Guillaume-Lahmeyer-Werke, Frankfurt a/M.	Felten & Guillaume-Lahmeyer-Werke.
Felten & Guillaume, Mülheim (Rhein)	Felten & Guillaume.
Carl Flohr, Maschinenfabrik, Berlin	Flohr.
Wilhelm Fredenhagen, Maschinenfabrik u. Eisengießerei, Offenbach a/M.	Fredenhagen.
Fr. Gebauer, Maschinenfabr., Berlin NW. 87.	Gebauer.
Gesellschaft für elektrische Industrie, Karlsruhe	Gesellschaft für elektr. Industrie.
Maschinen- und Dampfkesselfabrik Guillaume-Werke, Neustadt a. d. Haardt	Guillaume-Werke.
C. W. Hasenclever Söhne, Maschinenfabrik, Düsseldorf	Hasenclever.

Name der Firma	Im Text bezeichnet mit
Ernst Heckel, St. Johann-Saarbrücken	Heckel.
Gebrüder Hofmann, Waggonfabrik, Breslau	Gebrüder Hofmann.
Maschinenbau-Anstalt Humboldt, Kalk b. Cöln (Rhein)	Maschinenbau-Anstalt Humboldt.
Duisburger Maschinenfabrik J. Jäger, Duisburg	Jäger.
Gebrüder Koettgen, Berg.-Gladbach	Gebrüder Koettgen.
Arthur Koppel, A.-G., Berlin	Arthur Koppel.
Friedr. Krupp, Grusonwerk, Magdeburg-Buckau	Grusonwerk.
Georg Leue, Ingenieur, Grunewald b. Berlin	Leue.
Düsseldorfer Maschinenbau-A.-G. vormals J. Losenhausen, Düsseldorf-Grafenberg	Losenhausen.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim	Mohr & Federhaff.
Eisenwerk (vorm. Nagel & Kaemp) A.-G., Hamburg	Nagel & Kaemp.
Aktiengesellschaft für Feld- u. Kleinbahnenbedarf vorm. Orenstein & Koppel, Berlin	Orenstein & Koppel.
Motorenfabrik Oberursel, A.-G., Oberursel (Hessen-Nassau)	Motorenfabrik Oberursel.
J. Pohlig, A.-G., Cöln-Zollstock	Pohlig.
Waggonfabrik Rastatt, A.-G., Rastatt (Baden)	Waggonfabrik Rastatt.
Siemens-Schuckert-Werke, Berlin	Siemens-Schuckert-Werke.
Märkische Maschinenbau-Anstalt Ludwig Stuckenholz, A.-G., Wetter (Ruhr)	Stuckenholz.
Gust. Talbot & Cie., Waggonfabrik, Aachen	Talbot.
Ungarische Waggon- und Maschinenfabrik A.-G., Budapest	Ungarische Waggon- u. Maschinenfabrik A.-G.
Peniger Maschinenfabrik und Eisengießerei, Abteilung Unruh & Liebig, Leipzig-Plagwitz	Unruh & Liebig.
Vereinigte Elektrizitäts-A.-G., Wien	Vereinigte Elektrizitäts-A.-G.
van der Zypen & Charlier, Cöln-Deutz	van der Zypen & Charlier.

Name der Firma	Im Text bezeichnet mit
Balanced Cable Crane Co., New York	Balanced Cable Crane Co.
Brown Hoisting Machinery Co., Cleveland, Ohio	Brown.
Goodwin Car Co., New York	Goodwin Car Co.
C. W. Hunt Co., New York	Hunt.
Hoover & Mason, Chicago	Hoover & Mason.
Lidgerwood Manufacturing Co., New York	Lidgerwood.
Mac Myler Manufacturing Co., Cleveland, Ohio	Mac Myler Mfg. Co.
Mead - Morrison Manufacturing Co., New York	Mead-Morrison.
Temperley Transporter Co., London	Temperley.
Wellmann - Seaver - Morgan Co., Cleveland, Ohio	Wellmann-Seaver-Morgan Co.
G. H. Williams Co., Cleveland	G. H. Williams Co.