

# Die Förderung von Massengütern

Von

**Dipl.-Ing. Georg von Hanffstengel**

Beratender Ingenieur

Privatdozent an der Kgl. Techn. Hochschule zu Berlin

II. Band

Förderer für Einzellasten

Zweite, vermehrte Auflage

Mit 494 Textfiguren



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

ISBN 978-3-662-01830-9 ISBN 978-3-662-02125-5 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-02125-5

Copyright 1915 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg  
Ursprünglich erschienen bei Julius Springer in Berlin 1915  
Softcover reprint of the hardcover 2nd edition 1915  
Alle Rechte, insbesondere das der  
Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

## Vorwort zur ersten Auflage.

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.

## Vorwort zur zweiten Auflage.

Für die neue Auflage waren erhebliche Änderungen und Erweiterungen erforderlich. Da mir daran gelegen war, den Umfang des Buches nicht zu sehr wachsen zu lassen, so habe ich eine Reihe von Figuren, die ältere Konstruktionen darstellten, gestrichen. Trotzdem ist die Anzahl der Abbildungen beträchtlich gewachsen.

Für Kapitel 1: Wagen für Massengüter, wurde eine zweckmäßigere Einteilung getroffen. Im übrigen konnte die Disposition beibehalten werden. Die aufgenommenen Neuerungen verteilen sich nicht gleichmäßig auf das ganze Buch, da einzelne Gebiete sich in ausgesprochen abweichender Richtung gegen früher entwickelt haben. Dies gilt besonders für den Bau von Verladekränen. Die Anwendung von Selbstgreifern hat sich in einem Maße durchgesetzt, wie vor sechs Jahren kaum zu erwarten war, und die Folge ist, daß die modernen Krane fast durchweg mit Führerstandslaufkatzen gebaut werden, während noch vor einiger Zeit die Seillaufkatze das Übergewicht hatte. Im Kranbau sowohl, wie in der übrigen Förder-technik, sind die Leistungen außerordentlich gestiegen.

Mehr als in der ersten Auflage habe ich auf die wirtschaftlichen Gesichtspunkte aufmerksam gemacht, die bei der Anlage von Fördereinrichtungen zu beachten sind. Besonders verweise ich jedoch in dieser Beziehung auf mein demnächst bei Julius Springer erscheinendes kleines Buch: Billig Verladen und Transportieren, in dem außer einer Übersicht über die vorhandenen Fördermittel und ihre Anwendbarkeit ausführlich die Frage behandelt wird, nach welchen Grundsätzen man vorzugehen hat, um eine möglichst ratio-

nell arbeitende und den Bedürfnissen und Erwartungen voll entsprechende Förderanlage zu erhalten. Transporteinrichtungen gehören ja, da sie in jedem Falle verschieden ausgeführt werden müssen, zu den schwierigsten maschinellen Anlagen, und es bedarf meistens einer intensiven eigenen Arbeit des Bestellers, wenn er nicht in irgendeiner Weise durch die Lieferung enttäuscht sein will. Das neue Buch ist auch zur Einführung in ein genaueres Studium der Fördertechnik geeignet, wie es das vorliegende Buch ermöglicht.

Berlin, im Mai 1915.

**Georg von Hanffstengel.**

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Allgemeines . . . . .	1
a) Abkürzungen und Bezeichnungen . . . . .	1
b) Grundformeln . . . . .	2
c) Spezifische Gewichte . . . . .	2
d) Vergleichstabelle für englisches und metrisches Maß . . . . .	3

## I. Bahnen.

1. Kapitel. Wagen für Massengüter . . . . .	5
a) Allgemeines . . . . .	5
b) Wagen ohne selbsttätige Entleerung und Kombinationswagen . . . . .	8
c) Kippwagen . . . . .	12
d) Trichterwagen für Seitenentleerung . . . . .	18
e) Trichterwagen für Bodenentleerung . . . . .	25
f) Selbstentlader für Boden- und Seitenentleerung . . . . .	27
2. Kapitel. Wagenkipper . . . . .	29
a) Einzelheiten der Stirnkipper . . . . .	30
b) Die Gesamtanordnung der Stirnkipper . . . . .	38
c) Der Bau der Seitenkipper . . . . .	59
d) Leistung und Kraftverbrauch . . . . .	67
3. Kapitel. Zweischienige Bahnen ohne Zugmittel . . . . .	69
a) Einzelantrieb . . . . .	69
b) Förderung in Zügen . . . . .	72
c) Schwerkraftbahnen . . . . .	79
4. Kapitel. Zweischienige Bahnen mit Zugmittelantrieb . . . . .	81
a) Gesamtanordnung . . . . .	83
b) Der Antrieb . . . . .	85
c) Die Befestigung der Wagen am Zugmittel . . . . .	89
d) Die Führung des Zugmittels . . . . .	94
e) Sicherheitsvorrichtungen . . . . .	100
f) Förderleistung und Kraftverbrauch . . . . .	101
g) Anwendbarkeit und Rentabilität . . . . .	102
5. Kapitel. Einschienige Bahnen . . . . .	104
a) Ausführung und Verlegung des Gleises . . . . .	104
b) Der Wagen . . . . .	119
c) Der Antrieb mit Zugseil . . . . .	124
d) Der Antrieb mit Kette . . . . .	133

	Seite
e) Elektrohängebahnen . . . . .	139
f) Förderleistung und Kraftverbrauch . . . . .	149
g) Anwendbarkeit und Kosten . . . . .	153
h) Ausführungsbeispiele . . . . .	156
6. Kapitel. Das englische Seilbahnsystem . . . . .	169

## II. Aufzüge.

7. Kapitel. Aufzüge mit stetig umlaufendem Zugmittel . . . . .	173
a) Aufzüge mit festen Förderelementen . . . . .	174
b) Schaukelaufzüge . . . . .	179
8. Kapitel. Aufzüge mit Pendelbetrieb . . . . .	181

## III. Krane.

9. Kapitel. Fördergefäße . . . . .	196
a) Förderkübel . . . . .	196
b) Selbstgreifer . . . . .	201
10. Kapitel. Seilführung, Winde und Laufkatze . . . . .	227
a) Gesamtanordnung des Kranantriebes . . . . .	227
b) Konstruktion der Winden und Fahrtriebe . . . . .	234
c) Die Laufkatzen . . . . .	247
d) Unterstützung des Seiles . . . . .	260
11. Kapitel. Der Aufbau der Krane . . . . .	262
a) Drehkrane . . . . .	262
b) Hochbahnkrane mit starrem Gerüst . . . . .	267
c) Kabelkrane (Seilbahnkrane) . . . . .	294
12. Kapitel. Anwendbarkeit von Kranen . . . . .	299
a) Überladung zwischen Schiffen und Bahnen . . . . .	299
b) Verladung aus Schiffen in Speicher und umgekehrt . . . . .	302
c) Bedienung offener Lagerplätze . . . . .	305
d) Lastenbeförderung zwischen getrennt liegenden Plätzen . . . . .	308

---

Verzeichnis der im Buche genannten Firmen . . . . .	312
Alphabetisch geordnetes Sachverzeichnis . . . . .	315

---

# 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>q<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:

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

Der Widerstand, den ein Gewicht von der Größe  $G$  der Fortbewegung entgegensetzt, ist  $W = w \cdot G$ . Bei gegebener Förderleistung  $Q$  sind in einer Sekunde zu fördern  $\frac{1000 Q}{3600}$  kg, so daß bei  $L$  m Förderlänge der auf die Nutzlast entfallende Kraftverbrauch beträgt;

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

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

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

**c) Spezifische Gewichte (kg/l oder t/cbm).****a) Baustoffe.**

Flußeisen . . . . .	7,85
Schweißeisen . . . . .	7,8
Gußeisen . . . . .	7,25
Bronze . . . . .	7,4 bis 8,9
Beton . . . . .	1,80 bis 2,45
Eiche, lufttrocken . . . . .	0,93 bis 1,28
Fichte (Rottanne), lufttrocken . . . . .	0,35 bis 0,60
Kiefer (Föhre), lufttrocken . . . . .	0,31 bis 0,76
Ziegelmauerwerk, trocken . . . . .	1,42 bis 1,46

**β) 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 yard	= 3 Fuß	= 0,914 m
1 statute mile	= 1760 yards	= 1,609 km
1 nautical mile	= 6080 Fuß	= 1,853 km
1 m		= 3,281 Fuß
1 cbm	= 35,32 Kubikfuß	= 1,308 cubic yards
		= 27,47 Bushels
1 l		= 61,0 Kubikzoll
1 kg		= 2,20 Pfund
1 short ton	= 2000 Pfund	= 907 kg

1 long ton	= 2240 Pfund	= 1016 kg
1 kg/l	= 1 t/cbm	= 62,4 Pfund/Kubikfuß
1 kg/qcm		= 14,22 Pfund/Quadratzoll
1 kg/lf. m		= 0,672 Pfund/lf. Fuß
1 m/sek		= 196,9 Fuß/min
1 PS	= 75 mkg/sek	= 736 Watt
		= $\sim$ 33000 Fußpfund/min
1 Wattstunde		= 367 mkg.

# I. Bahnen.

## 1. Kapitel.

### Wagen für Massengüter.

#### a) Allgemeines.

Werden Eisenbahnwagen durch Herausschaufeln des Materials aus den Seitentüren entleert, so braucht ein Mann zur Entladung von 1 Tonne etwa 10 bis 15 Minuten, so daß bei einem Stundenlohn von 40 Pfennig die Entladekosten rund 7 bis 10 Pfennig für die Tonne betragen.<sup>1)</sup> Diese Kosten hat man durch geeignete Vorrichtungen für selbsttätige Entladung einzuschränken versucht, die fast alle darauf beruhen, daß die Bodenflächen eine schräge Lage erhalten, so daß das Fördergut abrutscht. Die Wagen werden entweder von vornherein mit geneigten Wänden gebaut, oder ihre Bodenfläche wird erst bei der Entladung schräg gestellt. Letzterem Zwecke dienen in erster Linie die in Kapitel 2 behandelten Wagenkipper.

Neben der Ersparnis an Lohn hat die selbsttätige Entleerung den Vorteil, daß sie ungleich rascher vor sich geht und daher die Wagen schneller abgefertigt und für eine neue Fahrt benutzt werden

<sup>1)</sup> Die hier gegebenen Zahlen sind nur Mindestwerte, die praktisch in den meisten Fällen überschritten werden. Beispielsweise gibt Betriebs-Ingenieur Bernhard Ludwig im Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1913, Seite 805, an, daß bei den Münchener Gaswerken der Arbeitertag von  $9\frac{1}{4}$  Arbeitsstunden sich folgendermaßen stellt:

	für Handwerker:	für Hilfsarbeiter:
Lohn . . . . .	5,45 M.	4,65 M.
Zuschlag für Vergünstigungen .	0,32 "	0,32 "
Versicherung usw. . . . .	0,95 "	0,95 "
Zusammen	<u>6,72 M.</u>	<u>5,92 M.</u>

Für Akkordarbeit sind zu dem Tagesgrundlohn noch 50% zuzuschlagen. Auf eine Hilfsarbeiterstunde kommt daher ein Betrag von 0,89 M., so daß für das Ausschaufeln von 1 t Kohle bei 5 t Stundenleistung  $\frac{89}{5} = 18$  Pfennig zu rechnen sind, d. h. beinahe das Doppelte der oben angegebenen Mindestwerte. Bei 30 m Weiterfahren und 2 m hoch Stapeln ist die Leistung 3,4 t für die Stunde und den Mann, so daß einschließlich Karren und Werkzeuge mit 27 Pf/t zu rechnen ist. Beim Aufnehmen der Kohle vom Haufen und Transportieren auf 50 bis 100 m ist die Leistung 2 t, der Kostenbetrag 45 Pf/t. Bei größerer Entfernung sind für je 10 m 2 Pf/t mehr zu rechnen.

können. 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, wie Waggonkippern, vorzuziehen, die einen weniger raschen Betrieb zulassen. Sodann können die Entlade- und Abstellgleise infolge der schnelleren Abfertigung und geringeren Wagenzahl kleineren Umfang erhalten, woraus sich eine weitere Ersparnis ergibt. Diese Vorteile sind gegen den höheren Anschaffungspreis für den einzelnen Wagen oder die Kosten für den Wagenkipper aufzurechnen.

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. Trotz angestrebter Bemühungen seitens der Wagenbaufirmen und Eisenbahnverwaltungen<sup>1)</sup> ist es noch nicht gelungen, einen Wagen zu finden, der gleich gut als Selbstentlader wie als Stückgutwagen zu benutzen wäre, wenn auch, wie weiter unten dargestellt, 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 Hochbahnen bzw. Gruben für das Fördergut anzulegen, erstere, wenn ein größeres Lager aufgeschüttet werden soll, letztere, wenn das Material durch einen Förderer stetig abgeführt wird. Für Hochbahnen sind Wagen mit doppelseitiger Entleerung zweckmäßig, für Gruben Wagen mit einseitiger oder mit Bodenentleerung. Soll ein Wagen allgemein verwendbar sein, so muß er diesen drei verschiedenen Möglichkeiten gerecht werden, doch leidet darunter die Einfachheit der Konstruktion, die für den rauhen Betrieb sehr erwünscht ist, Übrigens lassen sich auch Seitenentlader nach Maßgabe der Fig. 29 für unterhalb der Schienen gelegene Gruben verwenden, und ebenso Bodenentlader zur Aufschüttung von Haufenlagern von eisernen oder hölzernen Gerüsten aus. Jedenfalls muß beim Entwurf der Lagerungseinrichtungen immer darauf geachtet werden, daß sie eine bequeme Verwendung der in Frage kommenden Typen von Selbstentladewagen gestatten, und umgekehrt.

Das Verhältnis des Eigengewichtes zur Nutzlast schwankt bei eisernen Wagen mit Bremse gewöhnlich zwischen 0,35 und 0,40. Bei

---

<sup>1)</sup> Vgl. den Bericht über das Preisausschreiben der Kgl. Eisenbahndirektion Berlin, Verkehrstechnische Woche 1908, Heft 10 u. f.

großen Wagen ist das Leergewicht im Verhältnis zur Nutzlast etwas geringer als bei kleineren, doch tritt der Unterschied bei ausgeführten Konstruktionen nicht immer klar hervor, weil er durch die besonderen Bedingungen, die im einzelnen Falle zu erfüllen sind, verwischt wird. Insbesondere kann es notwendig sein, damit der Radruck die zulässige Grenze nicht überschreitet, an jedem Ende des Wagens noch eine Achse hinzuzufügen, wodurch das Gewicht sofort ganz bedeutend steigt. Vorteilhaft ist bei großem Wageninhalt, daß die Zuglänge kleiner wird, nachteilig aber, wenigstens bei Entladung in Gruben, daß die Entladeöffnungen des Wagens weiter auseinander liegen, so daß die Gruben größere Abmessungen erhalten oder der Wagen bei der Entladung mehrmals verschoben werden muß. Würde man die Öffnungen bei großen Wagen nahe zusammenlegen, so ergäbe sich eine zu schlechte Raumausnutzung. 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 unter Verwendung gepreßter Bleche. Ausnahmsweise kommen auch sechsachsige Wagen vor.

Die Neigung der Wände von Kohlentrichterwagen beträgt bei amerikanischen Ausführungen gewöhnlich  $30^{\circ}$ , bei englischen 33 bis  $36^{\circ}$ . In den Ecken, in denen die Wände zusammenstoßen, ist diese Mindestneigung nicht immer vorhanden, besonders im unteren Teil der Wagen, wo die Wände von beiden Seiten nach der Auslauföffnung hin zusammengezogen werden. Da aber hier die Massen von oben her mit einer gewissen Geschwindigkeit herabstürzen, so tritt ein Steckenbleiben nicht so leicht ein. Wenn das Fördergut feucht ist und backt, besonders bei grubenfeuchter Braunkohle und nassem Sand oder Erz, muß natürlich ohnehin die Neigung größer gewählt oder bei der Entleerung nachgeholfen werden.

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 einer 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, da der Ausfluß des Materials durch Schließen des Schiebers jederzeit unterbrochen werden kann, und nehmen weniger Platz fort. In einzelnen Fällen 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 — Wagenkipper oder Kreiselwipper (s. 2. Kapitel) — entladen, die den ganzen Wagen in eine geneigte Lage bringen, oder sie werden von Hand ausgeschaufelt. Die Wagen sind häufig mit Einrichtungen versehen, die das Entladen von Hand erleichtern oder dazu dienen, sie nach Bedarf aus Stückgutwagen in vollkommene Selbstentlader umzuwandeln (Kombinationswagen).

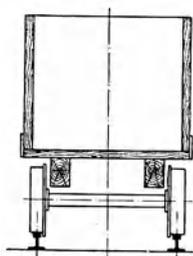


Fig. 1.

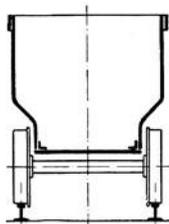


Fig. 2.

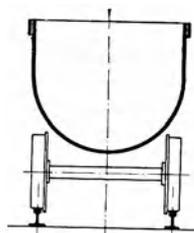


Fig. 3.

Fig. 1—3. Typen von Grubenwagen.

Grubenwagen, die sich bei ihrer geringen Größe leicht durch vollständiges Umdrehen auf Kreisel- oder Kopfwipfern 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



Fig. 4. Kesselhauswagen von Orenstein & Koppel für Gleisbetrieb.

Wände wird der in den Förderstrecken verfügbare Raum schlecht ausgenutzt, ein Umstand, der die Einführung der eisernen Wagen begünstigt hat, die außerdem haltbarer sind. Diese Wagen können leicht mit jedem beliebigen 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 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 0/0 der Nutzlast, für Erz weniger.

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



Fig. 5. Kesselhauswagen von Gebrüder Koettgen mit seitlicher Öffnung.



Fig. 6. Kesselhauswagen von Orenstein & Koppel mit Stirnöffnung.

Zur Förderung kleinerer Kohlenmengen vom Lager zum Kesselhaus werden vielfach Wagen nach Fig. 4, 5 oder 6 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 eine Aufschüttung der Kohle 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

Für besondere Zwecke (Förderung von Koks, Rübenschnitteln, 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 Schräg-

stellung aufklappen. Die bei den preussischen Staatsbahnen gebräuchlichen Abmessungen für einen Kohlenwagen von 15 t sind in Fig. 7 eingetragen.

Das Ausschaufeln des Wagens ist bedeutend erleichtert bei dem „Flachbodenschnellentlader“ von Talbot nach Patent 156 089 (Fig. 8).

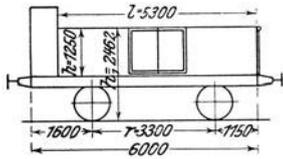


Fig. 7. Normaler Eisenbahngüterwagen.

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 Gleise verhütet. Die drei Klappen stehen miteinander in zwangläufiger Verbindung und werden durch einen am Wagenende angebrachten Hebel betätigt.

Bei doppelseitiger Entladung bleibt nur der in der Skizze punktiert angedeutete Rücken sowie ein Teil des zwischen den Mitteltüren befindlichen Materials im Wagen

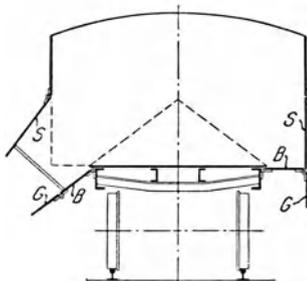


Fig. 8. Flachbodenschnellentlader nach Talbot.

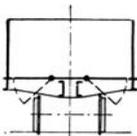


Fig. 9. Wagen mit Bodenklappen und versetzten Langträgern.

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, wie punktiert angedeutet, 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.

Wenn man auf die normalen Langträger verzichtet, so können die Bodenklappen vergrößert und die Seitenklappen fortgelassen werden. Fig. 9 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 Leer-

<sup>1)</sup> Z. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 469.

gewicht 17,9 t, die Abmessungen des Wagenkastens  $12,19 \times 2,77 \times 1,32$  m.

Wird der Wagenkasten an dem Langträger scharnierartig befestigt, so kann er durch einen Kran einseitig angehoben und so entleert werden (Fig. 10). 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. Nennenswerte Verbreiterung hat die Konstruktion nicht gefunden, weil ein solcher Wagen nur verwendbar ist, wo ein geeigneter Kran zur Verfügung steht.

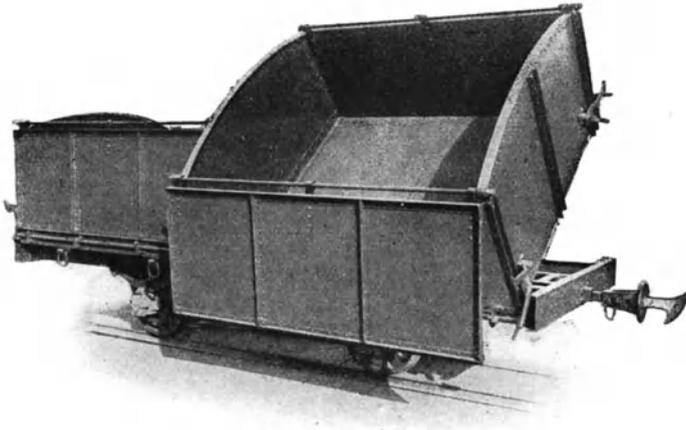


Fig. 10. Kastenentleerer von Arthur Koppel.

Der in Fig. 11 und 12 skizzierte Kastenwagen ist für Stückgut und Massengüter zu benutzen, deren Entladung durch Öffnen der

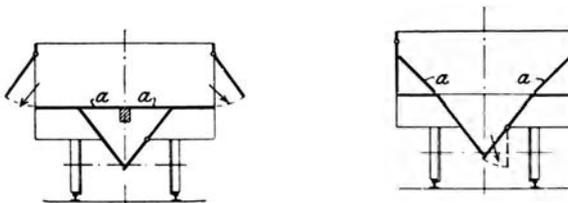


Fig. 11 und 12. Kastenwagen mit Boden- und Seitenklappen.

Seitenklappen erleichtert wird. Durch Umsetzen der mittleren Bodenplatten *a* wird ein Trichterwagen hergestellt, dessen Inhalt vollständig durch die Bodenklappen abrutscht.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Dingler 1904, S. 774 (Buhle).

Buhle beschreibt eine in Österreich ausgeführte Wagenkonstruktion, bei welcher 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 10 oder 15 t Inhalt einschließlich Zurückschieben des Wagenkastens in 10 bis 12 Minuten erledigen können.<sup>1)</sup> Auf einem ähnlichen Prinzip beruht der Lösungsversuch von Kuhnert, der darauf hinausläuft, daß der Wagenkasten, statt verschoben, um eine mittlere Achse gedreht wird.<sup>2)</sup> Steht der Kasten quer zum Gleise, so erfolgt die Entleerung durch in dem überragenden Teile angebrachte Bodenklappen. Beide Anordnungen haben sich nicht durchsetzen können; sie beanspruchen zu viel Raum für die Entladung und sind nicht einfach genug.

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

### c) Kippwagen.

Der zur Aufnahme des Gutes dienende Behälter kann bei Kippwagen ausgeführt werden als Mulde, als tiefer Kasten mit Rechteckquerschnitt — in diesem Falle ist mindestens eine Wand als Klappe auszubilden — oder als flacher Kasten, der nach einer oder zwei Seiten hin schnabelartig auslädt und beim Kippen dem Material eine schräge Rutschfläche bietet. Die Drehachse liegt parallel oder quer zu den Schienen (Seiten- bzw. Vorderkipper). Beim Kippen bilden zwei aufeinander wälzende Flächen oder ein Drehzapfen die Stützung des Behälters.

Wichtig ist, solange es sich nicht um ganz kleine Lasten handelt, daß der Schwerpunkt des Wagenkastens sich beim Kippen angenähert wagerecht bewegt, da sonst bei der Vor- oder Rückbewegung Kraft zum Heben des Schwerpunktes aufgewandt werden muß. Nur bei maschinellem Antrieb ist es zulässig, von diesem Prinzip abzugehen, wenn dadurch die Konstruktion vereinfacht wird oder andere Vorteile sich ergeben.

<sup>1)</sup> Z. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 737.

<sup>2)</sup> Vgl. 1. Auflage, S. 12.

<sup>3)</sup> Z. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 2124.

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

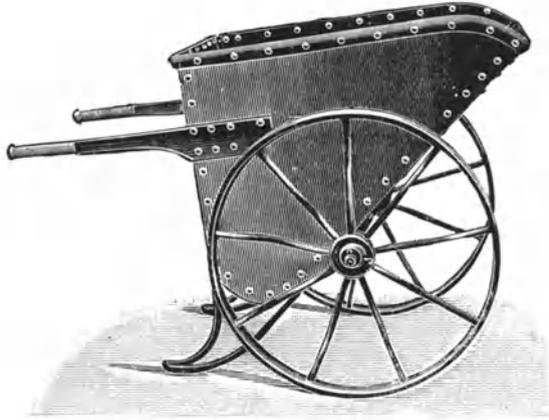


Fig. 13. Zweirädrige Kippkarre.

Fig. 14 zeigt einen einfachen Muldenseitenkipper von Orenstein & Koppel. Der Wagen ist in allen Teilen mit Rücksicht auf die bei der rohen Behandlung auftretenden Beanspruchungen gebaut. Die Räder, deren Achsen in Rollenlagern oder Schalenlagern laufen, bestehen

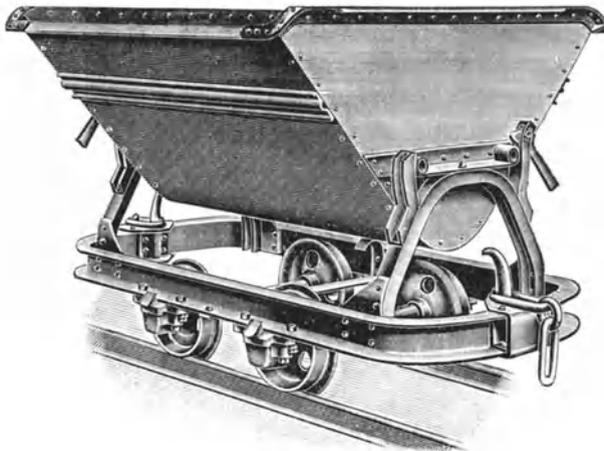


Fig. 14. Muldenkipper.

aus Stahlguß; der Rahmen ist aus  $\square$ -Eisen so gebogen, das er gegen Zusammenstöße möglichst große Widerstandsfähigkeit bietet. Er trägt zu Wiegebahnen ausgebildete Böcke, auf denen sich flache, an der

Mulde befestigte Eisen abrollen. Die Mulde ist aus Stahlblech genietet und am oberen Rande von einer runden Handleiste eingefast, die bequemes Anfassern gestattet und das ganze Gefäß versteift. Wichtig ist die Feststellvorrichtung, die unbeabsichtigtes Kippen der Mulde zu verhüten hat. Die ältere Konstruktion (vgl. 1. Aufl., S. 14) hatte den Nachteil, daß der Arbeiter, während er die Mulde zum Kippen brachte, die Handgriffe der Feststellvorrichtung halten mußte, so daß er für die eigentliche Arbeit nur eine Hand frei hatte.

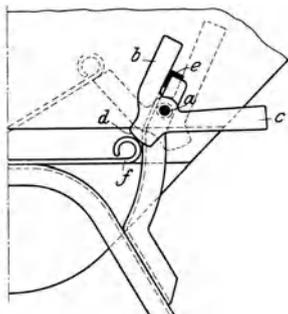


Fig. 15. Feststellvorrichtung für Muldenkipper nach D. R. P. 228 283.

ist bei der neuen Ausführung von Orenstein & Koppel (D. R. P. 228 283) vermieden, die gleichzeitig den Vorteil aufweist, daß sie ein Festhalten der Mulde in halbkippiger Stellung zuläßt, bei der das Beladen mit Schaufeln viel bequemer ist. Wie aus Fig. 15 zu ersehen, besitzt der um den Bolzen *a* drehbare Feststellhebel zwei Hörner *b* und *c*, die in den beiden äußersten Stellungen gegen den Winkel *e* anschlagen. In der gezeichneten Lage liegt die Fläche *d* gegen den Rand *f* der Wälzbahn an und hält die Mulde in aufrechter Stellung. Wenn dagegen der Hebel die punktierte gezeichnete Lage einnimmt, so kann der Kasten kippen. In dieser Stellung läßt sich aber auch die Wälzbahn, wie angedeutet, auf das Horn *b* abstützen. Sonst ist der Hebel so geformt, daß die Wälzbahn ihn bei den Bewegungen der Mulde, z. B. beim Zurückkippen, zur Seite schlägt.

Die Hauptabmessungen des abgebildeten Wagentyps sind folgende:

	1	2	3	4	5	6	7
Spurweite (mm) . . . . .	500	500	500	600	600	600	600
Inhalt (cbm) . . . . .	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1
Gesamte Rahmenlänge ohne Bremse (mm) . . . . .	1390	1680	1840	1400	1690	1850	2060
Gesamte Rahmenlänge mit Bremse (mm) . . . . .	1850	2140	2300	1860	2150	2310	2520
Größte Muldenbreite (mm) .	1310	1310	1510	1310	1310	1510	1550
Höhe von Schienenoberkante bis Oberkante Mulde (mm)	1000	1015	1140	1045	1060	1165	1225
Radstand (von Mitte zu Mitte Rad gemessen) (mm) . . .	400	500	525	400	500	525	600
Raddurchmesser (mm) . . .	270	300	300	270	300	300	350

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

Muldenvorderkipper (Fig. 16) können bei beschränktem Raume vorteilhafter sein, weil sie geringere Breite haben, verschütten aber beim Ausstürzen das Gleis, falls nicht beispielsweise am äußersten Punkte einer Hochbahn entleert wird. Kippen nach beliebiger Richtung lassen dagegen die Rundkipper (Fig. 17) 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 Rundkipper kann schnabelförmig oder in der Form von Grubenwagen ausgeführt sein. Alle diese Konstruktionen werden aber selten benutzt.



Fig. 16. Muldenvorderkipper von Orenstein & Koppel.

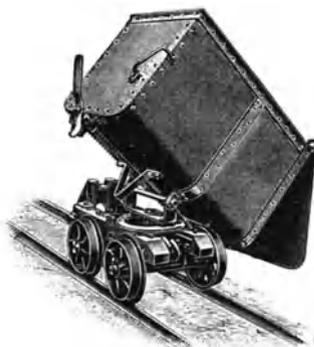


Fig. 17. Rundkipper als Grubenwagen von Orenstein & Koppel.

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.

Zwei Zapfenkippwagen für größere Last geben Fig. 18 und 19. Verschütten der Gleise wird in beiden Fällen durch die hohe Schwerpunktlage verhütet, außerdem im ersten Falle durch die einem guten seitlichen Auswerfen günstige Schnabelform des Kastens, im zweiten durch die Auseinanderlegung der Drehzapfen, die größere Horizontalbewegung zur Folge hat. Der erste Wagen dient für den Hüttenwerksbetrieb<sup>1)</sup>, der zweite für allgemeine Zwecke.

<sup>1)</sup> Z. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 738 (Buhle).

Da bei der ersten Anordnung der Schwerpunkt beim Schrägstellen gesenkt, bei der zweiten zunächst etwas gehoben wird, so

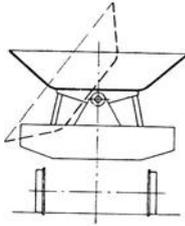


Fig. 18. Zapfenkippwagen.

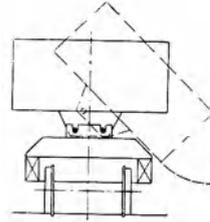


Fig. 19. Kippwagen mit zwei Zapfen und Seitenklappen.

läßt sich im einen Falle der leere Kasten schwer zurückbringen, im andern der volle Kasten schwer kippen. Zapfenkipper sind deshalb für große Lasten bei Handbetrieb überhaupt nicht zu gebrauchen, können aber vorteilhaft sein, wenn eine Antriebskraft zur Verfügung steht. So zeigt Fig. 20 einen Wagen von Orenstein & Koppel

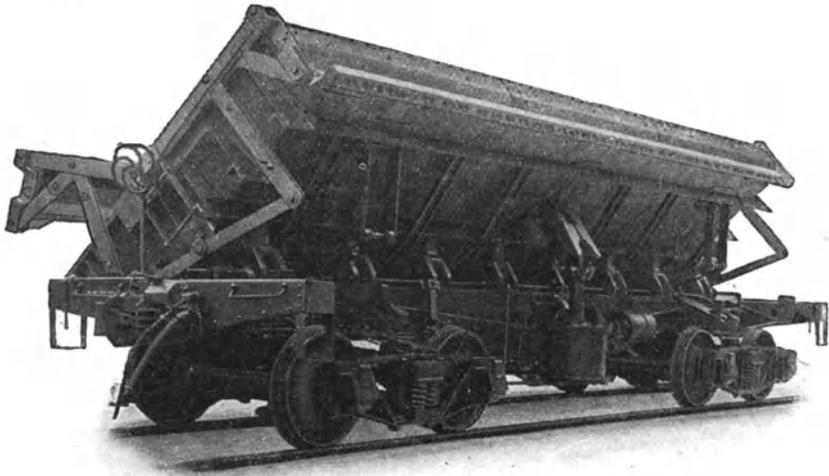


Fig. 20. Zapfenkippwagen mit mittlerer Achse und Antrieb durch einen Preßluftzylinder.

mit in der Mitte liegender Kippachse und Antrieb durch einen Preßluftzylinder. Die seitlichen Türen werden hier ebenfalls durch Preßluft geöffnet. Der Wagen ist für Amerika gebaut, wo Preßluftantrieb für Selbstentlader ziemlich viel vorkommt.

Eisenbahnwagen mit Wälzbewegung zeigen Fig. 21 und 22. 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>1)</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.

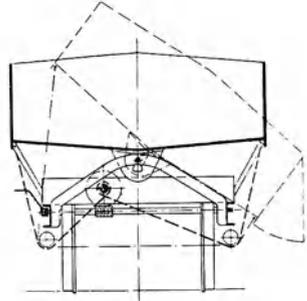


Fig. 21. Kippwagen mit Wälzbewegung für 15 t Tragkraft.

Fig. 22 gibt die Abbildung eines nach demselben Prinzip gebauten Wagens von Orenstein & Koppel, der in gleicher Form auch als elektrischer Motorwagen für den Betrieb auf Straßenbahngleisen ausgeführt wird. Zum Kippen genügt ein Mann. Wagen dieser Art lassen sich für Stückgutbeförderung benutzen.

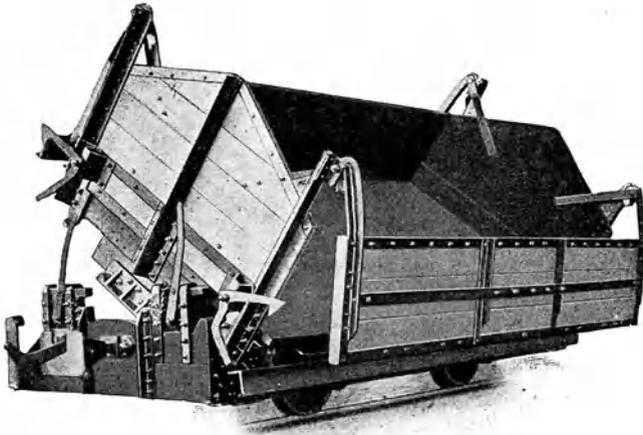


Fig. 22. Eisenbahnwagen mit Wälzbewegung von Orenstein & Koppel.

Bei dem Kippwagen nach Bauart King-Lawson (Fig. 23)<sup>2)</sup> geht dem Kippen eine beträchtliche Verschiebung des Wagenkastens voraus, so daß das Material weit zur Seite geworfen wird. Soll beispiels-

<sup>1)</sup> Z. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 501.

<sup>2)</sup> Z. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1165.

weise 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 Kulisse *m*.

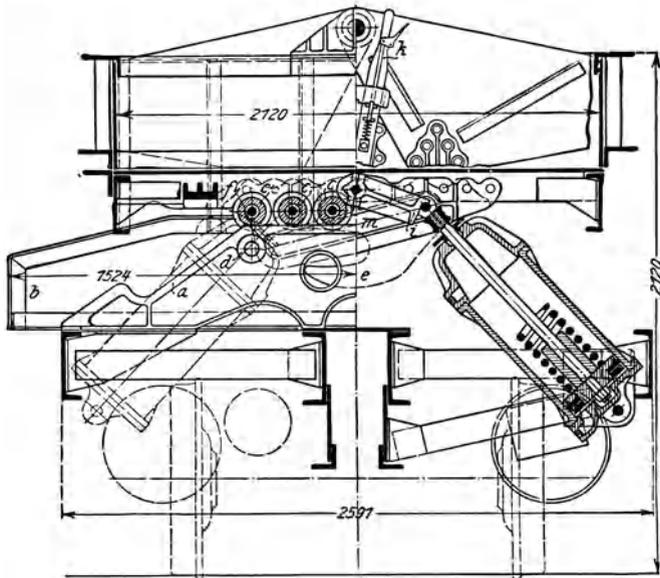


Fig. 23. Kippwagen mit Seitenbewegung, Bauart King-Lawson.

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 Steine, Sand, Erze u. dgl. bestimmt.

#### d) Trichterwagen für Seitenentleerung.

Damit das Material seitlich ausfließt, müssen die Trichterwagen nach außen geneigte schräge Bodenflächen haben. Die Bauarten unterscheiden sich im wesentlichen danach, ob das Material nur nach einer Seite, nach beiden Seiten gleichzeitig oder wahlweise nach der einen oder nach der anderen Seite geschüttet wird. Verschlossen werden die Trichter durch Klappen mit parallel zum Gleise liegender Achse.

Einen nur für einseitige Entleerung bestimmten Wagen von Orenstein & Koppel geben Fig. 24 und 25. Bei 600 mm Spur hat dieser Wagen 3,5 cbm Inhalt und 5500 kg Ladegewicht. Die beiden Klappen, die sich über die Länge des Wagens erstrecken, werden, wie bei den kleineren Typen häufig ausgeführt, durch Kniehebel betätigt, die bei geschlossener Klappe über den toten Punkt durchgedrückt sind.

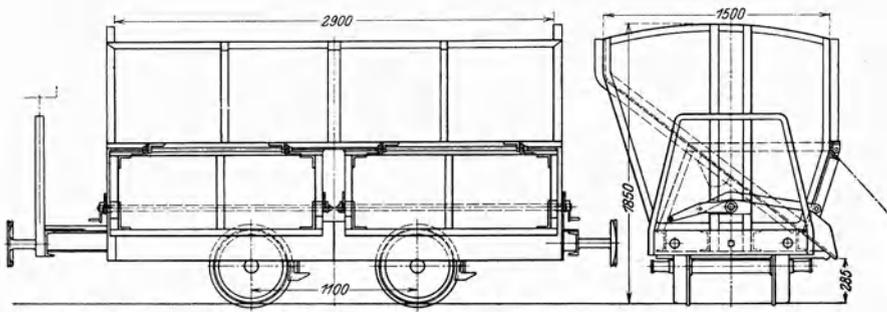


Fig. 24 und 25. Trichterwagen für Grubenbetrieb.

Für Entladung nach beiden Seiten erhält der Wagenboden dachförmige Gestalt. Bei dem in Fig. 26 abgebildeten Wagen der Linke-

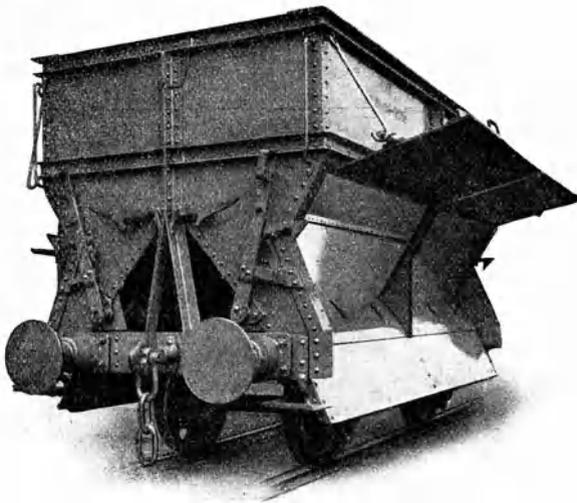


Fig. 26. Sattelwagen der Linke-Hofmann-Werke.

Hofmann-Werke, der 7500 kg Ladefähigkeit hat, beträgt die Neigung der Bleche  $50^{\circ}$ , so daß die Ausführung für alle Arten von

Materialien zu verwenden ist. Die Klappen werden durch Daumenrollen festgehalten, die sich durch einen an der Stirnseite befindlichen Hebel betätigen lassen.

In Fig. 27 ist der bei den selbsttätigen Bahnen von Hunt gebräuchliche Sattelwagen skizziert. Zur Verriegelung dient ein 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 zgedrückt. Es macht indessen keine Schwierigkeiten, derartige kleine Wagen so zu bauen, daß die Klappen selbsttätig geschlossen werden, vorausgesetzt, daß eine genügende Kraft zur Verfügung steht, wie es der Fall ist, wenn die Wagen durch ein Seil gezogen werden<sup>1)</sup>.

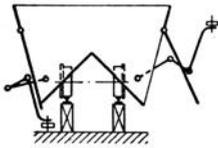


Fig. 27. Huntscher Sattelwagen mit Kniehebelverschluss.

zogen werden<sup>1)</sup>.

Die Konstruktion der Linke-Hofmann-Werke nach Fig. 28 ist ein Versuch, einen Seitenentlader herzustellen, der sich einem normalen Güterwagen nähert und als solcher gebraucht werden kann, wenn man das mittlere dachförmige Gestell niederlegt. Der Boden besteht aus den wagerechten Teilen *a* und den schrägen Teilen *b*, die mit ersteren durch die Zapfen *f* verbunden sind. Werden die Verschlussdaumen gelöst, so drehen sich die Teile *a* um die Achsen *g* und stellen sich mit den Teilen *b* in eine unter  $40^\circ$  geneigte Ebene ein. Gleichzeitig werden auch die pendelnd aufgehängten Seitenwände *c* freigegeben, so daß sie unter dem Druck des Materials

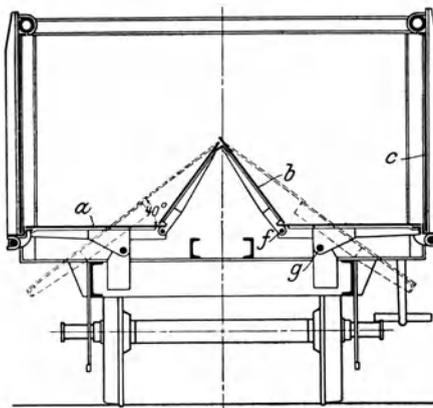


Fig. 28. Seitenentlader der Linke-Hofmann-Werke, auch als normaler Güterwagen benutzbar.

nach außen schwingen und eine größere Auslaßöffnung herstellen. Gleichzeitig werden auch die pendelnd aufgehängten Seitenwände *c* freigegeben, so daß sie unter dem Druck des Materials

nach außen schwingen und eine größere Auslaßöffnung herstellen. Nach Angabe der Erbauerin nimmt die Entleerung und Wiederherrichtung des Wagens zur Beladung die Zeit von 3 Minuten in Anspruch.

Die Aufgabe, wahlweise nach beiden oder nach einer beliebigen Seite zu entleeren, ist von der Firma Talbot in sehr glücklicher Weise dadurch gelöst worden, daß sie einen nach der

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

Mitte zusammenlaufenden Trichter über ein am Untergestell befestigtes Dach gesetzt hat (Fig. 29). Das Fördergut rutscht vollständig nach der Seite hin ab, auf der der Trichter geöffnet wird, und verteilt sich gleichmäßig bei doppelseitiger Öffnung. Daß der Schwerpunkt höher liegt als bei einem einfachen Sattelwagen, ist kaum als Nachteil anzusehen. 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

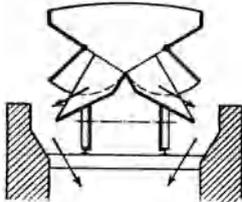


Fig. 29. Selbstentlader von Talbot.

gekröpft, falls diese nicht, wie bei dem in Fig. 30 und 31 dargestellten 50 t-Wagen, außerhalb der Rutschflächen liegen. Dieser Wagen weist übrigens, abweichend von den kleineren Typen nach Fig. 24 bis 26, auch eine Neigung der Stirnwände auf, die erforderlich ist, um bei dem Wageninhalt von 50 t den Entladeöffnungen nicht zu große Ausdehnung zu geben und den ganzen Wagen nicht zu lang werden zu lassen.

Ein ähnliches Prinzip liegt dem Selbstentlader der Waggonfabrik Rastatt (Bauart Jacobs) zugrunde, doch sind die Klappen durch Schieber mit Zahnstangenantrieb ersetzt<sup>1)</sup>. Auch van der Zypen & Charlier haben verwandte Konstruktionen<sup>2)</sup>.

Orenstein & Koppel, die ebenfalls Wagen nach dem Prinzip

<sup>1)</sup> Vgl. Dingler 1904, S. 324 (Buhle).

<sup>2)</sup> Vgl. D.R.P. 169543 und 160203.

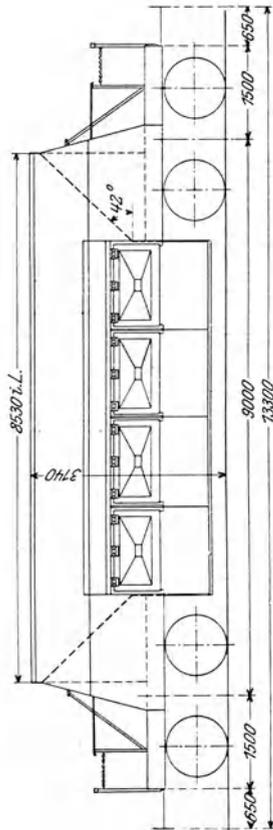
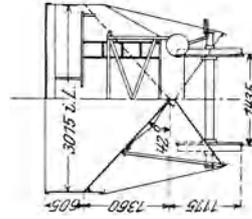


Fig. 30 und 31. Erztransportwagen für 50 t von Talbot.

der Fig. 27 bauen, — vgl. die sehr hübsch ausgedachte einfache Bewegungsvorrichtung für Riegel und Klappen nach Patent 231 822 — führen außerdem eine andere Bauart (Fig. 32 bis 34) für wahlweise Entleerung nach einer der beiden Seiten aus; zweiseitige Entleerung ist dabei allerdings nicht möglich. Zum Verschuß der Öffnung im Trichterboden dient eine wagerechte Klappe, die auf jeder Seite mit Zapfen in den Daumen *D* ruht und außerdem in der Mitte von

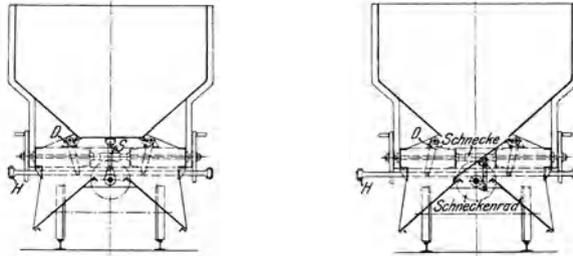


Fig. 32 und 33. Seitenentlader von Orenstein & Koppel mit beliebiger Wahl der Entleerungsrichtung.

der durch eine Kurbel bewegten Stange *S* unterstützt wird. Um die Klappe zu öffnen, hat man mittels des Handgriffes *H* die auf der Entladeseite 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 gegenüberliegenden 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.

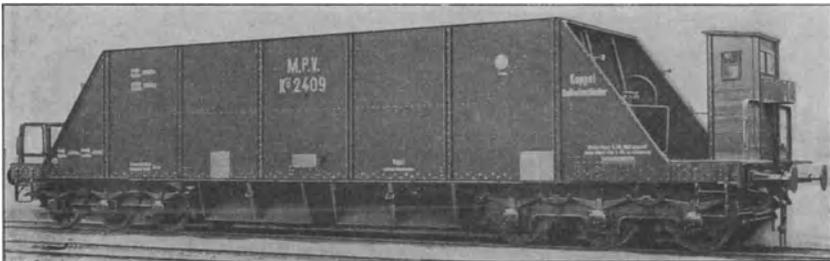


Fig. 34. Seitenentlader von Orenstein & Koppel.

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 dem Talbotschen Wagen mit Rücksicht auf die ausschwingenden Seitenklappen die Langträger fortfallen müssen. Auch läßt sich der Wagen wegen der wagerechten Bodenfläche allenfalls zum Stückguttransport verwenden.

Die in Fig. 34 dargestellte Ausführung des Wagentyps weist zwei dreiachsige Drehgestelle und, ebenso wie der Talbotwagen nach Fig. 30 und 31, als Träger ausgebildete Seitenwände auf.

Auch für kleine Wagen, als Ersatz für Muldenkipper, wird die Bauart verwandt (Fig. 35). Das Blech *A*, das den Boden des Wagenkastens bildet, ist auf beiden Seiten durch Kniehebel gestützt, von denen der eine durch Drehen der Kurbel aus der Strecklage gebracht wird, um die Klappe zu halten und das Material herausrutschen zu lassen, wie links gezeichnet. Der Wagen ist teurer, bietet aber größere Sicherheit für den Arbeiter, als ein Muldenkipper.

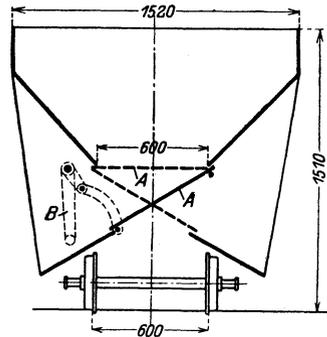


Fig. 35. Seitenentleerer für kleine Bahnen.

Während bei den beschriebenen Ausführungen von Seitenentleerern die Klappen beim Öffnen nach außen schwingen, hat man bei der Ausführung nach Fig. 36 und 37 die umgekehrte Anordnung getroffen. Im allgemeinen kann es indessen nicht vorteilhaft sein, die Klappen so anzuordnen, weil das Material beim Herausrutschen nicht die erforderliche Führung findet und die Gleise verschüttet. Die Ausführung steht den eigentlichen Bodenentladern sehr nahe.

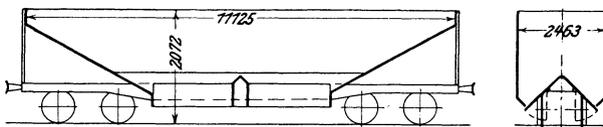


Fig. 36 und 37. Trichterwagen mit Seitenentladung in der Mitte.

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

In Fig. 38 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.

Für besondere Verhältnisse kann die in Fig. 39 wiedergegebene Bauart vorteilhaft sein. Die Wände des Wagenkastens sind zu einem festen Rahmen verbunden, während der Boden aus zwei um die Mitte schwingenden Klappen besteht. Diese nehmen, wenn der Rahmen angehoben wird, die gezeichnete schräge Stellung ein, bilden also einen Sattel, von dem der Kasteninhalt nach beiden Seiten abgleitet.

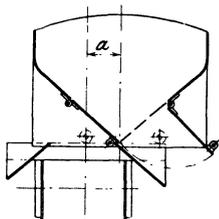


Fig. 38. Seitenentlader mit seitlich verschiebbarem Kasten.  
Van der Zypen & Charlier.

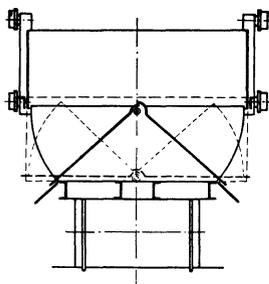


Fig. 39. Seitenentlader mit vertikal beweglichem Kasten.  
Van der Zypen & Charlier.

Der Wagen wird dadurch gehoben, daß man die beiden, oben und unten am Wagenkasten befestigten Rollenpaare auf passend geformte Schienen auflaufen läßt (Fig. 40). So kann ein ganzer Zug ohne Fahrtunterbrechung in kürzester Zeit entladen werden. Die Wagenkästen bleiben während der Hebung mit dem Untergestell durch Lenker verbunden. Soll die betreffende Entleerungsstelle ausgeschaltet werden, so sind die Weichenzungen am Beginn der Auf Laufbahn in die Höhe zu drehen.

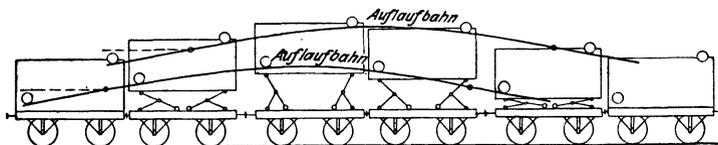


Fig. 40. Schema der Entleervorrichtung.

Das beschriebene Verfahren ist in großem Maßstabe für eine Sandschleppbahn in Oberschlesien zur Anwendung gekommen<sup>1)</sup>. Die dort benutzten Wagen haben 20 000 kg Lade- und einschließlich Bremse 9125 kg Eigengewicht.

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

### e) Trichterwagen für Bodenentleerung.

Die einfachste Form eines Bodenentleerers gibt Fig. 41. Der ganze Boden des Wagenkastens ist hier als doppelte Klappe mit parallel zum Gleis liegenden Achsen ausgeführt.

Unzweckmäßig ist bei der dargestellten Ausführungsform, daß die Klappen einen sehr langen Weg zurückzulegen haben. Richtiger ist es daher, sie von vornherein schräg zu stellen, wie z. B. in Fig. 53 angegeben. Infolge der geringen Bewegung sind die Klappen dann leichter zu handhaben.

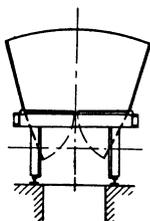


Fig. 41.  
Bodenentleerer.

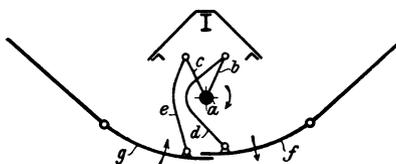


Fig. 42. Klappenverschluß für Bodenentleerer nach Ullmann.

Fig. 42 zeigt schematisch eine eigenartige Konstruktion nach Patent 267402 von Oberingenieur Ullmann, Berlin. Der Zweck ist, die beiden Klappen gut gegeneinander abzudichten, was für trockenen Sand und dgl. wichtig ist. Auf der Welle *a* sitzen die beiden Kurbeln *b* und *c*, die durch die Stangen *d* und *e* mit den Klappen *f* und *g* in Verbindung stehen. Beim Drehen der Welle im Sinne des Pfeiles wird, da *b* und *c* gegeneinander versetzt sind, die Klappe *f* zuerst gehoben, dann aber, wenn das Getriebe *b d* den Totpunkt überschritten hat, wieder nach unten gedrückt, entgegen der sich aufwärts bewegenden Klappe *g*, so daß die Ränder sich fest aufeinander legen.

Drei einander ähnliche Typen, bei denen die Drehachse der Klappen quer zum Gleise liegt, sind in Fig. 43 bis 46 skizziert. Der bayrische Wagen hat zwei, die beiden englischen Wagen je vier Trichter und ebenso viele Klappen. Bei der Bauart nach Fig. 46 sind die Trichter auf die Mitte und die Enden verteilt, wobei sich eine günstigere Form des Wagenkastens mit besserer Ausnutzung des verfügbaren Raumes und schnellerer Entleerung ergibt. Doch ist

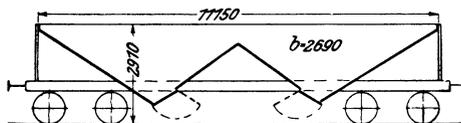


Fig. 43. 38 t-Wagen der bayerischen Staatsbahn.

diese Form nur anzuwenden, wenn auf die Entladelänge keine Rücksicht genommen zu werden braucht.

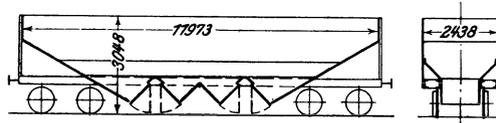


Fig. 44 und 45. Englischer 40 t-Wagen für Entleerung in der Mitte.

Bei schwer fließenden Materialien, wie Braunkohle, feuchtem Sand usw., empfiehlt es sich, nicht eine einzelne, sondern immer zwei gegeneinander schlagende Klappen anzuwenden, damit die Ausflußöffnung größer wird.

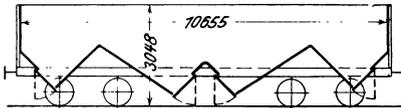


Fig. 46. Englischer 40 t-Wagen für Entleerung in der Mitte und an den Enden.

An Stelle von Klappen werden Schieber angewandt, wenn verlangt wird, daß der Wageninhalt sich, statt auf einmal, an

verschiedenen Stellen nacheinander entleeren läßt. Die Bewegung der Schieber kann parallel oder quer zum Gleise erfolgen.

In Fig. 47 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>.

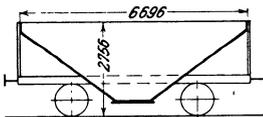


Fig. 47. Englischer 20 t-Wagen.

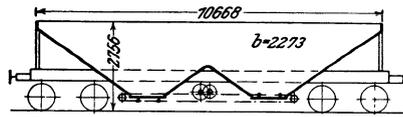


Fig. 48. 32,5 t-Wagen mit doppeltem Trichter.

Fig. 48 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 den beiden Öffnungen zu gestatten, werden zwei getrennte Winden eingebaut.

Dieselbe Bewegungseinrichtung — mit Antrieb des Kettenrades durch ein Schneckengetriebe — weist die in Fig. 49 skizzierte Schieberanordnung von Orenstein & Koppel auf. Die beiden Schieber, die bei A und B von der Kette erfaßt werden, bewegen sich jedoch hier

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

<sup>2)</sup> Z. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 1860 (Metzeltin).

quer zum Gleise. Zur Stützung dienen geschützt angeordnete Laufrollen *R*.

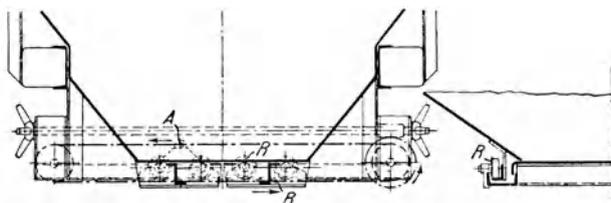


Fig. 49. Schieberbewegung quer zum Gleis.

Eine abweichende Ausführungsart zeigt Fig. 50<sup>1)</sup>. Der Schieber ist an Pendeln aufgehängt und wird durch einen Kniehebel mit Schneckenantrieb verschoben. Günstig ist die Anordnung insofern, als der Widerstand in den Führungen fortfällt und der Druck des Materials das Öffnen unterstützt. Doch ist die Ausführung nicht so stabil, wie bei gewöhnlichen Schiebern.

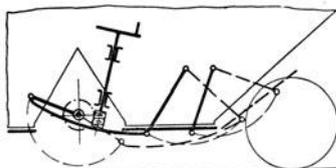


Fig. 50. An Lenkerstangen aufgehängter Schieber mit Kniehebelverriegelung.

#### f) Selbstentlader für Boden- und Seitenentleerung.

Wagen, die sowohl nach unten, als auch nach den Seiten entleeren können, sind am vielseitigsten zu verwenden, und es ist deshalb von verschiedenen Seiten mit Erfolg versucht worden, geeignete Typen zu finden.

Bei dem in Fig. 51 dargestellten Wagen von Orenstein & Koppel sind die Bodenklappen an den seitlichen Langträgern mit Scharnieren befestigt und werden am mittleren Langträger durch 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* dienen dazu, die Klappen wieder zu schließen, worauf sie durch Vorschieben der mit

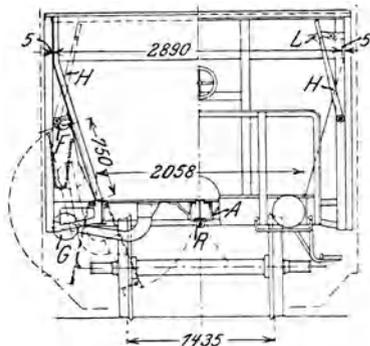


Fig. 51. Bodenentleerer mit Seitenentladung.

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

schrägen Anzugflächen versehenen Riegel  $R$  vollends zgedrückt 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  $H$  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 ist besonders da am Platze, 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.

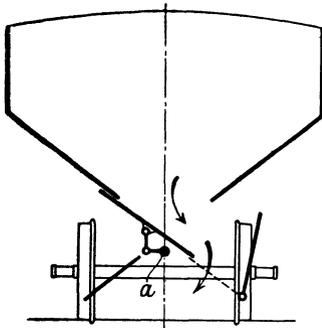


Fig. 52. Boden- und Seitenentleerer von Orenstein & Koppel.

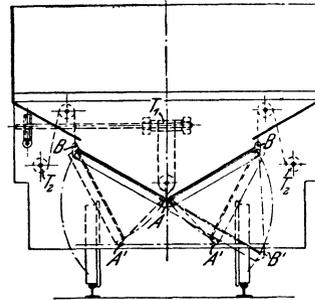


Fig. 53. Boden- und Seitenentleerer von E. W. Summers, Pittsburgh.

Vollständige Seiten- und Bodenentleerung ergibt dagegen der in Fig. 32 und 33 dargestellte Typ, wenn er, wie in Fig. 52 skizziert, so umgeändert wird, daß die seitlichen Gleitbleche sich aufklappen lassen. Die Wagen werden häufig benutzt, wenn es sich darum handelt, von einem Gerüst aus sowohl nach den Seiten zu schütten, als auch den Raum zwischen den Gleisen vollständig auszunutzen.

E. W. Summers in Pittsburgh<sup>1)</sup> schließt nach Fig. 53 den Wagen durch zwei schräge Bodenklappen ab, die auf beiden Seiten mit

<sup>1)</sup> Z. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 338.

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. Es erscheint fraglich, ob die Aufhängung der Klappen an Ketten auf die Dauer, wenn die Ketten sich längen, gute Ergebnisse liefern wird.

Die Goodwin Car Co., New York, erreicht denselben Zweck durch Verwendung von drei Klappen auf jeder Seite (Fig. 54)<sup>1)</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. Die Anordnung hat in Amerika eine ziemlich große Verbreitung gefunden; sie ist stabiler als die von Summers.

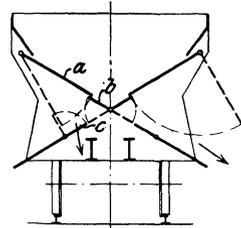


Fig. 54. Boden- u. Seitententleerer der Goodwin Car Co.

## 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 bisher keine Seitenkipper zu; die Bauart hat also für Deutschland nur geringe Bedeutung und ist dementsprechend kürzer behandelt worden.

<sup>1)</sup> Z. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 734.

<sup>2)</sup> S. Kapitel 1, S. 10.

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

Eine große Rolle spielt bei Wagenkippern für Kohle die Frage der Grusbildung. Aus den Mitteilungen von Regierungsbaumeister Schilling in der Zeitschrift für Binnenschifffahrt 1907, S. 80, geht hervor, daß bei dem in den Ruhrhäfen geübten älteren Verfahren des Beladens von Schiffen, bei dem die Kohle eine beträchtliche Höhe frei durchfällt, mit einem mittleren Wertverlust von 14 Pfennig für die Tonne gerechnet werden muß. Schilling zeigt an einem Beispiel, daß bei voller Ausnutzung eines normalen Kippers dieser Verlust ganz ungleich höher ist als die eigentlichen Verladekosten. Demnach lohnt es sich bei allen Kipperkonstruktionen unbedingt, der Frage der Schonung des Materials die allergrößte Sorgfalt zuzuwenden und unter Umständen sogar sehr kostspielige Hilfsvorrichtungen anzuwenden, um die Grusbildung zu vermindern. Es wäre nach meiner Ansicht dringend erforderlich, daß die interessierten Kreise auf Grund eingehender Versuche Klarheit darüber schaffen, welche Werte nicht nur bei der Schiffsbeladung durch Waggonkipper, sondern auch bei anderen Arten der Verladung und Förderung durch die Zerkleinerung der Kohle eigentlich zugrunde gehen, und wie dem abgeholfen werden kann.

#### a) Einzelheiten der Stirnkipper.

Die Lage der Kippachse ist in erster Linie davon abhängig, ob das Gleis über dem Füllrumpf durchgeführt werden muß. Ist 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 Aushilfsmittel greift, die über dem Füllrumpf gelegene Schiene zu unterschneiden. Meistens wird die Achse, wie in Fig. 57, ein Stück weit über die Schiene gelegt. Ist der Raum oberhalb des Rumpfes von Schienen 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. 56, 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 hochliegender 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 unzuweckmäßig; 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. 73 bis 75).

Ein Übergreifen zwischen dem Blechbelag der Kippbrücke und der Kante des Füllrumpfes ist in sehr vielen Fällen, z. B. bei Aufzugkippern, aus konstruktiven Gründen nicht ausführbar. Bei tiefliegendem Drehpunkt und genügend weit zurückstehender Wagenmündung stellt sich die Überdeckung im Verlaufe des Kippvorganges indessen früh genug von selbst her, um das beim Öffnen der Stirnklappen auf die Plattform fallende Gut ohne Verlust in den Füllrumpf gelangen

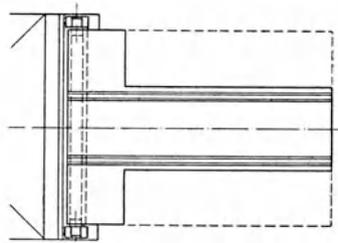
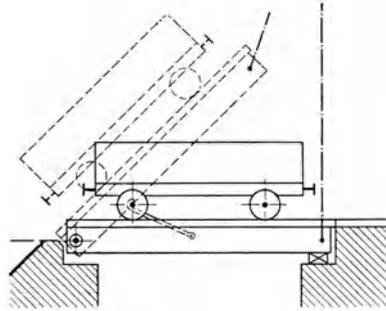


Fig. 55 und 56. Schema eines Stirnkippers.

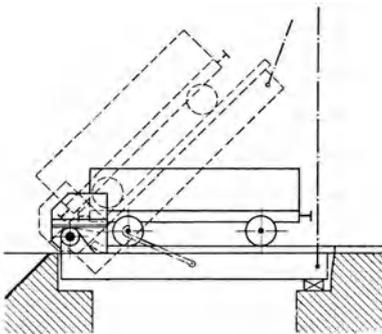


Fig. 57. Spaltüberdeckung mit Rutsche.

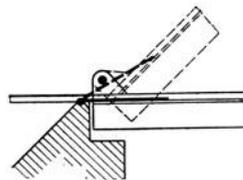


Fig. 58. Spaltüberdeckung mit Klappe.

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. 57. Noch bessere Überdeckung gibt ein auf schräger Bahn stehender, während des

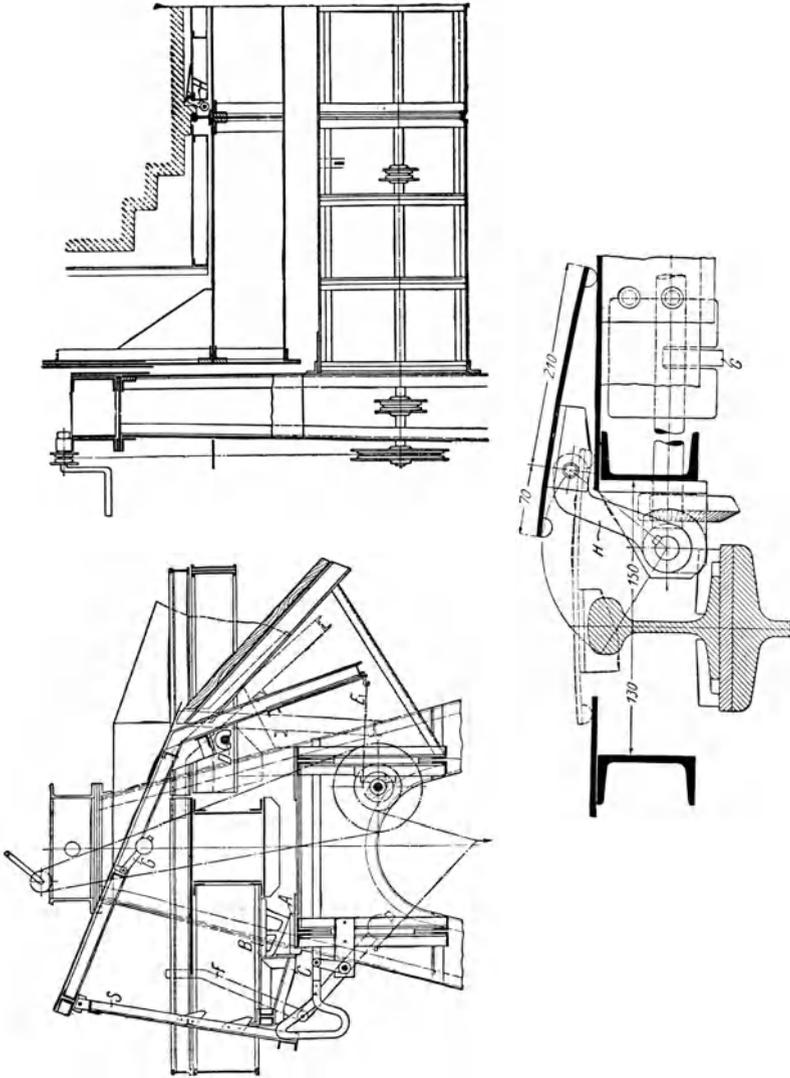


Fig. 59 bis 61. Spaltabdeckung der Maschinenfabrik Cycloped.

Kippens vorrollender Hilfswagen, wie ihn Stuckenholz bei der in Fig. 89 bis 91 dargestellten Anlage ausgeführt hat. Bei durchgehendem Gleis kann ein Blech nach Fig. 58 verwandt werden, das an dem Füllrumpf drehbar befestigt ist, indessen ist dieses Aushilfs-

mittel 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. 59 bis 61 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.

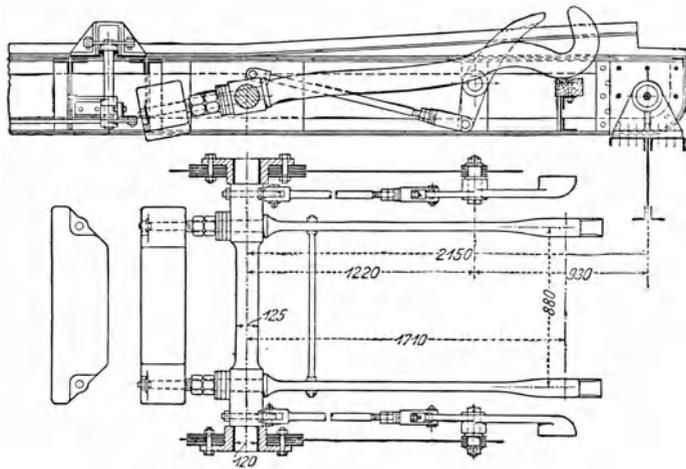


Fig. 62 und 63. Normale Fangvorrichtung nach Nagel & Kaemp.

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 sie sich über die ganze Breite der Bühne erstrecken und ist zur Überdeckung der in der tiefsten Lage notwendigen Schlitze für die Fahr-schienen mit Klappen versehen, die beim Senken der Bühne selbst-tätig zurückgehen. Ein Gewichthebel *G* wirkt durch Kegelräder 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. 61 gedreht werden und das Normalprofil freigeben.

Die Fangvorrichtung, welche die Wagen bei der Schrägstellung auf der Bühne festzuhalten hat, wird gewöhnlich nach dem durch Fig. 62 und 63 veranschaulichten Prinzip<sup>1)</sup> ausgeführt. Die vorderen

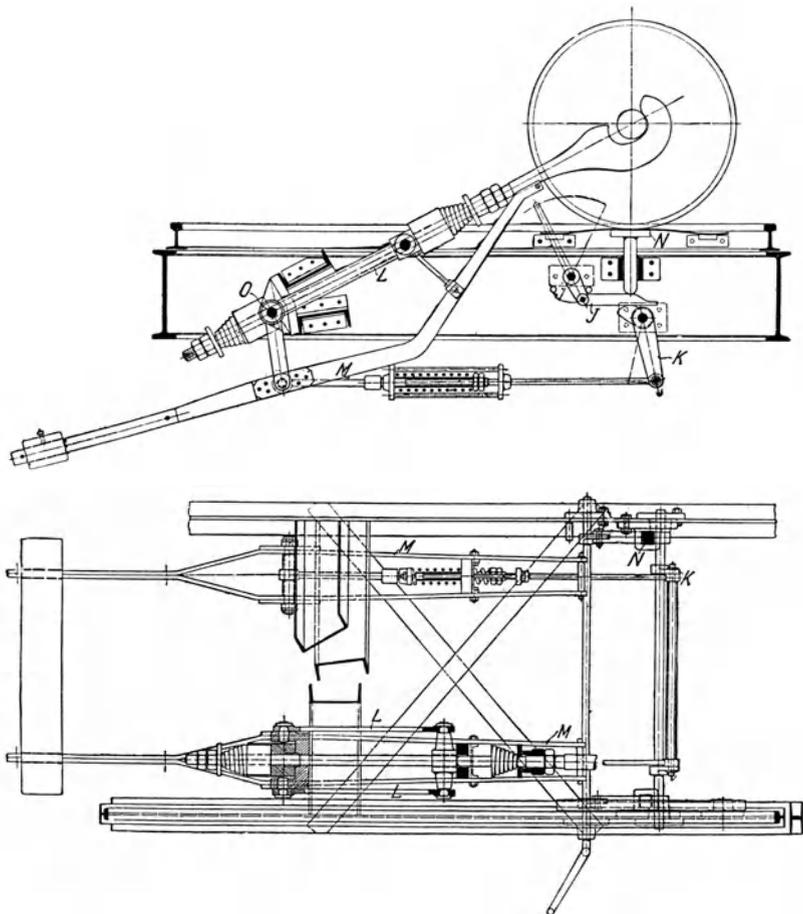


Fig. 64 und 65. Fangvorrichtung für durchgehende Wagen.  
Maschinenfabrik Cyclop.

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 gemil-

<sup>1)</sup> Z. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 840.

dert. 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>1)</sup>. Besser ist die in Fig. 64 und 65 gezeichnete Vorrichtung der Maschinenfabrik Cyclop. Zwischen dem an einer Blattfeder befestigten 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. 64 mit vollen Linien wiedergibt. Wenn das Rad auffährt, wird der Hebel *K* herumgeworfen, und die an ihm angreifende Zugstange, in die 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 *LL* eingehängt, die mit dem Hebel, an dem 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 besonderen 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. 66). 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

<sup>1)</sup> Z. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1329, Fig. 4 und 1907, S. 1529, Fig. 16 und 17.

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.

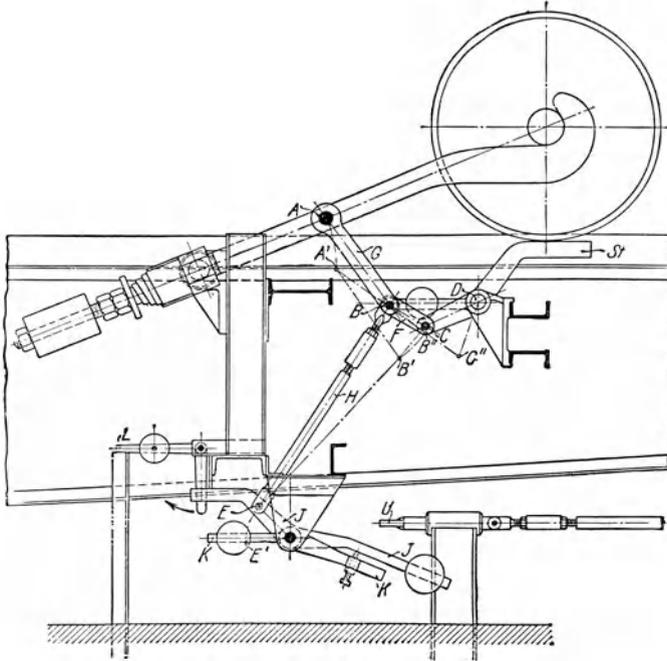


Fig. 66. Selbsttätige Fangvorrichtung für durchfahrende Wagen.  
Benrather Maschinenfabrik.

Die in Fig. 67 dargestellte, von der Firma Pohlig stammende Konstruktion<sup>1)</sup>, bei welcher der Wagen durch eine Pufferbohle abgefangen wird, hat den Zweck, unzulässige Spannungen an den Achsen und Rahmen zu vermeiden. Die Pufferbohle ist ausschwenkbar, damit der Wagen durchfahren kann. Auf die Puffer werden Gabeln aufgesetzt, die ein zu starkes Zusammendrücken der Federn in der Schräglage verhindern. Verbreitung hat die Anordnung nicht gefunden.

<sup>1)</sup> Z. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 439 (Frölich).

An dem hinteren Zughaken des Wagens pflegt man Sicherheitsketten anzubringen<sup>1)</sup>, die verhindern, daß der Wagen in folge der plötzlichen Entlastung der Federn beim Abrutschen der Ladung aus dem Gleise springt.

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 Teils der Schienen oder auch durch Schienenbremsen ermäßigen<sup>2)</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 Zufahrtgleise 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

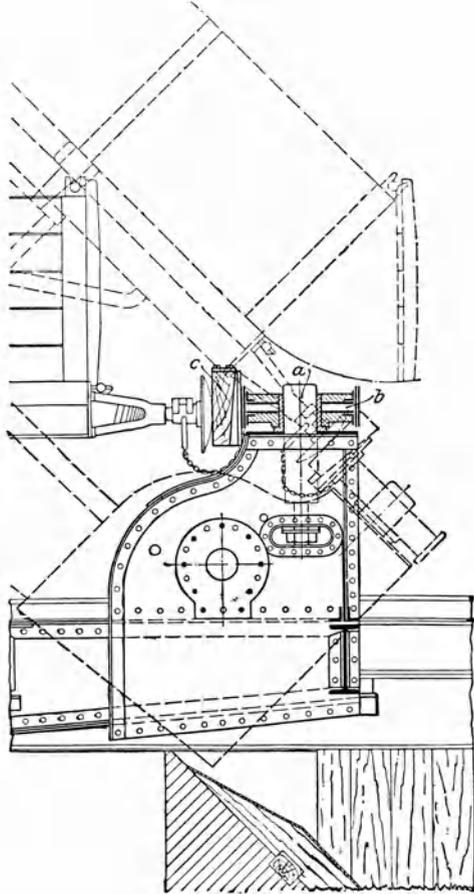


Fig. 67. Drehbare Fangbohle nach Pohlig.

<sup>1)</sup> S. Fig. 73.

<sup>2)</sup> S. Kipper der Benrather Maschinenfabrik, Z. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1531.

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 Auflagerwerk 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. 68) vorweggenommen. Die Achse geht ungefähr durch den Schwerpunkt des Wagens, so daß dieser sich leicht durch den Arbeiter vollständig umdrehen läßt.

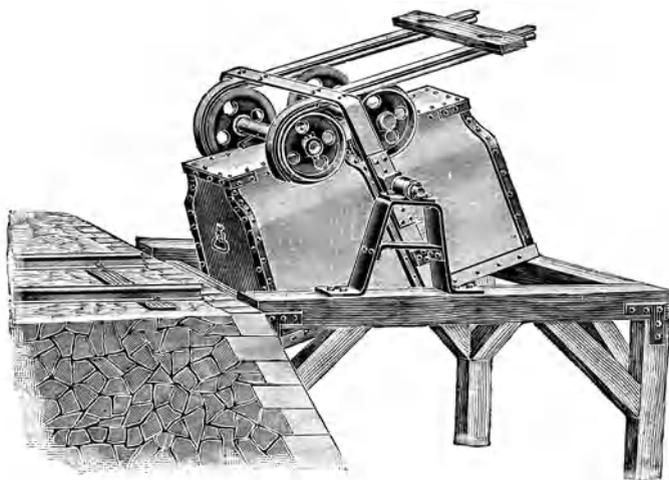


Fig. 68. Kopfwipper für Grubenwagen. Orenstein & Koppel.

Die meisten für den Transport von Massengütern benutzten deutschen Eisenbahnwagen haben, wie erwähnt, eine aufklappbare Stirnwand und brauchen daher nur um 45 bis 50° 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 Tiefkipper (Grubenkipper), Niveauekipper und Aufzugkipper.

Die Tiefkipper besitzen gewöhnlich keinen Motor, als treibende Kraft dient vielmehr das Gewicht der Ladung. Fig. 69 gibt eine der einfachsten Ausführungsformen wieder. Mit der bei *A* drehbar aufgehängten Plattform ist ein Zahnkranz fest verbunden, in den ein von einer Bremse beherrschtes Ritzel eingreift. Die Fanghaken

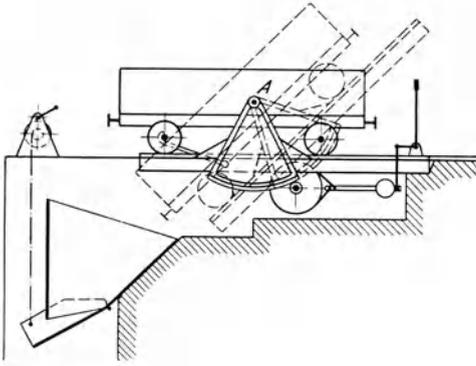


Fig. 69. Selbsttätiger Grubenkipper.

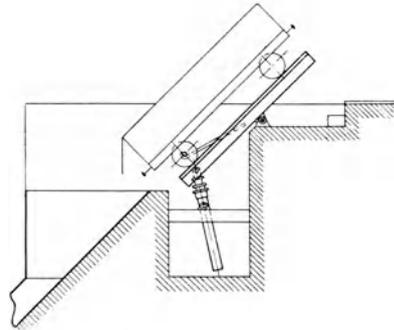


Fig. 70. Selbsttätiger Stirnkipper mit hydraulischem Kolben.

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

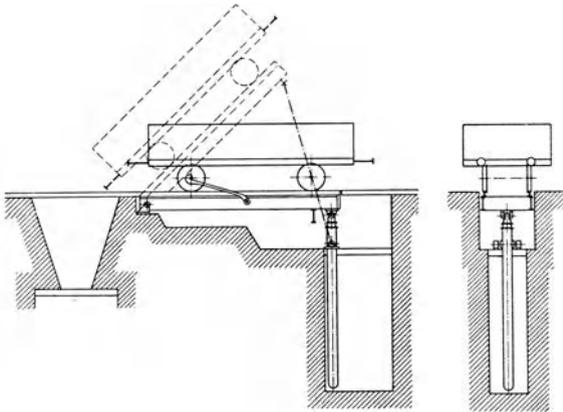


Fig. 71 und 72. Schema eines Niveaueippers mit hydraulischem Antrieb.  
Unruh & Liebig.

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 ent-

sprechender 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

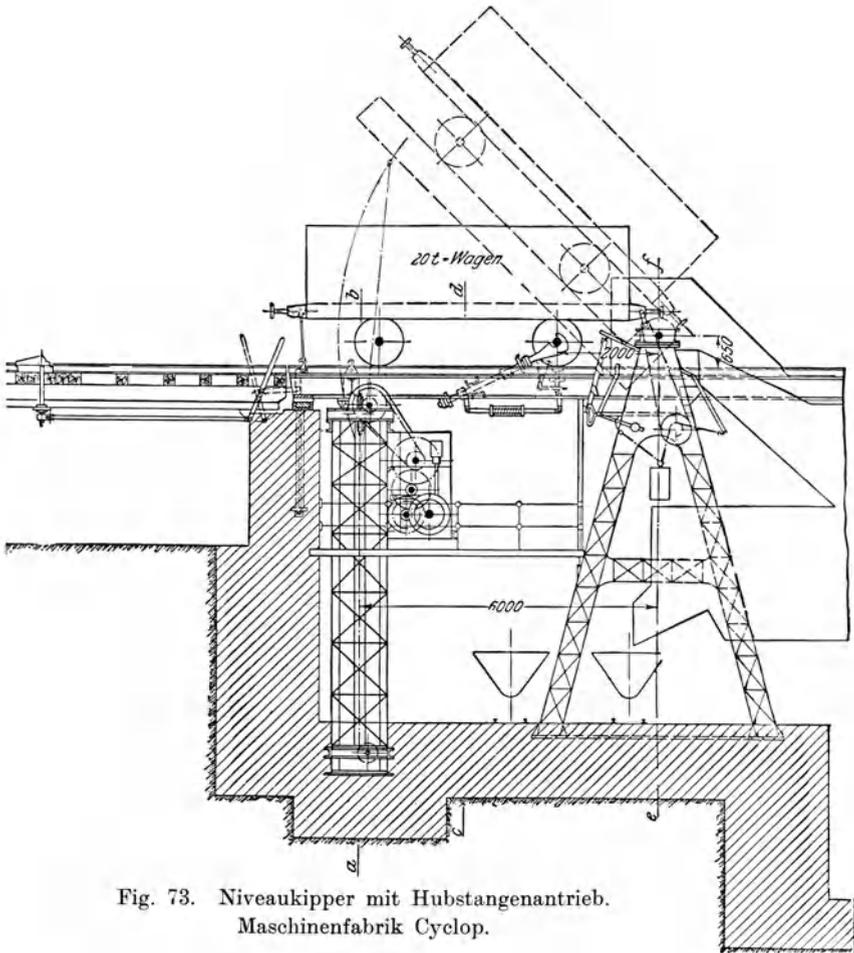


Fig. 73. Niveauiipper mit Hubstangenantrieb.  
Maschinenfabrik Cyclop.

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

Eine andere, vielfach benutzte Möglichkeit ist die, nach Fig. 70 die Bühne durch einen hydraulischen Kolben abzustützen, der beim Niedergang das Wasser in einen Akkumulator preßt. Nach geschehener Entleerung drückt dann umgekehrt das zurückströmende

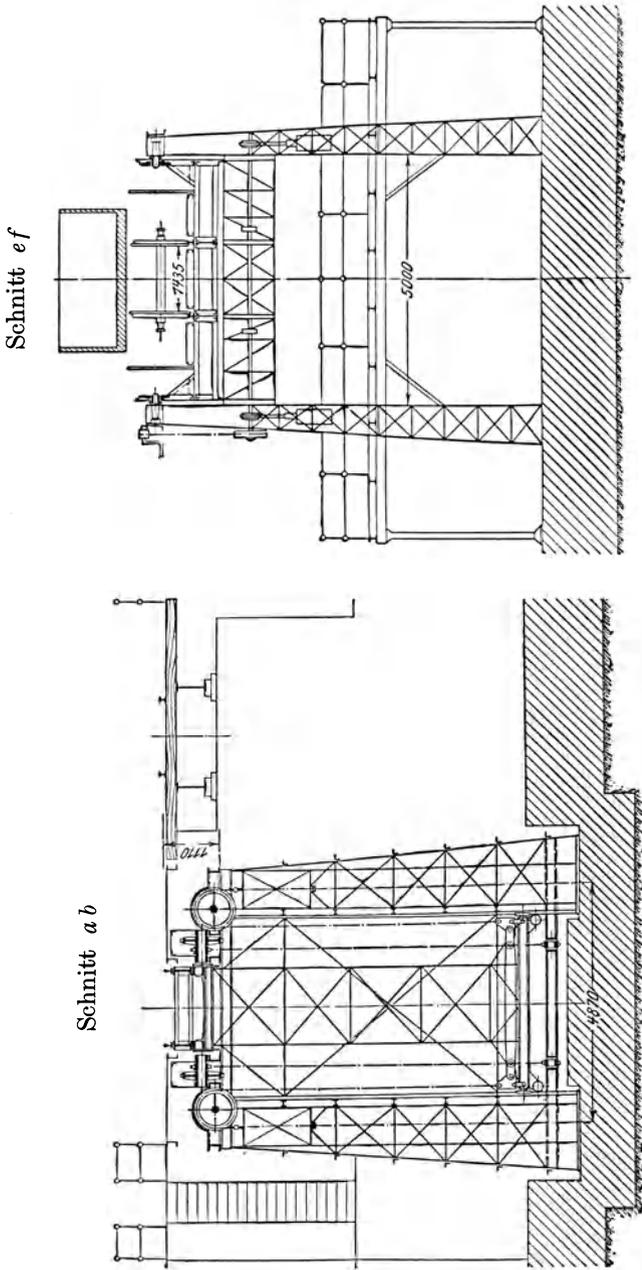


Fig. 74 und 75. Niveauekipper mit Hubstangenantrieb. Maschinenfabrik Cyclop.  
(Schnittzeichnungen zu Fig 73).

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 Aufzugsvorrichtung 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 werden, so benutzt man zweckmäßig zum Heben Druckstangen, die gelenkig an der Bühne befestigt sind und beliebige Neigungen ein-

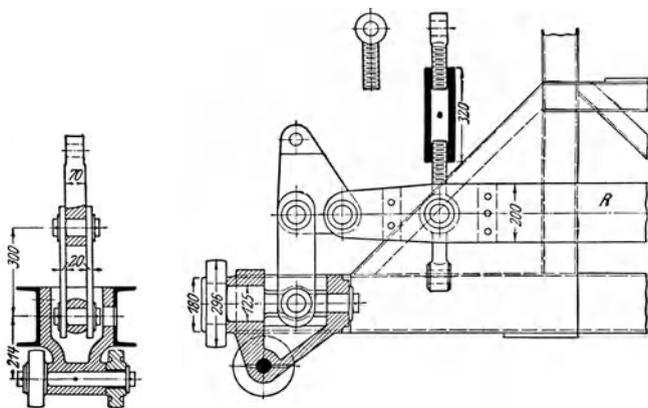


Fig. 76 und 77. Fuß der Hubstange.

nehmen können. Die einfachste Anordnung ergibt ein Druckwasserkolben, dessen Zylinder am Fundament drehbar gelagert ist und das Wasser durch den Drehzapfen zugeführt erhält (Fig. 71 und 72)<sup>1)</sup>. Auch mit Zahnstangen ist eine einfache Konstruktion möglich. Häufiger jedoch werden besondere Druckstangen aus Profileisen angewandt, 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. 73—75 ist ein Kipper dieser Bauart, ausgeführt von der Maschinenfabrik Cyclop, dargestellt. Die Hubstangen bestehen 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

<sup>1)</sup> Z. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1329.

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. 76 und 77). 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 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. 78, 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 strichpunktirt eingetragen. Jetzt ergibt

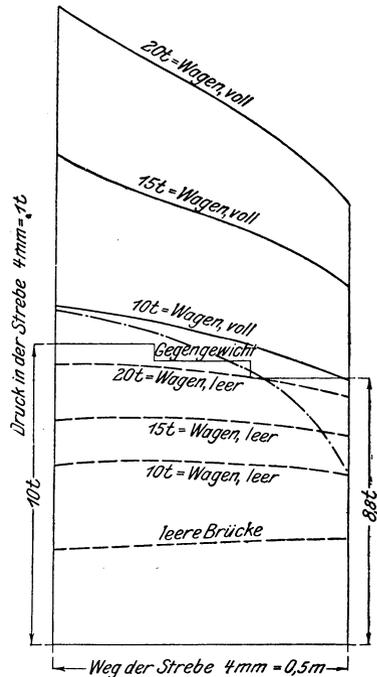


Fig. 78. Schaubild der Strebenkräfte beim Kipper.

sich ein negativer Arbeitsbetrag, dem indessen die vom Motor zu leistende Eigenreibrungsarbeit des Triebwerkes gegenübersteht.

Fig. 79 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 Vorlege die Kettenrollen  $b_1$  und  $b_2$  dreht, an denen einerseits die

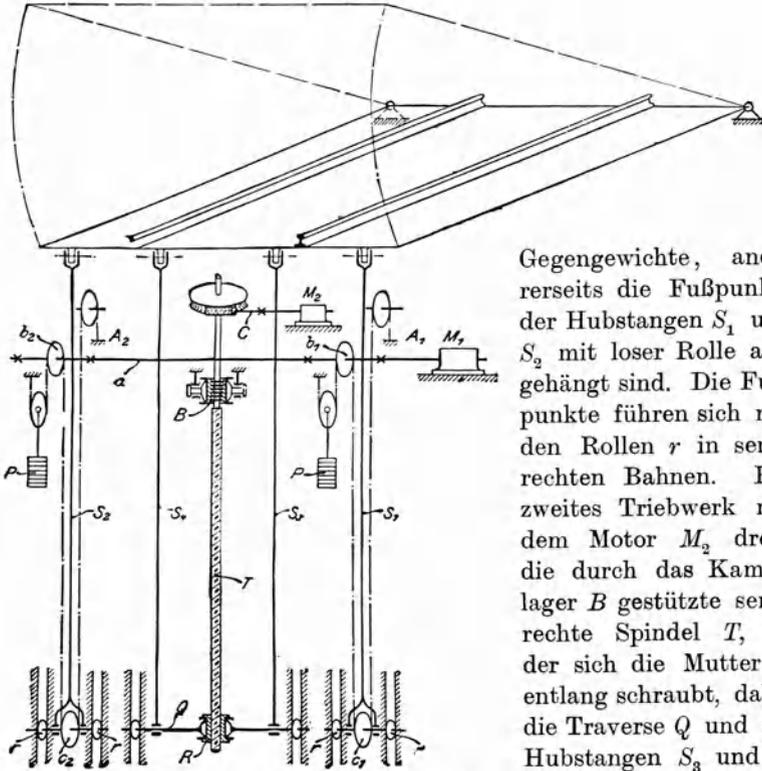


Fig. 79. Niveauekipper mit Hubstangenantrieb von Pohlig.

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 Kamm-lager  $B$  gestützte senkrechte Spindel  $T$ , an der sich die Mutter  $R$  entlang schraubt, dabei die Traverse  $Q$  und die Hubstangen  $S_3$  und  $S_4$  mitnehmend. Dieses Hilfswindwerk soll als

Sicherung im Falle eines Kettenbruchs dienen und wird gleichzeitig zum Senken der Last benutzt, wobei der Motor die Reibung einer Lastdruckbremse am Spindelkopf überwindet.

Das Betreiben, die Anlagekosten zu ermäßigen und damit die Beschaffung eines Kippers auch für kleine Tagesleistungen rentabel zu machen, hat zu der in Fig. 80 und 81 wiedergegebenen Konstruk-

<sup>1)</sup> Nach Z. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 436 (Frölich).

tion geführt<sup>1)</sup>, bei der infolge der geringen Bauhöhe die Fundamentkosten sehr niedrig sind. Auch die Montage ist einfach, da das ganze Triebwerk auf einem zusammenhängenden Gerüst aufgebaut ist. Mit diesem Rahmen *c* ist die Kipperplattform *b* durch die Achse *a* verbunden. Zum Heben der Plattform dienen zwei auf einer gemeinsamen Achse sitzende Rollenpaare *d*, von denen das eine

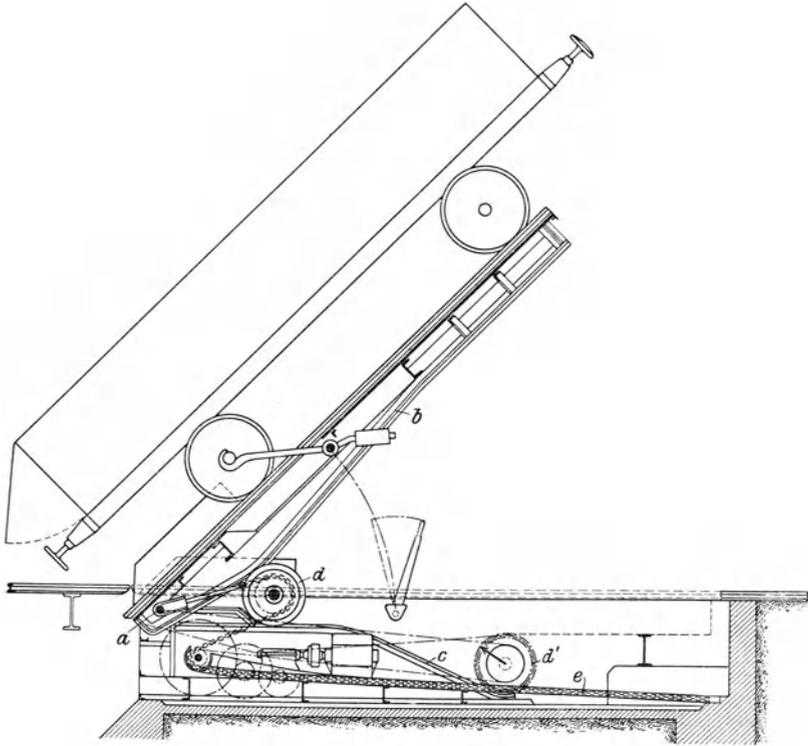


Fig. 80. Niveauekipper mit Druckrollenantrieb.  
Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.

auf dem Obergurt des Trägers *c*, das andere auf dem Untergurt der Plattform *b* abrollt. Auf der gleichen Achse befinden sich Kettenräder, um die eine Gallsche Kette *e* herumläuft. Wird diese Kette durch das Triebwerk angezogen, so bewegen sich die Rollen von *d'* nach *d*, klappen dabei die Teile *b* und *c* auseinander und bringen also die Plattform in die Schräglage.

Die Form der Rollbahnen ist so gewählt, daß die vom Motor abzugebende Leistung sich im Verlauf des Kippvorganges nicht all-

<sup>1)</sup> D.R.P. 239 741.

zusehr ändert. Insofern unterscheidet sich diese Anordnung vorteilhaft von der in der 1. Auflage, S. 44 und 45 dargestellten älteren Konstruktion, die den gleichen Zweck verfolgte. Auch ist der Gesamtkraftverbrauch wesentlich geringer als dort.



Fig. 81. Niveaukipper mit Druckrollenantrieb.  
Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.

Wenn Ausschachtungen überhaupt 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. 82. Auf der Spitze eines portalartig ausgebildeten Turmes steht die Winde, deren Ketten  $K_1$  am hinteren Ende der Bühne anfassen. Seitlich auf der Antriebswelle sitzen Kettenräder für die Ketten  $K_2$ , an denen die innerhalb der beiden Portalstützen sich bewegenden Gegengewichte  $G$  hängen.

Mit einem Gerüstkipper läßt sich auch leicht die Aufgabe durchführen, ein Schrägstellen der Kipperplattform nach zwei Seiten zu ermöglichen, was deshalb wichtig sein kann, weil die mit Bremserhaus versehenen Wagen nur eine aufklappbare Stirnwand besitzen

und daher, wenn sie in unrichtiger Stellung anlangen, bei den gewöhnlichen Kippern vor der Entleerung gedreht werden müssen. Fig. 83 zeigt eine Bleichertsche Ausführung im Gaswerk Stuttgart. Damit alles Material in einen Füllrumpf fällt, wird hier die Kippbühne nicht einfach an dem einen Ende gehoben, sondern durch Führung an dem schrägen Gerüstbau während der Entleerung nach links oder nach rechts zurückgezogen, wobei die Vorderkante des Wagens sich über dem Füllrumpf her bewegt. Von der Windentrommel laufen zwei Seile ab, deren eines in Tätigkeit tritt, während das andere schlaff mitläuft. Ähnliche Zwecke verfolgt die Pohligsche Anordnung nach Patent 260593.

Die Aufgabe, das Drehen auf einer außerhalb des Kippers liegenden Drehscheibe zu vermeiden, läßt sich übrigens auch in der Weise lösen, daß in die Kipperplattform eine Drehscheibe eingebaut wird, wie Fig. 84 nach einer Ausführung der Deutschen Maschinenfabrik veranschaulicht (vgl. Patent 268589).

Ganz neue Wege hat Aumund mit einem fahrbaren Wagenkipper<sup>1)</sup> besprochen, der von der Firma Pohlig und der Deutschen

Maschinenfabrik ausgeführt wird. Die Plattform fehlt hier ganz. Statt dessen wird der Wagen, wie Fig. 85 nach einer Ausführung von Pohlig zeigt, eine gekrümmte Bahn hinaufgezogen, die mit Auflaufungen über die Schienen greift. Der Kipper ist mit Radsätzen versehen und auf einem Normalspurgleise verschiebbar, kann auch

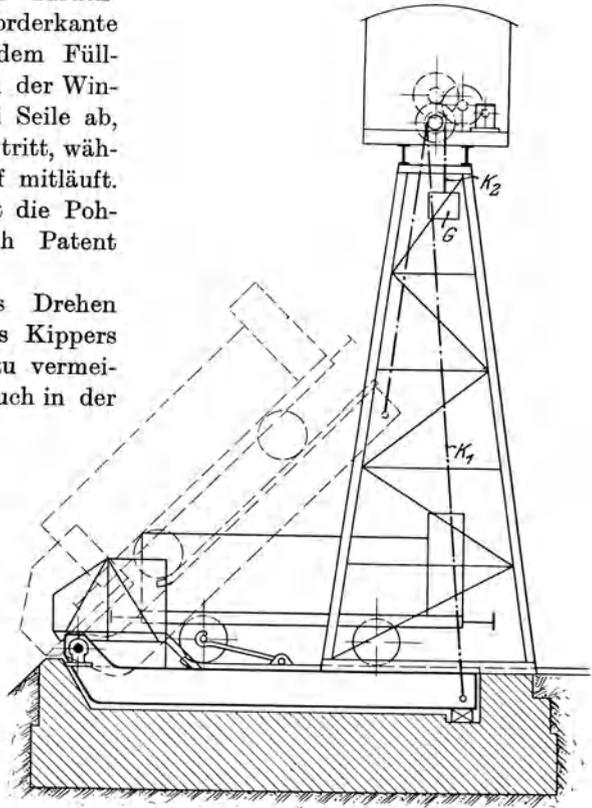


Fig. 82. Niveaukipper mit Windengerüst.

<sup>1)</sup> D.R.P. 162173, 180284, 233879, 258784. Die Anordnung wird als „Dynamobilkipper“ bezeichnet.

in Eisenbahnzüge eingestellt und so zum Verwendungsort geschafft werden.

Ist der Kipper an der gewünschten Stelle festgemacht, so wird der Kohlenwagen durch eine Seilwinde herangezogen 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, sich aufrichtet und die Hinterachse des Wagens umgreift. Bei

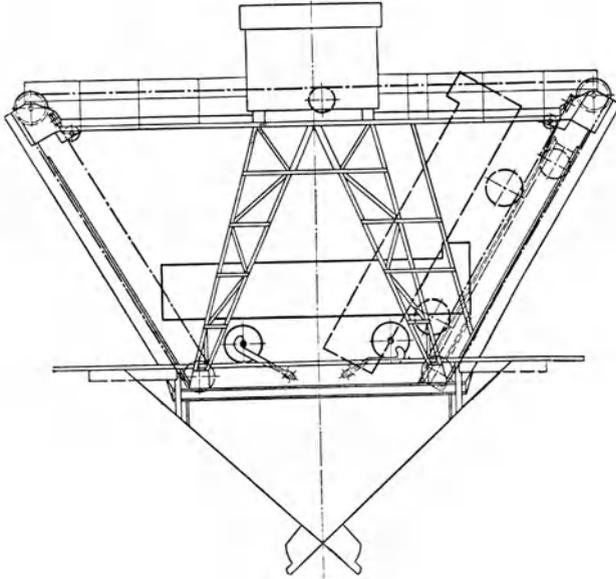


Fig. 83. Doppelkipper von Bleichert & Co.

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.

Die Anordnung hat den Vorzug, daß die Fundierungs- und sonstigen Baukosten ganz fortfallen, und daß der Kipper an jeder beliebigen Stelle, beispielsweise an verschiedenen Punkten eines Bahnhofes, verwandt werden kann und überall sofort betriebsbereit ist. Wichtig ist, daß die Konstruktion sich, wie Fig. 86 veranschaulicht, auch so ausbilden läßt, daß der obere Teil des Gerüsts, nachdem der Wagen heraufgezogen ist, zur Seite geschwenkt werden kann,

zu dem Zwecke, das Fördergut seitlich vom Gleise aufzuschütten. Läßt man den Kipper nach der Entleerung sich vollständig herum-drehen, so können die Wagen nach der entgegengesetzten Seite ab-laufen, so daß ein sehr flotter Betrieb möglich ist<sup>1)</sup>.

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

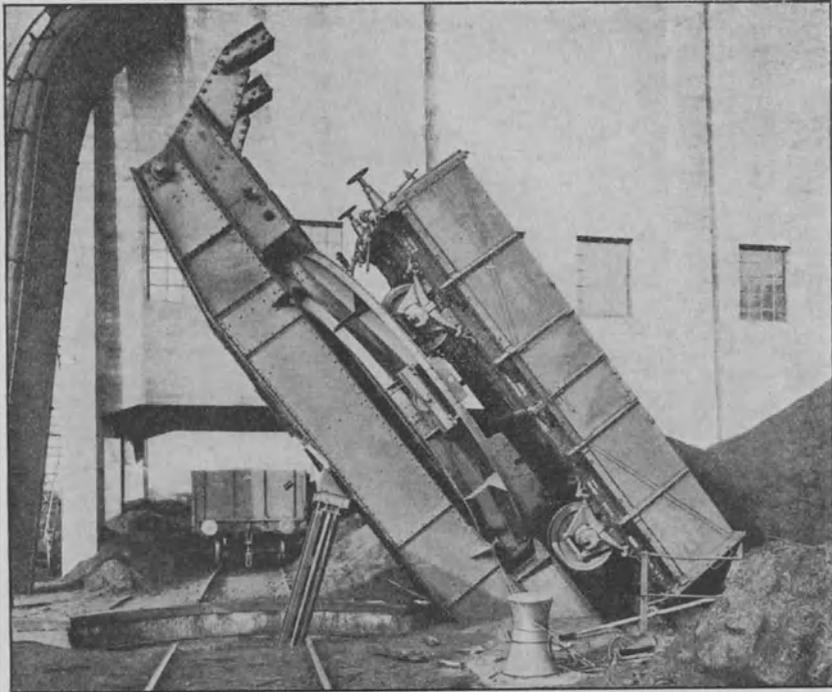


Fig. 84. Kipper mit Drehscheibe von der Deutschen Maschinenfabrik.

Ein Kipper mit festem Hub nach Ausführung der Benrather Maschinenfabrik, ist in Fig. 87 und 88 dargestellt<sup>2)</sup>. Die Anlage

<sup>1)</sup> Betriebsingenieur Ludwig, München, kommt in einem Artikel im Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1913, S. 805 und 829, auf Grund recht interessanter Berechnungen zu dem Schlusse, daß ein Dynamobilkipper nach Aumund von etwa 30000 t Jahresleistung an und ein M. A. N.-Kipper nach Figur 80 und 81 von 13000 t Jahresleistung an rentabel sein dürfte. Die beiden Kipper lassen sich übrigens, wie auch in dem Artikel betont wird, nicht direkt vergleichen, da bei der erstgenannten Konstruktion sehr viel Rangierarbeit und sonstige Transportkosten gespart werden.

<sup>2)</sup> Z. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1531.

dient dazu, Erz aus gewöhnlichen Eisenbahnwagen in einen Füllrumpf zu laden, aus dem es in Selbstentlader abgezogen wird.

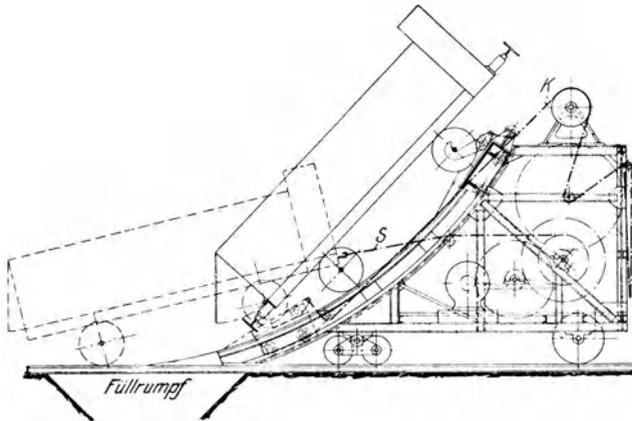


Fig. 85. Fahrbarer Wagenkipper nach Aumund.

Auf dem Gerüst sind zwei getrennte Winden angeordnet, von denen die eine das vordere, die andere das hintere Bühnenende



Fig. 86. Aumundscher Wagenkipper mit drehbarem Oberteil.

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 ausgerückt 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.

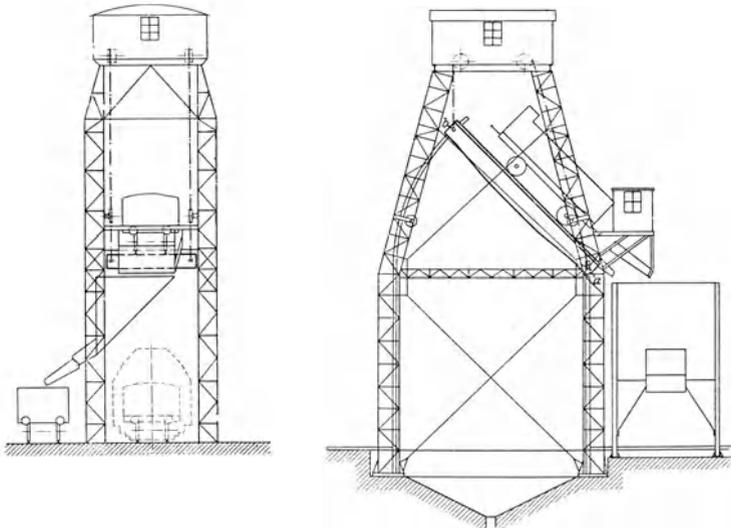


Fig. 87 und 88. Elektrisch betriebener Aufzugkipper mit festem Hub.  
Deutsche Maschinenfabrik.

Fig. 89—91 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 Antriebsmittels — 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 Bühnende 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

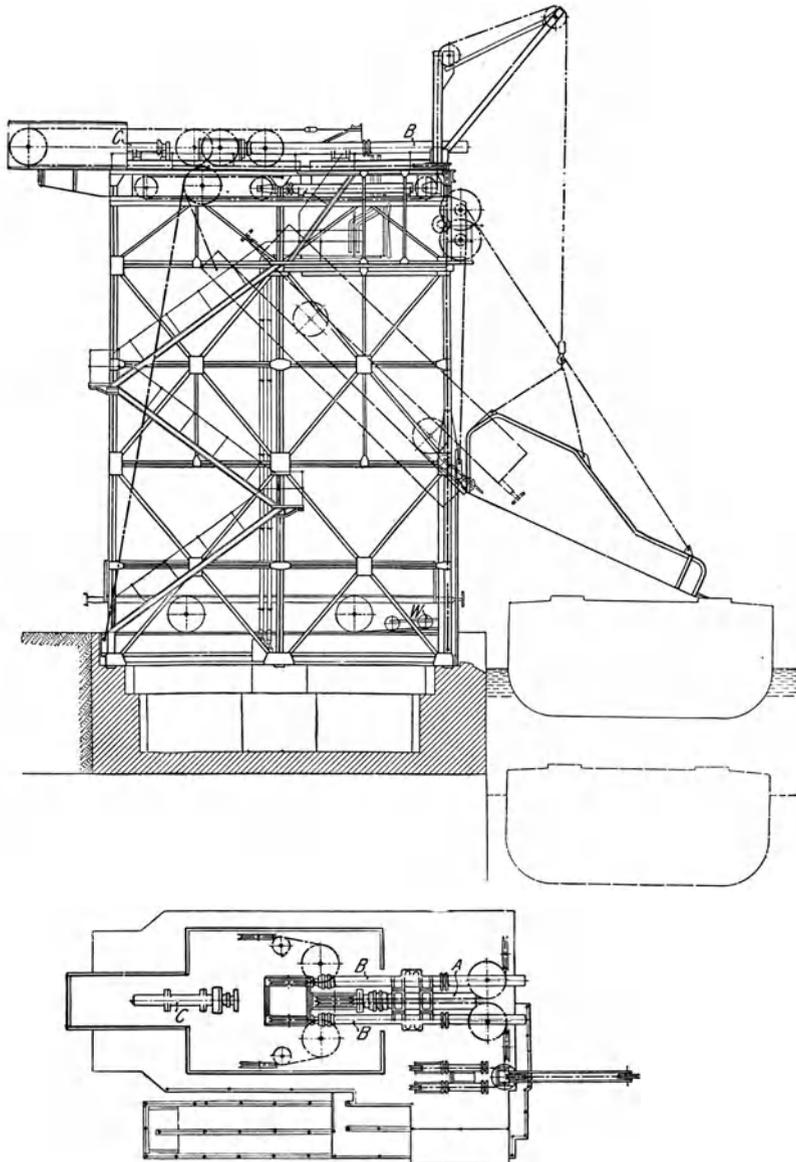


Abb. 89 bis 91. Hydraulisch betriebener Aufzugkipper mit veränderlichem Hub.  
Stuckenholz (Deutsche Maschinenfabrik).

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.

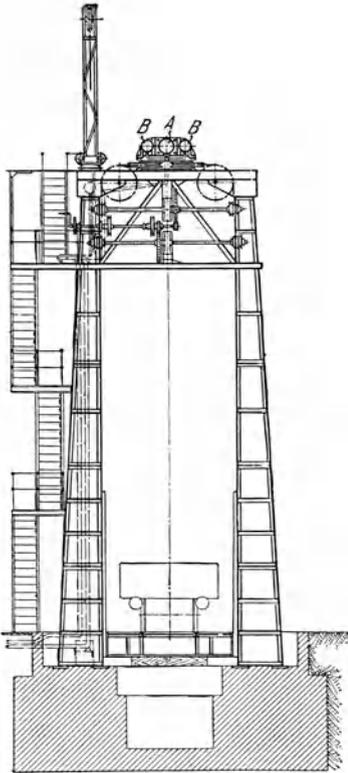


Fig. 91.

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 geeigneten 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. 92 an einer von Nagel und Kaemp für Rotterdam ausgeführten Anlage schematisch darstellt<sup>1)</sup>. Die Fahrbühne *A* hat den von normalen Lastenaufzügen her bekannten, dreieckigen Seitenrahmen und wird an der Dreieckspitze von den Hubseilen gefaßt. In der Fahrbühne ist, um den Zapfen *C* drehbar, die Kippbühne *B* gelagert, an deren 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

<sup>1)</sup> Ausführliche Zeichnungen und Beschreibung in Z. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 793.

Schiffe mittels einer Handwinde teleskopisch ausziehen. Sämtliche maschinell betriebenen Winden sind in einem besonderen Hause neben dem Windengerüste aufgestellt.

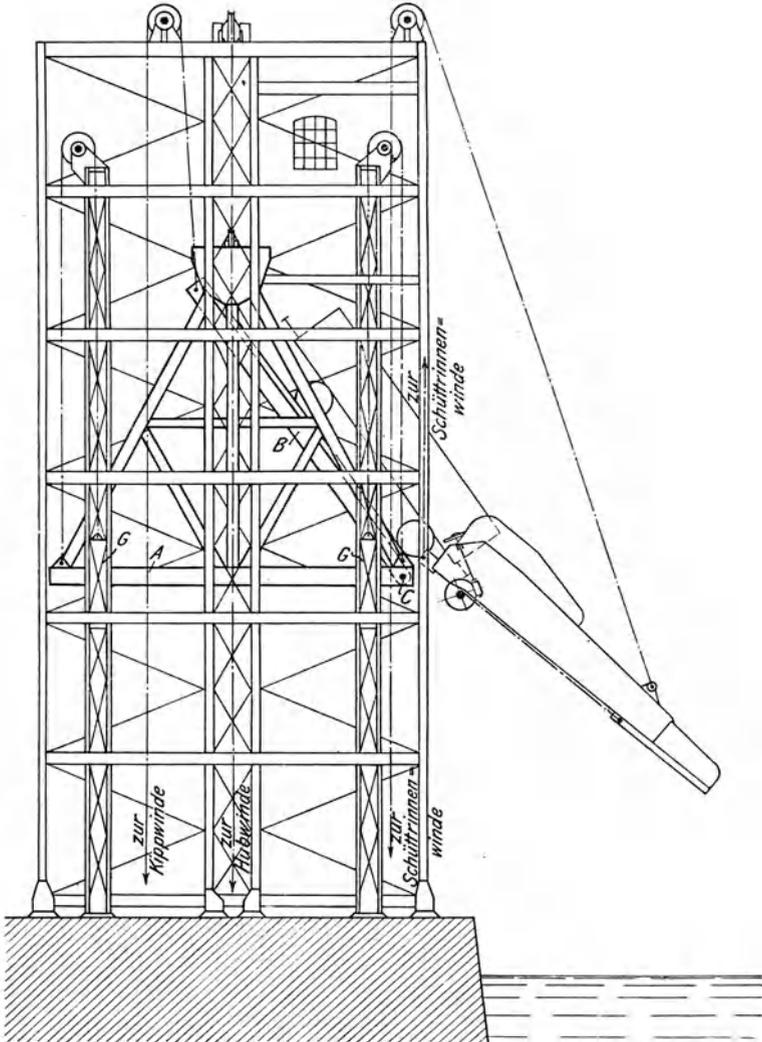


Fig. 92. Aufzugkipper mit veränderlichem Hub und getrennter Fahr- und Kippbühne. Nagel & Kaemp.

Beachtung verdient ferner eine Konstruktion der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, die in der Zeitschrift des Vereins

deutscher Ingenieure 1904, 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. 69. Diese zweite Vorrichtung wird bei niedrigerem Wasserstand gebraucht.

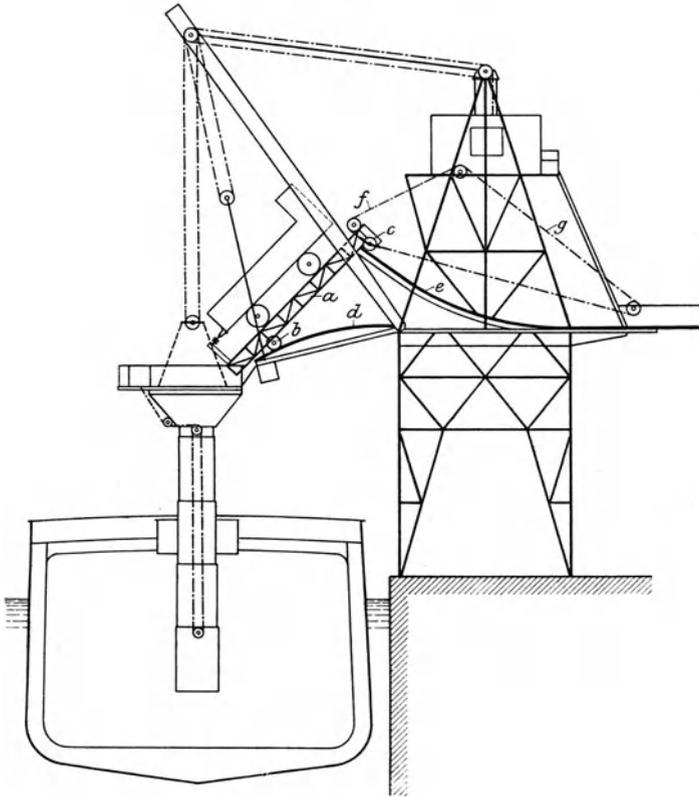


Fig. 93. Schwingkipper der Deutschen Maschinenfabrik nach Patent 200518.

Für die Beladung von Schiffen kommt ferner die Bauart des Grusonwerkes in Frage. 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.

Der Gedanke, den Eisenbahnwagen senkrecht zum Ufer vorzuschieben, bis er direkt über dem Schiff steht, und ihn erst hier zu entleeren, ist in sehr geschickter Weise durch das Patent 200 518 und dessen Zusatzpatente verkörpert, deren Ausführungsrecht der Deutschen Ma-

schinenfabrik zusteht. Fig. 93 gibt eine schematische Skizze der „Schwingkipper“ und Fig. 94 eine Abbildung nach einer Ausführung dieser Firma. Der Eisenbahnwagen, der im vorliegenden Falle auf einer Hochbahn ankommt, fährt auf eine bewegliche Plattform *a* auf, die von Laufrollen *b* und *c* getragen wird. Im Kippergerüst befindet sich eine feste Führungsbahn *e*, auf der beim Arbeiten des

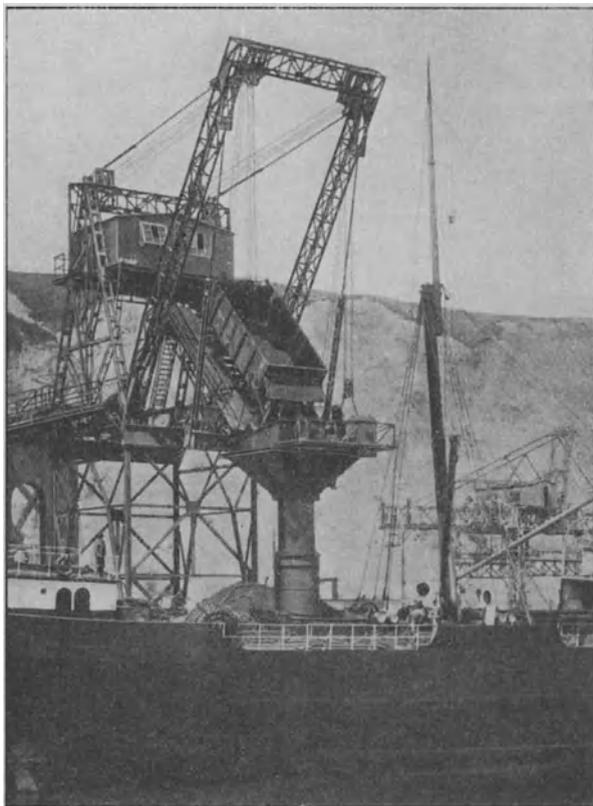


Fig. 94. Schwingkipper der Deutschen Maschinenfabrik.

Kippers die Rollen *c* sich bewegen, und außerdem ist auf einem beweglichen Ausleger eine leicht gekrümmte Führungsbahn *d* für die vorderen Laufrollen *b* der Plattform angebracht. An der Achse der Rollen *c* greift ein aus den Teilen *f* und *g* bestehender geschlossener Seillauf an. Wird das Seil *f* angezogen, so bewegt sich die Plattform mit dem Wagen nach links über das Schiff, während der Wagen gleichzeitig in die Kippstellung kommt. Entsprechend wird die Platt-

form mit dem entleerten Wagen durch Anziehen des Trums  $g$  in die wagerechte Lage zurückgeführt. Die Führungen sind so geformt, daß der Systemschwerpunkt von Plattform und Wagen sich beim Hin- und Rückgang nahezu wagerecht bewegt, so daß der Seilzug  $fg$  im wesentlichen nur dazu dient, die Bewegung einzuleiten und zu beherrschen. Die Kohle gelangt aus dem Wagen über ein kurzes Leitblech direkt in den Auffangstrichter des Teleskoprohres, das in bekannter Weise zunächst vollständig gefüllt und dann nach und nach verkürzt wird, so daß die Kohle ohne Fall hindurchfließt.

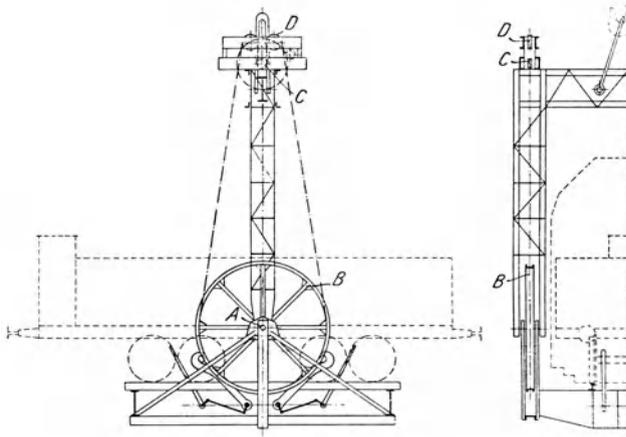


Fig. 95 und 96. Kippbühne für Krane. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.

Die Vorteile der Bauart sind folgende. Während sonst die Bewegung der Kohle von der Vorderkante des Kippers bis zur Schiffsmitte in der Weise erzielt wird, daß man die Kohle über eine steil geneigte Rutsche herabgleiten läßt, wird hier die Kohle im Eisenbahnwagen, also ruhend, über Schiffsmitte befördert und fällt direkt in das Teleskoprohr. Das Schütten in die Rutsche und das Gleiten darin werden also vermieden und somit die Kohle erheblich geschont. Ferner fällt der Arbeitsaufwand fort, der sonst erforderlich ist, um die Kohle bis auf die Höhe zu heben, die erforderlich ist, damit sie über die ziemlich beträchtliche Länge der Rutsche zu gleiten vermag. In Fällen, wie in Fig. 93 dargestellt, wird das Hebewerk, das bei der gewöhnlichen Bauart erforderlich wäre, gespart, und der Kraftverbrauch ist gering. Infolge Fortfalls bzw. Verkleinerung der Hubbewegung verkürzt sich auch die für ein Spiel erforderliche Zeit. — Alle über die Uferkante vorspringenden Teile können selbstverständlich eingezogen werden.

Ein ganz abweichendes Verfahren zur Entleerung von Eisen-

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

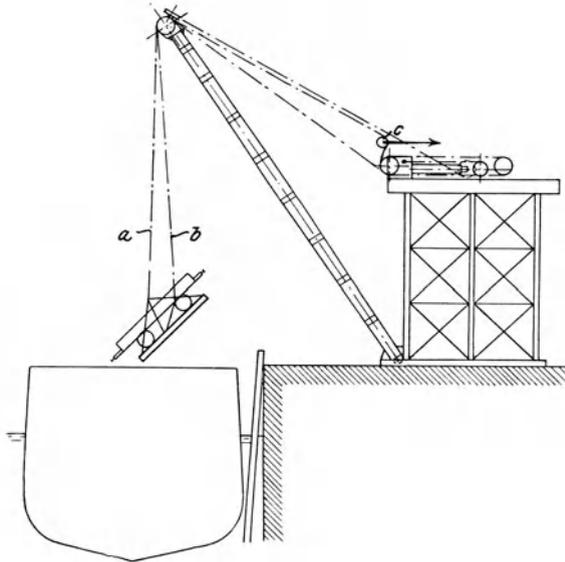


Fig. 97. Kran mit Kippbühne. Stuckenholz (Deutsche Maschinenfabrik).

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, die 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, hierauf das hintere Hakenpaar aufge-

richtet und nun beide Paare so lange verschoben, bis sie an den Achsen anliegen. Dies geschieht bei größeren Verschiebungswegen durch einen Motor und zur genaueren Einstellung durch Handkurbeln. Mit der Bühne fest verbunden, ist auf jeder Seite ein aus Profilleisen hergestelltes Rad *B* angebracht, über das eine Krankette läuft, die durch einen oben auf dem Hängegerüst stehenden Motor mittels der Kettenräder *C* und *D* angetrieben wird und die Bühne nach beiden Richtungen so weit schief zu stellen gestattet, daß der Wagen sich entleert.

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 Kran 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.

Die Firma Stuckenholz hat bei einem für die holländische Staatsbahn gelieferten hydraulischen Kran (Fig. 97) eine einfache Plattform benutzt. Diese hängt an zwei Kranseilen *a* und *b*, 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 Grubenwagen sind schon längst unter dem Namen „Kreiselwipper“ bekannt. In seiner einfachsten Ausführung besteht ein solcher Wipper aus zwei gehörig miteinander verbundenen Winkeleisenringen, in die der Wagen einfährt (Fig. 98). 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. Zur Erhöhung der Leistung kann der Kreiselwipper so eingerichtet werden, daß für zwei Wagen nebeneinander Platz ist (Fig. 99), wobei der eine auf dem Kopfe steht, während der andere die normale Lage hat, so daß für die Entleerung eines Wagens immer nur eine halbe Drehung erforderlich ist.

In neuerer Zeit hat man fahrbare Mehrwagen-Kreiselschwipper gebaut, zu dem Zwecke, eine Anzahl von Grubenwagen an einer beliebigen Stelle eines Lagerplatzes gleichzeitig entleeren zu

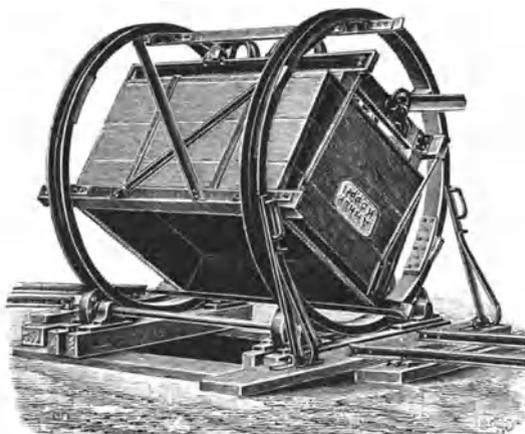


Fig. 98. Normaler Kreiselschwipper für Grubenwagen. Orenstein & Koppel.

können. In Fig. 100 und 101 ist eine solche Konstruktion skizziert. Die Schwipptrommel ist so lang, daß 8 Wagen hintereinander darauf stehen können. Damit die Wagen leicht in die Trommel eingeführt werden können und nach Entleerung von selbst heraus laufen, ist

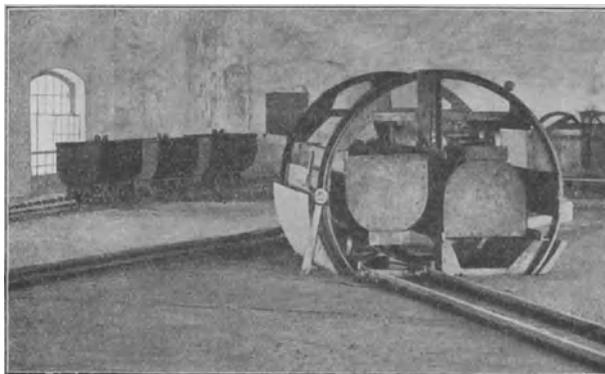


Fig. 99. Doppelschwipper. Bleichert.

das Gleis in der Trommel mit geringem Gefälle verlegt. Die Trommel stützt sich an verschiedenen Punkten auf Rollen und ist an jedem Ende mit einem Zahnkranz versehen. Ein in der Mitte des Gerüsts stehender Elektromotor treibt mit einer durchgehenden

Welle die beiden Zahnkränze an und dreht dadurch die Trommel. Ein zweiter Motor verfährt das ganze Gestell, in welchem die Trommel gelagert ist, indem er eines der beiden Laufräder auf jeder Seite treibt. Das Wippergerüst, das mit einem Laufsteg versehen ist, überspannt brückenartig den Lagerplatz (vgl. auch Fig. 102). Nach Einschieben der Wagen wird das Gerüst verfahren, die Wagen werden gekippt und der Wipper dann nach der Stelle gebracht, wo die leeren Wagen ausfahren sollen. Wenn die Wagen nicht durchlaufen können, sondern rückwärts wieder aus dem Wipper herausgeschoben werden müssen, so ordnet man in der Trommel eine motorisch angetriebene Kette für die Bewegung der Wagen an.

Diese Anordnung liegt bei der in Fig. 103 bis 105 skizzierten Heckelschen Anlage vor. Die mit Erz beladenen Grubenwagen, die auf vier im Gefälle liegenden Gleisen von der Hängebank kommen, werden auf den beiden äußeren Gleisen zu je acht zusammengestellt. Der leere Wipper wird vor das betreffende Gleis gefahren und die unter den Wagen liegende Kette in Gang gesetzt, so daß die Wagen rasch in die Trommel einfahren. Der Wipper entleert die Wagen, nachdem er an die gewünschte Stelle des Lagers verfahren ist, und stellt sich dann vor eines der beiden ganz außen angeordneten Gleise, die zum Zurückführen der leeren Wagen zur Hängebank dienen. Die Wagen gelangen, nachdem sie ausgestoßen sind, zu einer Kettenförderung, die sie genügend hebt (Schnitt *AB*), so daß sie im Gefälle der Hängebank zulaufen. — Die Leistungsfähigkeit derartiger Beschickungsanlagen kann außerordentlich groß sein; der Betrieb ist einfach.

Das Prinzip der Kreiselwipper in

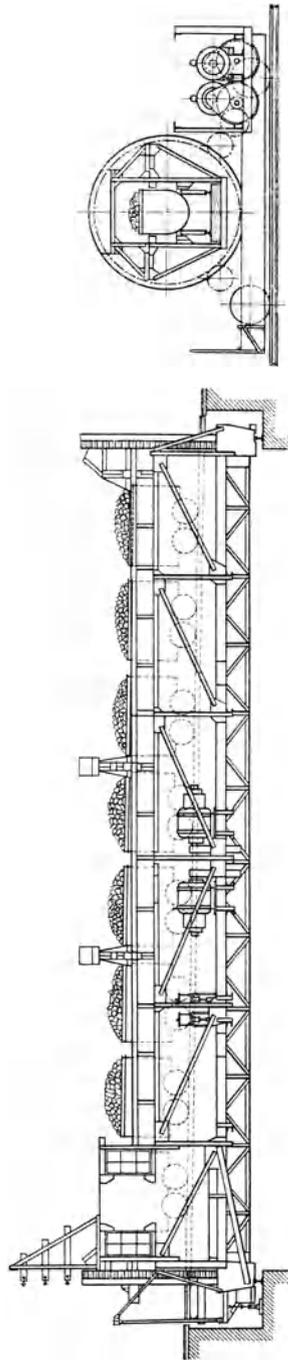


Fig. 100 und 101. Fahrbarer Mehrwagen-Kreiselwipper von Heckel.

etwas abgeänderter Form liegt dem in Fig. 106 skizzierten amerikanischen Seitenkipper zugrunde. 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 Kippen mit festem und solchen mit veränderlichem Hube zu unterscheiden.



Fig. 102. Fahrbarer Mehrwagen-Kreiselpipper von Heckel.

Der Seitenkipper der Maschinenbauanstalt Humboldt (Fig. 107) ist — im wesentlichen nach dem Prinzip der Fig. 106 — als Rollkipper konstruiert. Bei der dargestellten Ausführung dient er zum Überladen von Eisenbahnwagen zu Eisenbahnwagen. Der Wagen fährt in den Rahmen *a* ein, wird durch die Schranke *b* gesichert und durch Verkürzen der Flaschenzugseile *d* von der Winde *e* aus gehoben, wobei die Kette *c* sich abwickelt und der Rahmen *a* an dem Gerüst *f* abrollt. Das Material fällt in die Rutsche *g* und von da, durch einen Rundschieber reguliert, in den anderen Waggon.

Einige amerikanische Aufzugkipper sind in Fig. 108 und 109 wiedergegeben. Die erste Konstruktion (Fig. 108) ist sehr einfacher Art. Die Fahrbühne wird mit dem Wagen zunächst senkrecht gehoben und dann durch weiteres Anziehen des über zwei Rollen im Gestell geführten und bei *D* befestigten Seiles um den letzteren Punkt gedreht und in die verstellbare Schüttrinne entleert.

Für zerbrechliche Kohle ist die Ausführung Fig. 109 bestimmt. Die Kippbühne, die bei *A* unterstützt und bei *D* drehbar gelagert

ist, trägt, auf Rollen verschiebbar, eine kleinere Plattform, auf der der Eisenbahnwagen steht. Wird das Hubseil angezogen, so beginnt

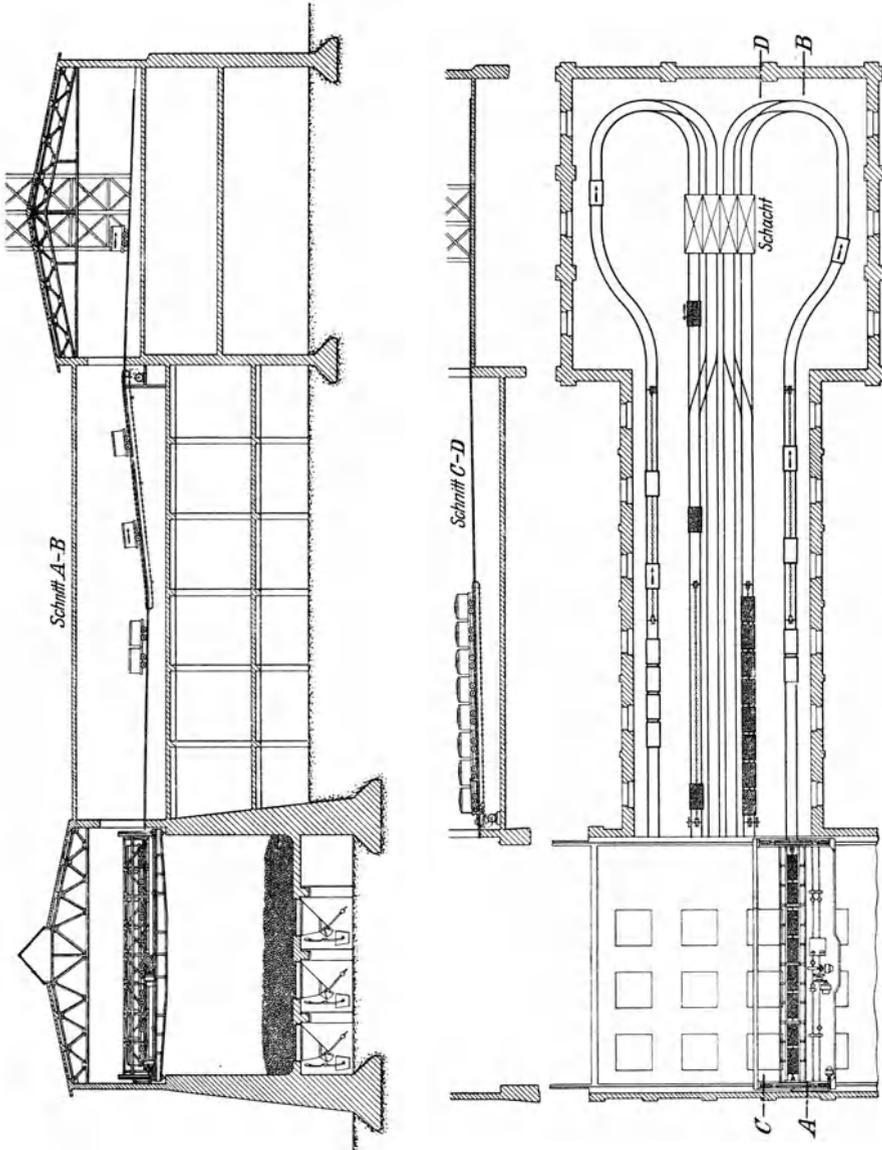


Fig. 103 bis 105. Beschüttung eines Erzlagern durch einen fahrbaren Kreisewipper von Heckel.

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

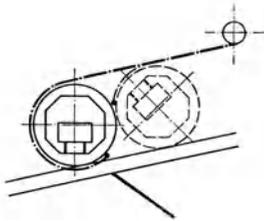


Fig. 106. Rollwipper für Eisenbahnwagen.

die an dem Haken drehbar befestigte und durch eine Kette mit dem Gegengewicht  $G$  verbundene Schranke  $S$  über den Wagen. Das Gewicht  $G$  ist schwer genug, um das Herunterfallen des Wagens zu verhindern. Dieser schüttet seinen Inhalt in ein in dem eigentlichen Aufzugturm untergebrachtes trichterförmiges Gefäß, das die Länge des Wagens hat und zum Empfang der Ladung in die punktierte gezeichnete Stellung, dem Wagen entgegen, gekippt wird, so daß die Sturzhöhe sehr gering ist. Sodann wird das Gefäß in aufrechter Stellung gehoben

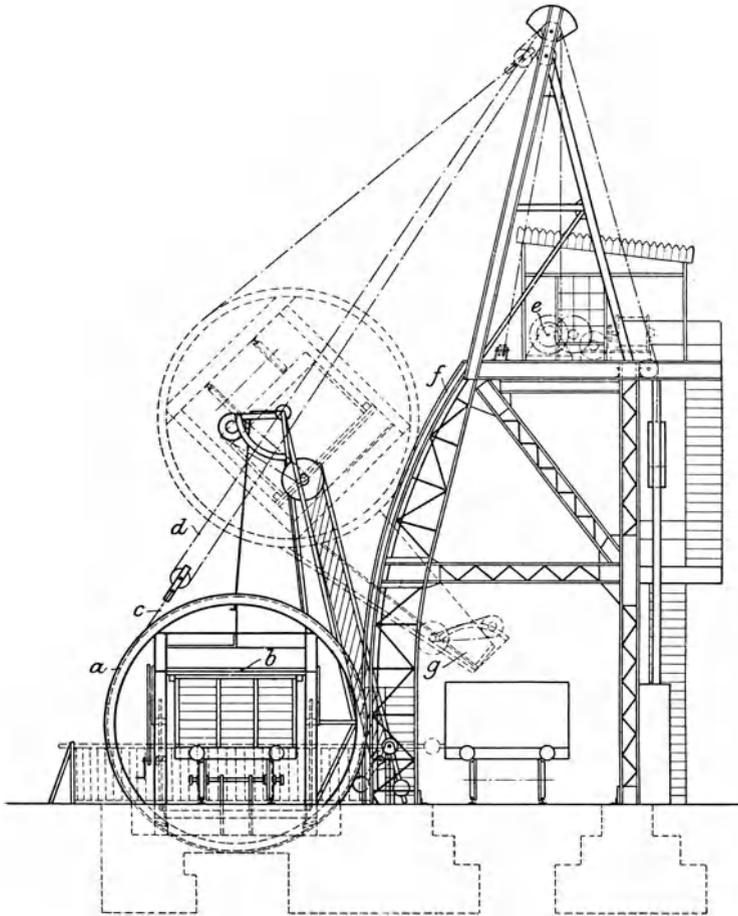


Fig. 107. Seitenkipper mit Kettenantrieb. Maschinenbauanstalt Humboldt.

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 festgemacht, sucht also das Rohr in die punk-

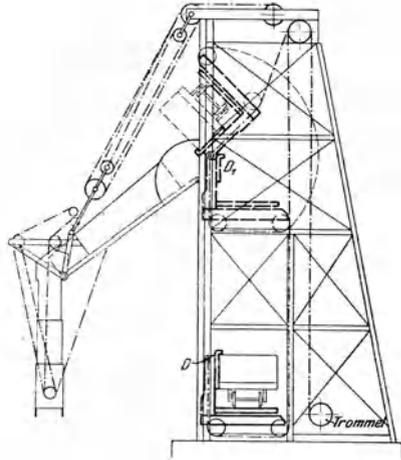


Fig. 108. Amerikanischer Seitenkipper mit veränderlichem Hube.  
Mac Myler Mfg. Co.

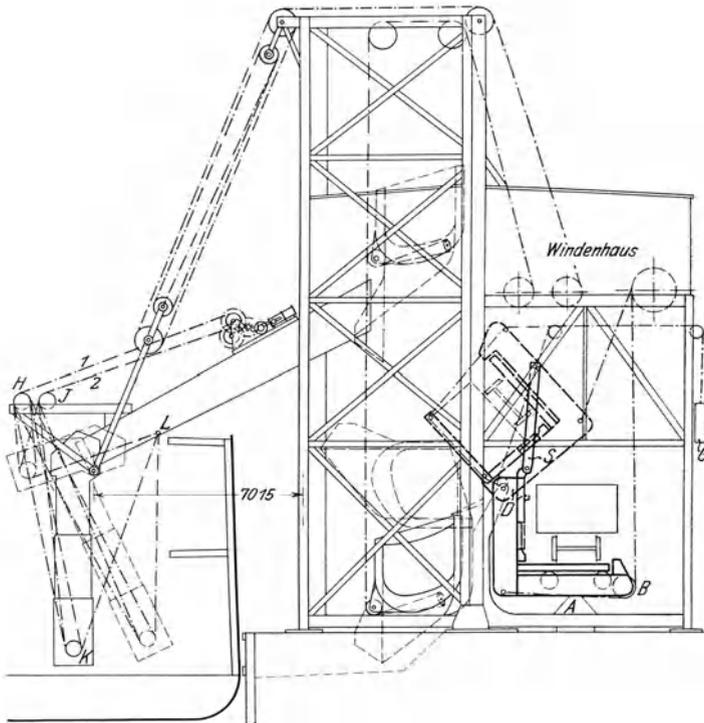


Fig. 109. Amerikanischer Seitenkipper für zerbrechliche Kohle mit besonderer Hebevorrichtung. Mac Myler Mfg. Co.

tiert 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 Auf-



Fig. 110. Amerikanischer Seitenkipper mit festem Hub zum Überladen in kleine Gefäße. Brown.

ziehen 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 ge-

hoben 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. 110). Dabei werden alle Maßnahmen getroffen, um den Übergang der Kohle aus einem Gefäß in das andere sanft und stoßlos zu gestalten. Da die Gefäße durch den 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 den 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 Schwerpunktschwindigkeit 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 Schwerpunktschwindigkeit 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 He-

bung durch Kette der Wirkungsgrad des Triebwerks zu 0,7 geschätzt wird,

$$N = \frac{40\,000 \cdot 0,04}{75 \cdot 0,7} = 30,5 \text{ PS.}$$

Tatsächlich kommt ein Motor von solcher Stärke bei Niveaukippern 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 10 pferdiger 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 Kaikante 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. 87 und 88) 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 45 pferdige Motoren angetrieben, Gegengewichte fehlen.

Die Hubwinde des von Nagel & Kaemp für den Rotterdamer Hafen gelieferten Kippers (Fig. 92), 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 Niveaukipper, da bei der geringen Geschwindigkeit die Beschleunigungsarbeit nicht sehr hoch ist, mit einiger Sicherheit vorausberechnen. Für einen 20 t-Wagen würde unter den obigen Voraussetzungen  $40\,000 \cdot 2,5 = 100\,000$  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

$$1,2 \cdot \frac{100\,000}{0,7 \cdot 0,75 \cdot 367\,000} = \approx 0,6 \text{ KWst.}$$

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

Als Stromverbrauch des MAN-Kippers (Fig. 80 und 81) wird angegeben für einen 10, 15 und 20 t-Wagen beziehungsweise 0,42, 0,53 und 0,65 KWst.

### 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 schmalspurigen, speziell für Massengütertransport bestimmten Förderbahnen, sowie andere besondere Anordnungen Besprechung finden.

##### a) Einzelantrieb.

Als Antriebsmittel kommt Menschenkraft, außerdem Elektrizität in Frage.

Menschenkraft wird in ausgedehntem Maße für Erdförderung verwandt, weil es sich hier oft um geringe Mengen und nur kurze Zeit dauernde Arbeiten handelt und Lade- und Abwurfstelle 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.

Ältere Hochbahnanlagen 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 durch eine einzelne fahrbare Brücke oder andere einfache Anordnungen ersetzt, wodurch jede Art mechanischen Antriebes wesentlich erleichtert wird.

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, 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:

bei gewöhnlichen Lagern . . .	0,015
„ Rollenlagern . . . . .	0,010

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

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{6,8}{1000}, \text{ bzw. } \frac{4,5}{1000}.$$

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 wird hier und da angewandt, und zwar sowohl in der Weise, daß der Wagen von einem Führer begleitet wird, wie auch, daß die Wagen automatisch fahren. Triebwagen mit Führerbegleitung (Fig. 111) pflegt man als „Nutzlastlokomotiven“ zu bezeichnen. Sie können vorteilhaft sein, wenn es sich um kleine Fördermengen handelt, so daß ein Wagen genügt und vielleicht sogar der Führer die Beladung und Entladung an den



Fig. 111. Nutzlastlokomotive von Orenstein & Koppel.

Endstationen mit übernehmen kann. Besonders gut eignen sie sich für Steigungen, weil das Gewicht der Ladung und der Fördergefäße für die Erhöhung der Adhäsion der Treibräder voll zur Wirkung kommt. In solchen Fällen sind Nutzlastlokomotiven auch für größere Leistungen zweckmäßig; das Gestell wird dann, damit der Führer gut ausgenutzt wird, für die Aufnahme einer größeren Anzahl von Förderkästen ausgebaut (Fig. 112). Über die Versuche, vollständig selbsttätigen Betrieb mit automatischer Blockierung, Weichensicherung usw., ebenso wie bei

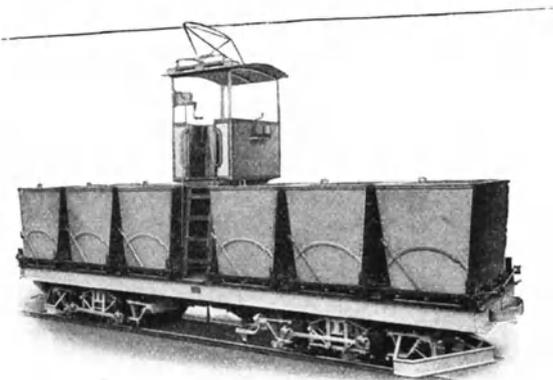


Fig. 112. Nutzlastlokomotive für sechs Förderkästen.

Elektrohängebahnen, auch für zweischienige Bahnen einzuführen, ist bisher noch wenig bekannt geworden, so daß für eine allgemeinere Einführung dieser Fördermethode nicht viel Aussicht besteht. Die Schwierigkeiten sind größer, als bei Hängebahnen, weil hier das Gleis gegen Verschmutzen und sonstige äußere Einflüsse besser geschützt ist.

### 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.

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

Bei Lokomotivförderung kommen als Kraftträger über Tage Dampf, Elektrizität und Benzin, Benzol, Spiritus oder Petroleum, unter Tage Elektrizität, Benzin und Druckluft in Frage, da Lokomotiven mit Kohlefeuerung die Luft in den Gruben zu sehr verschlechtern würden. Auch Heißwasserlokomotiven haben sich hier und da eingeführt.

Am meisten Verbreitung haben für Grubenbetrieb elektrische Lokomotiven mit Fahrdraht gefunden, betrieben durch Gleichstrom, neuerdings auch durch Einphasenwechselstrom.

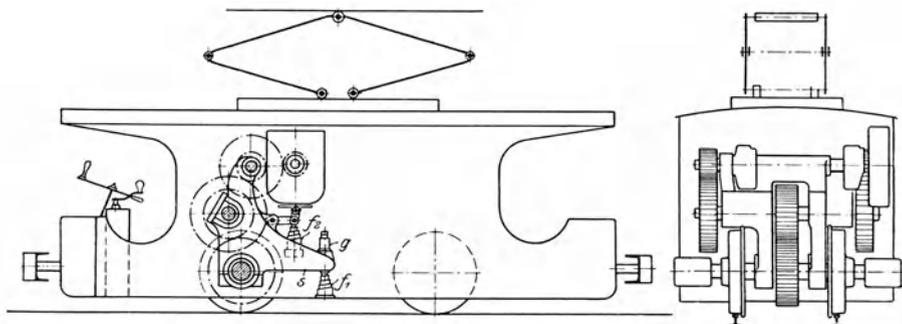


Fig. 113 und 114. Triebwerk bei den Grubenlokomotiven der Benrather Maschinenfabrik.

Fig. 113 und 114 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 Schwinde  $s$  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 Vorlegewelle drehbar gelagert und der Schwinde gegenüber durch eine weitere Feder  $f_2$

<sup>1)</sup> Nach „Entwicklung d. Rhein.-Westfäl. Steinkohlenbergbaues“, Bd. 5, S. 51.

abgestützt. Der Lokomotivrahmen ruht mit Blattfedern auf den Achsbüchsen, so daß sich zwischen Rad und Motor ein System von drei Federn befindet.

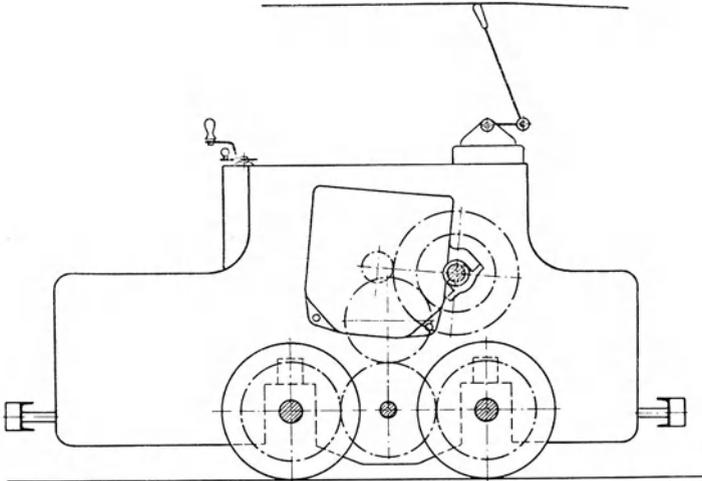


Fig. 115. Elektrische Grubenlokomotive der A. E. G.

Fig. 115 gibt eine Ausführungsform der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft wieder. Der Motor ist auch hier, der ge-

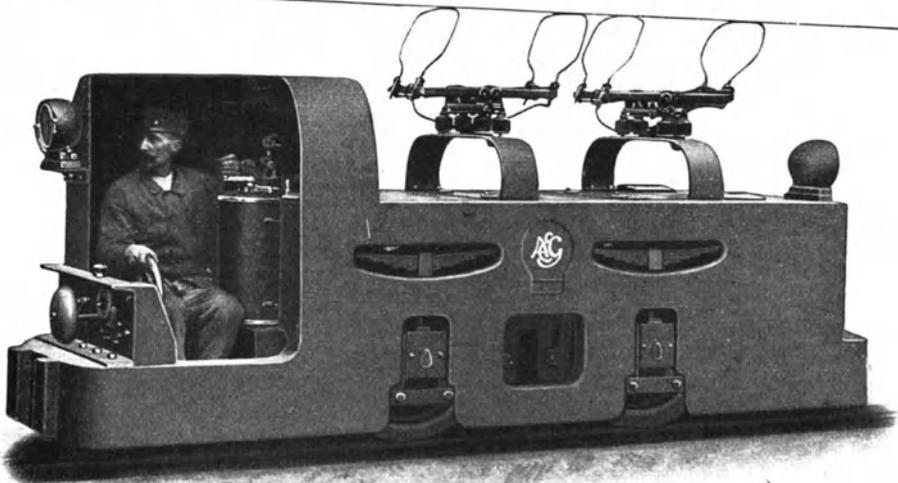


Fig. 116. Elektrische Lokomotive mit Gußrahmen. A. E. G.

ringen zulässigen Baubreite wegen, oberhalb der Räder angeordnet, so daß die Bewegung durch mehrere Zwischenräder übertragen werden muß. Die äußere Form einer modernen Grubenlokomotive zeigt Fig. 116.

Über geschlossene Förderbahnlokomotiven geben die Siemens-Schuckertwerke folgende Liste.

**Tabelle 2.**

Kleinste Spur	Kleinster Laufrad-durchmesser	Spannung	Leistung	Geschwindigkeit <sup>1)</sup>	Zugkraft <sup>1)</sup>	Gewicht	Ungefährer Preis	Ungefähre Lokomotivabmessungen		
								Länge	Breite	Höhe
mm	mm	Volt	PS	km/Std	kg	kg	M	mm	mm	mm
450	600	110	9	8	290	3100	5650	3400	} Spurweite + 750	2750
450	600	110	12	5	575	3500	7550	3400		2750
450	600	220	24	10	575	3500	7550	3400		2750
450	600	500	18	7,5	585	3500	7400	3450		2750
450	600	500	27	11	585	3500	7400	3450	} Spurweite + 800	2750
500	750	220	15,5	7	535	3750	6200	3700		2850
500	750	500	20	12	410	3750	6200	3700		2850
500	750	220	38	10,5	880	5000	8750	3700		2850
500	750	500	40	11,5	820	5000	8750	3700	} Spurweite + 800	2850
700	800	250	70	9,5	1800	7000	10600	3750		2900
700	800	500	64	9	1730	7000	10600	3750		2900

Elektrische Lokomotiven mit Akkumulatorenbetrieb sind sehr vervollkommen worden und führen sich mehr und mehr für Gruben-

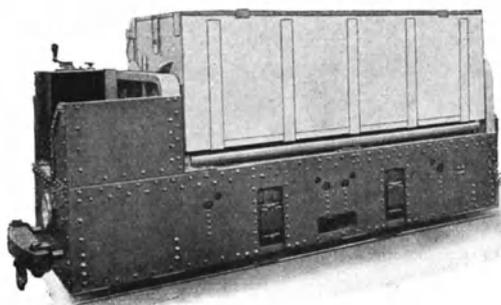


Fig. 116. Lokomotive mit Akkumulatorenbetrieb.  
Orenstein & Koppel.

betriebe ein, in denen wegen der Schlagwettergefahr Oberleitungen nicht zulässig sind, sowie auch in anderen Fällen für Strecken, auf denen der Betrieb so gering ist, daß die Anlage einer Oberleitung sich nicht rentieren würde, oder auf denen sich der Anbringung der Oberleitung Hindernisse in den Weg stellen. Damit die Loko-

motiven gut ausgenutzt werden, ist es erforderlich, daß die Batterien sich rasch auswechseln lassen, da das Laden zu lange dauern würde. Man pflegt deshalb die Batterien auf Rollen zu setzen, so daß sie

<sup>1)</sup> Bei kleinstem Laufreddurchmesser und größter Übersetzung.

herauf- und heruntergeschoben werden können. In Fig. 117 sind diese Rollen deutlich zu erkennen. Auch führerlose Akkumulatoren-

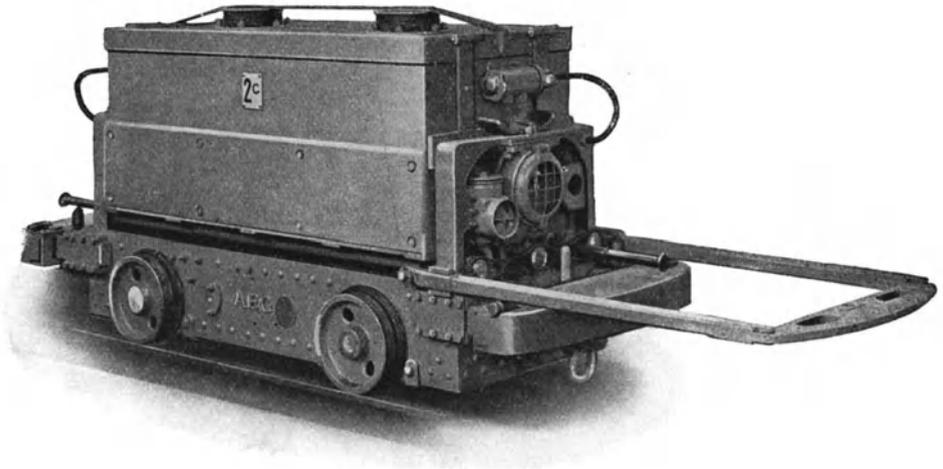


Fig. 118. Führerlose Akkumulatoren-Lokomotive der A. E. G.

Lokomotiven (Fig. 118), ähnlich den unter a) erwähnten automatischen Triebwagen, haben sich vereinzelt im Grubenbetriebe eingeführt. Lokomotiven mit Verbrennungsmotoren für Benzin, Benzol,

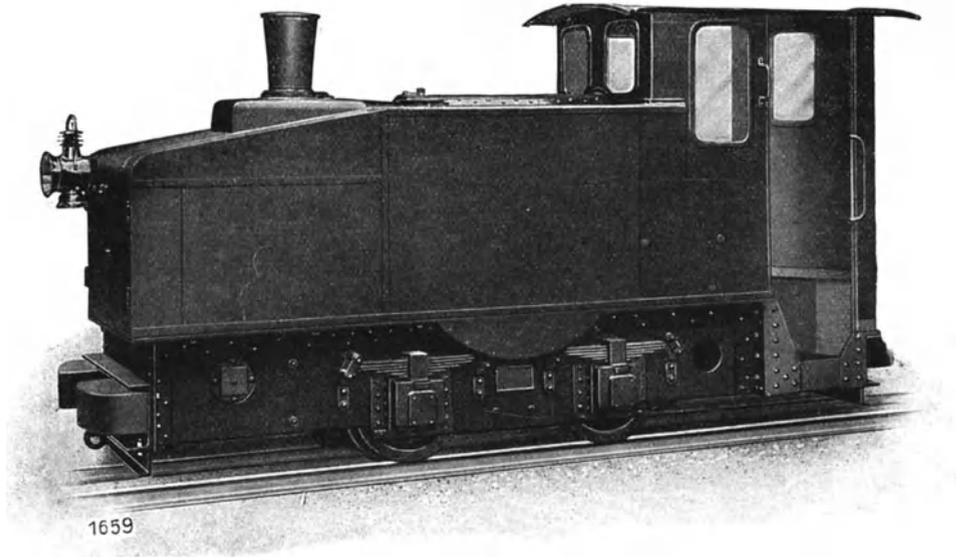


Fig. 119. Motorlokomotive der Gasmotorenfabrik Deutz.

Spiritus, Petroleum u. dergl. werden sowohl über als unter Tage viel benutzt, obwohl sie im letzteren Falle dazu beitragen, die Grubenluft zu verschlechtern. Fig. 119 und 120 geben Darstellungen von

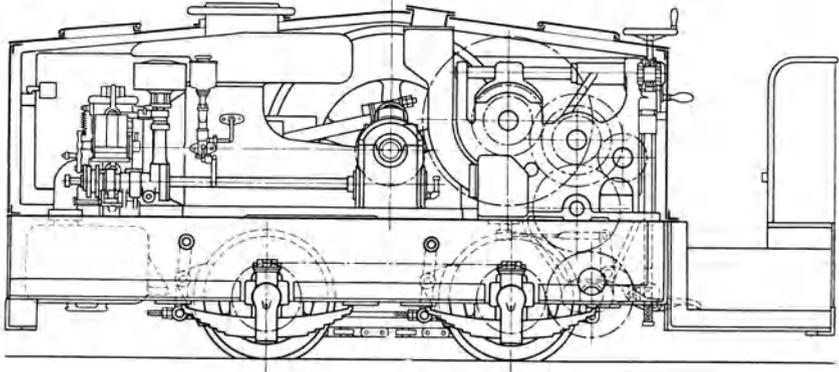


Fig. 120. Universallokomotive der Motorenfabrik Oberursel A.-G.

Motorlokomotiven. Ihr Hauptvorteil ist, daß sie stets betriebsbereit sind, weshalb vielfach eine Motorlokomotive als Reserve bei einer sonst elektrisch betriebenen Bahn beschafft wird für den Fall, daß der Strom einmal ausbleibt.

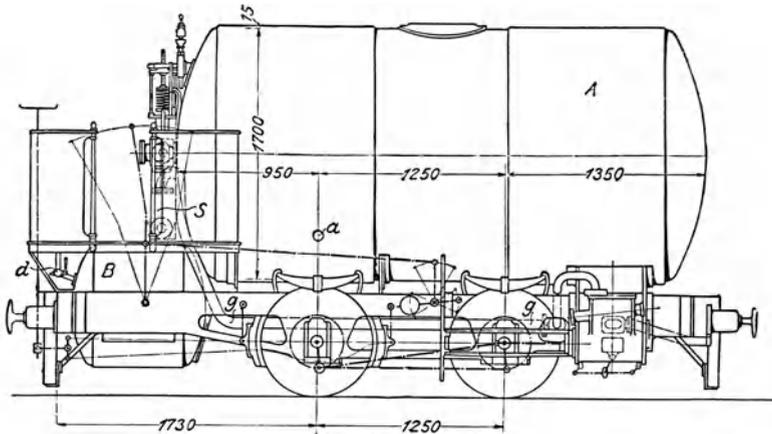


Fig. 121. Druckluftlokomotive der Gotthardbahn.

Lokomotiven mit nur einer Übersetzung werden hauptsächlich im Grubenbetrieb verwendet, außerdem auch für flache Strecken über Tage. Sobald aber erhebliche Steigungen vorliegen oder verlangt wird, daß die Lokomotive auf ebener Strecke größere Geschwindig-

keit entwickelt, wird die Lokomotive so eingerichtet, daß sich verschiedene Übersetzungen einschalten lassen.

**Tabelle 3.**

Gruben- oder Feldbahnlokomotiven der Gasmotorenfabrik  
Deutz

Maschinengröße in Nutz- pferdestärken . . . PS	4—5		6—7		8—10		12—15	
Übersetzungen . . .	1	1	1	1	2	1	2	
Gebräuchliche Förder- geschwindigkeit km/st	5—7,2	5—7,2	5—7,2	4—12	5—7,2	4—12		
Zugkraft auf horizon- taler Strecke . . . kg	180—120	240—155	320—210	420—105	500—330	650—175		
Länge einschließlich Puffereisen . . mm	2500	3000	3000	3300	3500	3500		
Geringste Breite . „	700	750	800	800	870	870		
Geringstmögliche Höhe ohne Dach . . mm	1200	1300	1400	1400	1500	1500		
Geringste Spurweite „	350	400	400	400	450	450		
Dienstgewicht . . . kg	2000	3200	3800	4000	5000	5200		

Maschinengröße in Nutz- pferdestärken . . . PS	16—20		25—30		30—40		40—50	
Übersetzungen . . .	1	2	2	2	2	2		
Gebräuchliche Förder- geschwindigkeit km/st	5—7,2	4—12	4—12	4—12	4—12	4—12		
Zugkraft auf horizon- taler Strecke . . . kg	670—430	870—240	1320—380	1650—450	2250—700			
Länge einschließlich Puffereisen . . mm	3870	3870	4300	4300	—			
Geringste Breite . „	1000	1000	1050	1050	—			
Geringstmögliche Höhe ohne Dach . . . mm	1600	1600	1800	1800	—			
Geringste Spurweite „	450	450	500	500	—			
Dienstgewicht . . . kg	6000	6200	9000	9500	12000			

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. 121.<sup>1)</sup> Wenn

<sup>1)</sup> Z. Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 589. (M. Buhle und G. Schimpff.)

Eisbildung befürchtet wird, so kann man die Luft durch einen Heißwasserbehälter streichen lassen.

Die Berechnung der Hauptdaten einer Lokomotive hat in folgender Weise zu geschehen. Es sei

- $G$  das Gewicht der Lokomotive,
- $Q$  das Gewicht des anzuhängenden Zuges,
- $\mu$  der Koeffizient der gleitenden Reibung zwischen Rad und Schiene,
- $w$  der Widerstandskoeffizient, bezogen auf die Tonne Zuggewicht,
- $s$  die größte Steigung in Vielfachen von 1:1000,

dann muß sein:

$$G \mu \geq (G + Q) \frac{w + s}{1000}, \text{ und daraus:}$$

$$G \geq Q \frac{1000(w + s)}{\mu - (w + s)}$$

Für die Bestimmung der Motorleistung elektrischer Lokomotiven ist die mittlere Steigung  $s_m$  zugrunde zu legen. Wird mit  $Z_m$  die mittlere Zugkraft, mit  $v_m$  die mittlere Geschwindigkeit in m/sek und mit  $\mu$  der Wirkungsgrad des Triebwerkes bezeichnet, so ist:

$$Z_m = (G + Q) \frac{w + s}{1000}$$

und die Leistung

$$N = \frac{Z_m \cdot v_m}{75 \cdot \eta}$$

Entsprechend sind Leistung und Übersetzungen für Motorlokomotiven zu bestimmen.

Für die Berechnung wird zur Vorsicht gewöhnlich eingesetzt  $\mu = \frac{1}{7}$ , obwohl der Wert bei trockenen Gleisen auf  $\frac{1}{5}$  und mehr steigen kann. Der Widerstandskoeffizient  $w$  schwankt in weiten Grenzen; er hängt von der Sorgfalt ab, mit der das Gleis verlegt und unterhalten wird, außerdem von der Spurweite der Bahn.

Bei Spurweiten unter 1000 mm kann man etwa rechnen für gut verlegte, saubere Gleise  $w = 10 - 15$ , für minder gute Gleise  $w = 15 - 25$  kg/t.

Bei Berechnung der Kosten für den Kraftverbrauch von Motorlokomotiven kann nach Angabe der Gasmotorenfabrik Deutz für Dauerleistung gesetzt werden:

bei Benzin oder Schwerbenzin etwa	0,3 kg/PSst
„ Benzol „ Rohbenzol	„ 0,25 „
„ Spiritus „ Petroleum	„ 0,38 „

Aus einer von obiger Firma gegebenen Liste ausgeführter Anlagen von Bergwerksbetrieben geht hervor, daß der Brennstoffverbrauch für 1 Nutz-tkm zwischen 0,07 und 0,09 kg schwankte und nur in einem Falle auf 0,05 kg herunterging. Die Steigungen — für die leeren Züge — schwankten zwischen 1 : 1000 und 1 : 200.

Bezüglich Förderkosten und Förderleistungen bei Lokomotivbetrieb lassen sich schwer Durchschnittszahlen angeben. Beispiele für die Berechnung enthält mein Buch: Billig Verladen und Transportieren, VI. Kapitel.

### c) Schwerkraftbahnen.

Wiederholt ist 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 über eine kurze schiefe Ebene, die in den geschlossenen Ringlauf an beliebiger Stelle eingeschaltet ist, durch ein in ständiger Bewegung befindliches Seil hinaufgezogen oder durch einen Aufzug gehoben werden. Dauernden Erfolg können derartige Einrichtungen nur haben, wenn der Wagen und die Fahrbahn gut gewartet werden, so daß die Reibungsverhältnisse sich nicht ändern, und wenn keine äußeren Einflüsse den Betrieb der Bahn beeinträchtigen. Beispielsweise können die Wagen durch Wind aufgehalten werden. Für größere, wichtige Transporte kommt daher dieses System nicht in Frage, sondern vorzugsweise für kleine Transporte im Innern von Gebäuden. Allgemeinere Bedeutung hat es nicht erlangt, sondern wird nur in Sonderfällen unter günstigen Umständen ausgeführt.

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 Treibmittel 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.

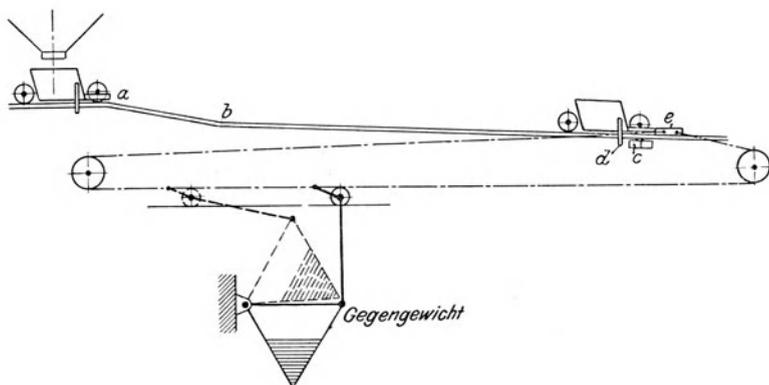


Fig. 122. Huntsche automatische Bahn.

Nach der schematischen Skizze Fig. 122 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 Verschlusshebel *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 schnellt 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 Gegen-

Verlag von Julius Springer in Berlin

---

Soeben erschien:

# Die Drahtseilbahnen

Ihr Aufbau und ihre Verwendung

Von

**Dipl.-Ing. P. Stephan**

Regierungs - Baumeister

**Zweite, umgearbeitete Auflage**

Mit 286 Textfiguren

In Leinwand gebunden Preis M. 9.—

Unter dem Titel „Die Drahtseilbahnen“ erschien jetzt die zweite Auflage des Werkes von Stephan, das sich schon in seiner ersten Auflage einer günstigen Aufnahme in der beteiligten Industrie erfreuen konnte. Es ist kein Zweifel, daß die zweite Auflage gegenüber der älteren ganz bedeutend gewonnen hat, denn in ihr ist endlich das Werk geschaffen, das die Praxis braucht, um sich über

## Stephan, Die Drahtseilbahnen, Zweite Auflage

die Verwendbarkeit der Drahtseilbahnen zu unterrichten.

Es ist zu begrüßen, daß Stephan in der neuen Auflage die konstruktiven Unterlagen so weit beschränkt, daß der Leser eine klare und leicht verständliche Einführung in das Wesen der Drahtseilbahn und der Hängebahnen findet und nur über die Konstruktionselemente eingehender aufgeklärt wird, auf die es im Betriebe einer guten Drahtseilbahn in erster Linie ankommt.

Diese Entwicklungen sind zum Teil in der Einleitung zusammengefaßt worden, in der gleichzeitig ein kurzes Bild vom geschichtlichen Werden der Drahtseilbahn gegeben ist. Dann wendet sich Stephan sofort dem Hauptteil seines Werkes zu, nämlich den Beispielen aus der Anwendung der Drahtseilbahnen; er beschreibt die großen Gebirgsbahnen zum Aufschluß von Gebirgen, Hochebenen und abgelegenen Grubengebieten, die Bahnen zur Verbindung der Gewinnungsstelle mit der Eisenbahn, dem Wasserweg oder dem Werk in der Ebene, die Anwendung der Drahtseilbahnen, Elektrohängebahnen und Kabelkrane in der Berg- und Hüttenindustrie, in Elektrizitätswerken und Gasanstalten, ihre Verwendung zur Beladung und Entladung von Schiffen, den Einbau von Hängebahnen für Innentransporte in Kaliwerken, Papierfabriken, Zuckerfabriken und dergleichen mehr, und behandelt auch die Kabelkrane und die Elektrohängebahnen. So ist jedermann in der Lage,

wenn die Frage an ihn herantritt, was für ein Transportmittel unter den vielen vorhandenen Systemen in dem ihm vorliegenden Falle am zweckmäßigsten ist, sich über die Schwebbahnen und ihre vielseitige Verwendbarkeit eine erschöpfende Auskunft zu holen.

Im dritten Abschnitt des Werkes fügt es sich ganz von selbst, daß die Konstruktionseinzelheiten, soweit sie für den Betrieb einer Drahtseilbahn in Frage kommen, also Seile, Linienführung, Stützen und Spannvorrichtungen, End- und Zwischenstationen, Weichen und Kreuzungen, Schutzbrücken und Schutznetze berücksichtigt werden, wobei, wie schon gesagt, in der Hauptsache die Punkte hervorgehoben sind, die der Besitzer einer Drahtseilbahn beachten muß, um seine Transportanlage ständig in gutem Zustande zu erhalten, um aus ihr stets den größten Nutzen zu ziehen.

Der vierte Abschnitt des Buches behandelt die Anlage- und Betriebskosten und zeigt die Gesetze und Bestimmungen, die bei der Anlage und dem Betrieb von Drahtseilbahnen zu berücksichtigen sind.

Ebenso liegt im Interesse der Transportanlagen benutzenden Industrie der fünfte Abschnitt, der die örtliche Ausführung der Drahtseilbahnen und den Betrieb behandelt und hierbei alles das aufführt, was bei der Montage und der Inbetriebsetzung der Drahtseilbahnen zu beachten ist. Hier finden sich die eingehendsten Angaben

## **Stephan, Die Drahtseilbahnen, Zweite Auflage**

---

über die Instruktion des Bedienungspersonals, über die Behandlung der Apparate, über die Abschmierung der Wagen und dergleichen mehr.

Das mit einer großen Zahl anschaulicher Bilder und Zeichnungen ausgestattete Stephan'sche Buch ist im besten Sinne ein Buch für den Praktiker, der die Frage des billigsten Transportes, häufig genug eine Lebensfrage weiter Industriekreise, bei seinen Berechnungen zu berücksichtigen hat. Dem Buch ist weiteste Verbreitung in der gesamten Industrie zu wünschen.

---

## **Die Förderung von Massengütern**

Von

**Georg von Hanffstengel**

Dipl.-Ing., Privatdozent an der Königl. Techn. Hochschule zu Berlin

**I. Band:** Bau und Berechnung der stetig arbeitenden Förderer. Zweite, vermehrte Auflage. Mit 488 Textfiguren.

In Leinwand gebunden Preis M. 9.—

**II. Band:** Förderer für Einzellasten. Mit 445 Textfiguren. Preis M. 8.—, in Leinwand gebunden M. 8.80

---

**Verlag von Julius Springer in Berlin**

gewicht, das aus einem dreieckigen hölzernen Kasten mit geeigneter Füllung besteht, nach Fig. 122 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 erfahrungsgemäß 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 können nicht nur feststehend angeordnet, sondern auch auf fahrbaren Brücken angebracht werden, so daß sie sich zur Beschüttung von Lagerplätzen eignen. Das System ist früher häufig ausgeführt worden (in Deutschland durch die Firma Pohlig), jetzt aber durch elektrische Bahnen und die modernen Hochbahnkrane verdrängt worden.

## 4. Kapitel.

### Zweischienige Bahnen mit Zugmittelantrieb.

Die Wagen laufen einzeln oder in Zügen auf einem schmalspurigen Gleis 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. Die Regel bilden für Streckenförderungen unter Tage die einfachen kastenförmigen Grubenwagen, die durch Kreiselpopper entleert werden, indessen kommen auch andere Typen vor, z. B. Selbstentlader mit Seitenklappen, die in dem durch Fig. 123 veranschaulichten Fall von den Abbaustellen bis zu dem Füllrumpf vor dem Stollenmundloch oder bis zum Hüttenwerk ohne Umladung des Erzes durchgeführt werden.

Als Zugmittel kommt vorwiegend Drahtseil, daneben Kette in Betracht. Je nachdem, ob das Zugmittel sich oberhalb der Wagen

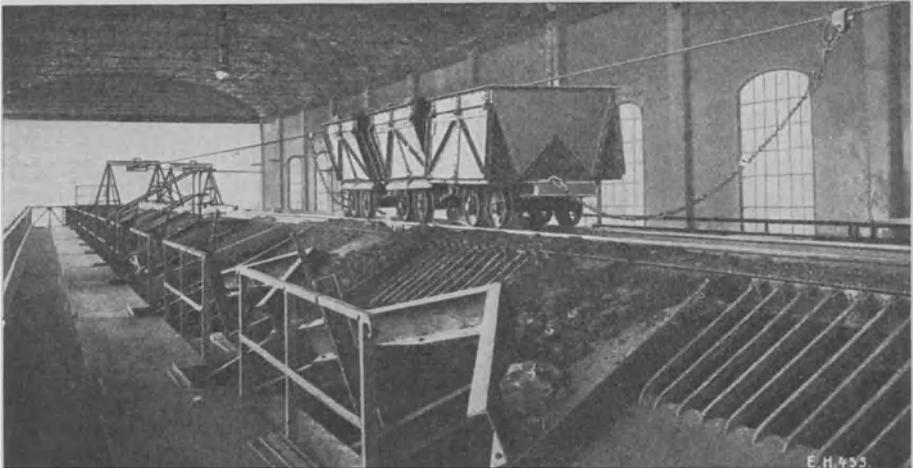


Fig. 123. Oberseilförderung mit Keilschloß von Heckel. Selbstentladewagen bei der Entleerung über dem Bunker.

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. 123 und 124).

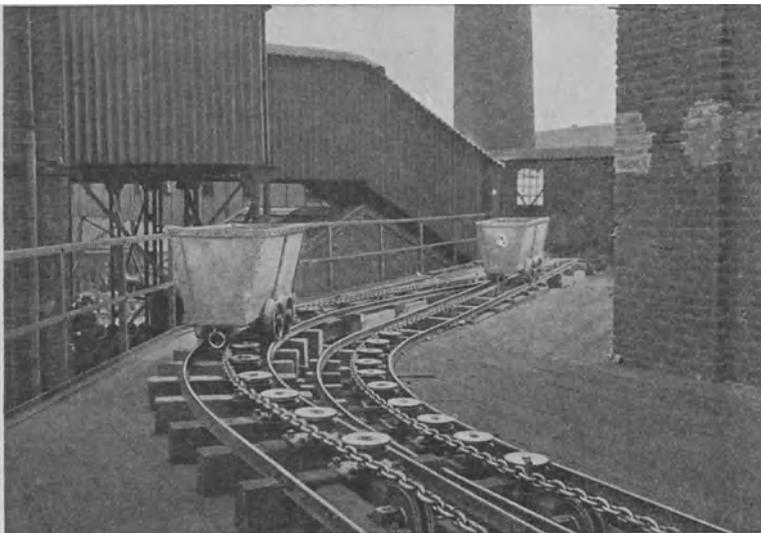


Fig. 124. Kurve einer Unterkettenförderung von Hasenclever.

## a) Gesamtanordnung.

Zu unterscheiden ist zwischen Pendel- und Ringbetrieb.

Im ersten Falle sind meist zwei Trommeln vorhanden (Fig. 125). 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 Trommel *I* Seil ausgibt. Man bezeichnet die Anordnung als Förderung mit Seil- und Gegenseil.

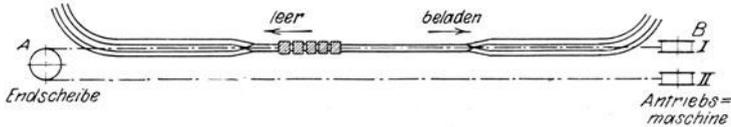


Fig. 125. Förderung mit Seil und Gegenseil.

Wird Trommel *II* nach *A* gesetzt, so fällt die Umföhrungs-scheibe 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.

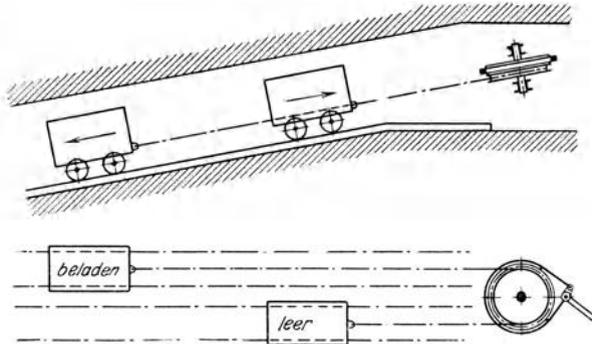


Fig. 126. Bremsbergförderung.

Bei Förderung in genügend starkem und gleichmäßigem Gefälle 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. 126). Falls die Neigung mehr als etwa  $30^{\circ}$  beträgt, wird der Wagen auf ein Untergestell gesetzt (Fig. 127).

Die Anordnung bei Ringbetrieb wird schematisch durch Fig. 128 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 Wagerechten und in Steigungen die gleiche und läßt auch selbsttätigen Betrieb als Bremsbahn zu. Fig. 129 bis 131 zeigen, in welcher Weise die Stationen einer solchen Seilbahn angeordnet werden können.<sup>1)</sup> Ganz links befindet sich die Endstation mit der Seilspannung, wo die leeren Wagen vom Seile gelöst und die vollen Wagen, die aus der

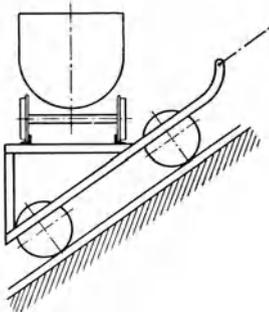


Fig. 127. Untergestell für steile Strecken.

geradlinig weiterführenden Strecke kommen, an das Seil angeschlagen werden. In einiger Entfernung mündet — in der Fahr- richtung der vollen Wagen gesehen, von rechts — eine Nebenstrecke ein; die leeren Wagen werden hier nach Bedarf ab- geschlagen und auf das Seitengleis geführt. An der Stelle, wo die Seilbahn eine Krüm- mung macht, befindet sich sodann eine Ausschlagstelle für die Wagen des Eisen- hütten-Aktien-Vereins Düdelingen, die aus einer 1000 m langen, an den verschiedenen Abbaustellen vorbeiführenden Förderstrecke der Seilbahn zugweise durch Benzinloko- motiven zugeführt werden. Die leeren Wagen, die mit der Seil- bahn weiter befördert werden sollen, und ebenso die vollen Wagen, die mit der Seilbahn von der Endstelle ankommen, bleiben am Seil; die anderen Wagen werden abgeschlagen und zu einem Zuge zu- sammengestellt, welchen die Lokomotive, die den beladenen Zug herangebracht hat, abholt und nach einer der Abbaustrecken schafft. Die Förderung ist 1300 m lang und schließt an eine etwa 2700 m lange Bahn über Tage an.

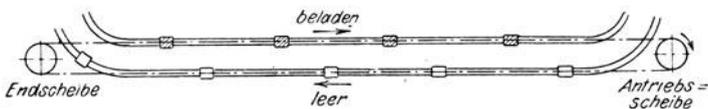


Fig. 128. Förderung mit geschlossenem Seil.

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

<sup>1)</sup> Nach Tillmann, Massenförderungen im lothringisch-luxemburgischen Minettegebiet Z. 1910, S. 425. — Beachtenswert ist bei dieser Anlage, zu der auch Fig. 123 gehört, daß die Wagen in der Regel zu dreien gekuppelt und vorn und hinten an das Förderseil angeschlossen werden, so daß sie im Gefälle nicht voreilen können.

Scharfe Ablenkungen innerhalb der senkrechten Ebene sind möglichst zu vermeiden.

### b) Der Antrieb.

Das Zugseil kann bei geringer Antriebsleistung durch eine einfache 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 Achse der Trommel zu vermeiden, löst man diese nach Fig. 132 in Antriebs- und Gegen-trommel 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. Die Rillen werden mit Leder oder hartem Holz ausgefüllt.

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

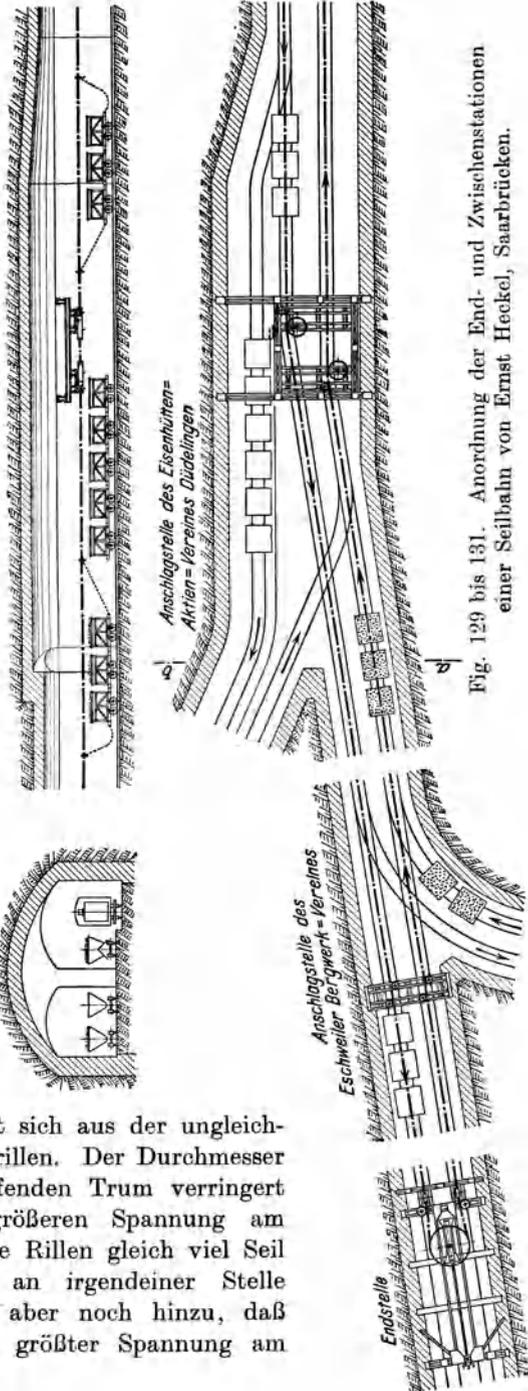


Fig. 129 bis 131. Anordnung der End- und Zwischenstationen einer Seilbahn von Ernst Heckel, Saarbrücken.

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 Antriebs-trommel kann man dadurch etwas entgegenwirken, daß man den Durchmesser der ersten Rillen von vornherein größer macht. Ferner ist vorgeschlagen worden, für jede Umschlingung

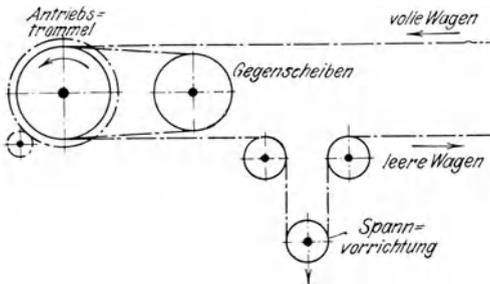


Fig. 132. Schema eines Antriebes.

einen besonderen, auf dem eigentlichen Radkörper gleitenden Ring anzuordnen, dessen Reibung am Radkörper für die Übertragung der Antriebskraft genügt, während bei Zwangsspannungen im Seil ein Gleiten des Ringes eintritt. Beachtung verdient der von der Firma Bleichert bei Drahtseilbahnen gemachte Versuch, die stärker beanspruchten Rollen mit härteren Stoffen auszufüttern.

Fig. 132 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. 132 angedeutete Spannvorrichtung, die entweder durch ein Handrad mit Schraubenspindel oder besser durch ein Gewicht betätigt wird.

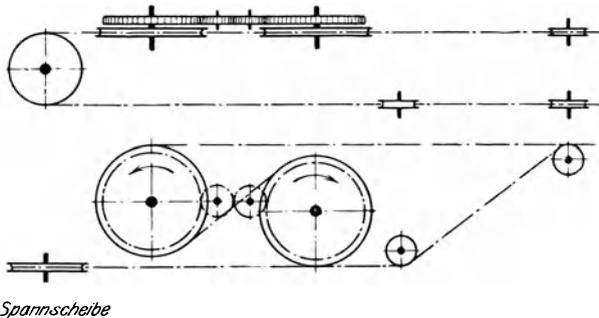


Fig. 133. Doppelantrieb nach Heckel.

Die Firma Heckel baut ihre Seilbahnantriebe nach Fig. 133 mit zwei einrilligen Scheiben großen Durchmessers — bis zu 7 m —, die beide durch Zahnradvorgelege angetrieben werden.

In England und Amerika sind häufiger als in Deutschland Klemmbackscheiben angewandt worden (Fig. 134)<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.

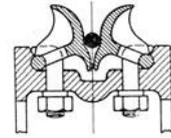


Fig. 134. Klemmscheibe für Seilbahntriebe.

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 indessen

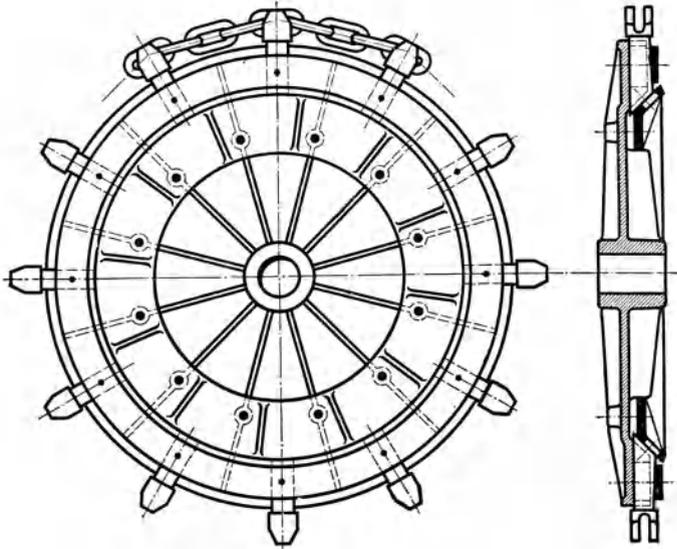


Fig. 135 und 136. Kettengreiferscheibe von Heckel.

wegen des Längens der Kette häufiger Erneuerung. Besser sind daher Räder mit einzeln eingesetzten, in radialer Richtung nachstellbaren Greifern. Bei der Scheibe von Heckel (Fig. 135 und 136)<sup>2)</sup> 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 Ge-

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

<sup>2)</sup> Nach Buhle, Die Verladeanlage der Radzionkaugrube in Oberschlesien. Z. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 748.

winde und stellt sie einzeln nach. Wie Fig. 137 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  $s$  fest gegeneinander gezogen werden können und so die Schäfte in den Buchsen festzuklemmen oder zu lockern gestatten<sup>1)</sup>.

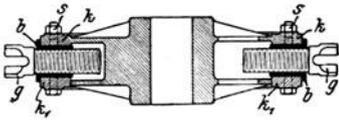


Fig. 137. Kettengreiferscheibe von Hasenclever.

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 bei nicht

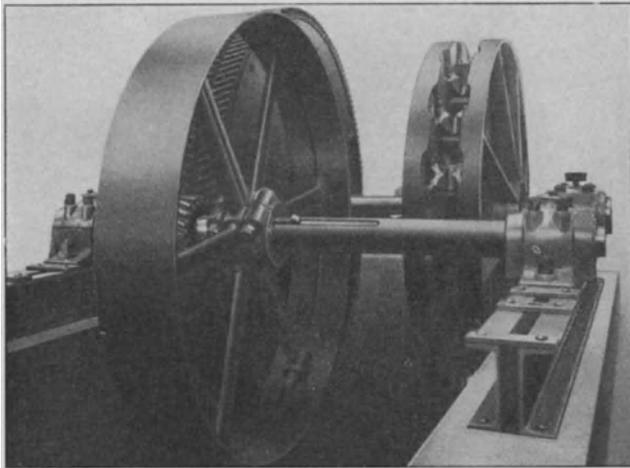


Fig. 138. Antrieb einer Kettenförderung mit Hinterschweiger-Bleichertscher Greiferscheibe.

sehr stabiler Ausführung die herausstehenden Greifer mit der Zeit locker werden können, und daß bei der Erneuerung einzelner Kettenstücke die neue Kette nicht richtig auf den Rädern arbeitet. Ersteren Übelstand vermeidet eine Bleichertsche Konstruktion (Fig. 138), bei welcher der Greifer selbst im Radkörper geführt wird, so daß der Gewindeschaf nur die radialen Kräfte aufzunehmen hat.

<sup>1)</sup> D.R.P. 172234 (vgl. Z. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1847).

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:

$$\sigma_b = 800\,000 \frac{\delta}{D}.$$

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.**

Auszug aus der Liste über Streckenförderseile von Felten & Guilleaume.

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/mm) angenähert	Berechnete Bruch- festigkeit für $K_z = 12\,000$	Seil- durchmesser $d$ (m/m)	Gewicht $q_s$ (kg/m) angenähert	Berechnete Bruch- festigkeit für $K_z = 12\,000$	Seil- durchmesser $d$ (m/m)	Gewicht $q_s$ (kg/m) angenähert	Berechnete Bruch- festigkeit für $K_z = 12\,000$
1,0	7,5	0,22	2 650	8	0,24	3 200	9	0,31	3 980
1,2	9	0,30	3 800	9,5	0,35	4 750	11	0,45	5 700
1,4	10	0,43	5 170	11	0,48	6 470	13	0,62	7 760
1,6	12	0,56	6 750	13	0,63	8 440	15	0,80	10 130
1,8	13	0,70	8 530	14,5	0,80	10 670	17	1,02	12 800
2,0	15	0,87	10 550	16	0,97	13 200	18	1,25	15 820

Anmerkung: Die Seile werden aus Gußstahldraht von  $K_z = 12\,000$  und  $14\,000$  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 (Fig. 139) gestattet dies ohne weiteres. Falls nicht, wie es bei wage-rechter Bahn häufig der Fall ist, das Gewicht der

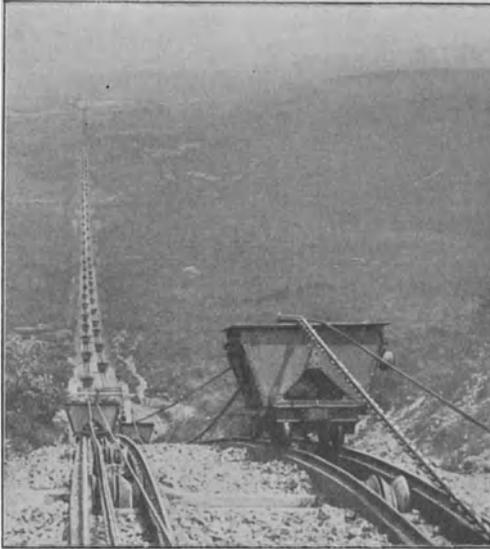


Fig. 139. Seilförderung mit oben liegender Kette. Heckel.

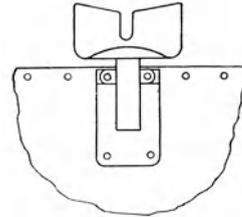


Fig. 140. Kettenmitnehmer nach Hasenlever.

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. 140).

Unterliegende Kette (Fig. 124) erhält Nasen, die sich gegen die Wagenachsen legen. Damit die Nasen nicht unter die Achsen fassen

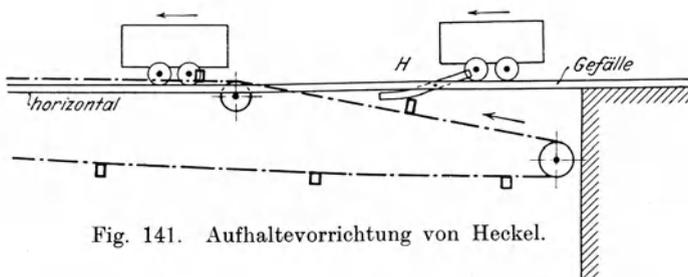


Fig. 141. Aufhaltevorrichtung von Heckel.

und die Wagen zum Entgleisen bringen können, wendet Heckel die in Fig. 141 skizzierte Vorrichtung an.<sup>1)</sup> Der Wagen wird durch den doppelarmigen Hebel *H* auf der schiefen Ebene so lange auf-

<sup>1)</sup> D.R.P. 150 260.

gehalten, bis die herankommende Nase das Hindernis aus dem Wege schlägt, so daß der Wagen gerade zur richtigen Zeit einläuft.

Schwieriger ist die Befestigung am Seil. Das älteste Verfahren besteht darin, daß in regelmäßigen Zwischenräumen, entsprechend dem gewünschten Wagenabstände, am Seile Verdickungen, sog. Knoten, angebracht werden, die hinter die Mitnehmergabeln des Wagens fassen

(Fig. 142). Man stellt die Knoten aus Hanf oder Metall her oder kombiniert beide Materialien. Die Hanfknoten haben geringe 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

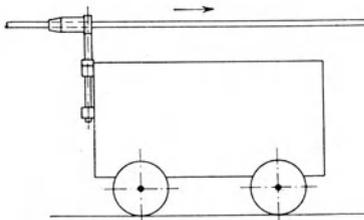


Fig. 142. Förderung mit Knotenseil.

starrten 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.



Fig. 143. Kettenseil von Heckel, Patent Glinz.

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. 143). In passenden Abständen sind 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 werden jedoch glatte Seile benutzt. Die Verbindung kann hier nur durch Reibungsschluß gesehen.

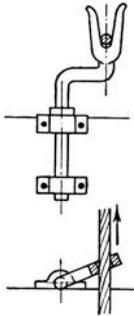


Fig. 144. Mitnehmergabel.

Der einfachste und verbreitetste Mitnehmer ist die gekröpfte Gabel, in die das Seil von oben eingelegt wird (Fig. 144). 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% wirken die Gabeln sicher und greifen 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 selbsttätig, und zwar 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 ausgeschlissenen Gabeln klemmt sich das Seil leicht fest und zieht die Gabel heraus oder bringt den Wagen zur Entgleisung.

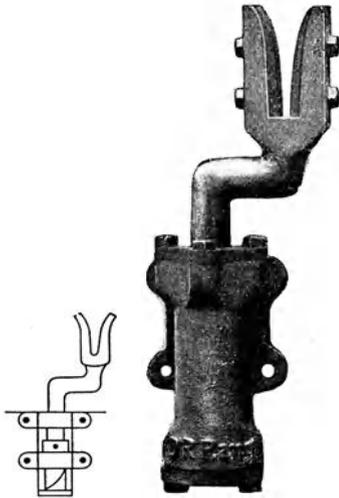


Fig. 145 und 146.

Mitnehmergabel von Heckel mit Selbstanstellung.

Heckel stellt Gabeln nach Fig. 145 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. 146).

Die Gabeln gestatten auch selbsttätiges Kuppeln der Wagen mit dem Seil mit Hilfe besonderer Anschlagapparate. Fig. 147 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 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 zurückgeschwungen wird.

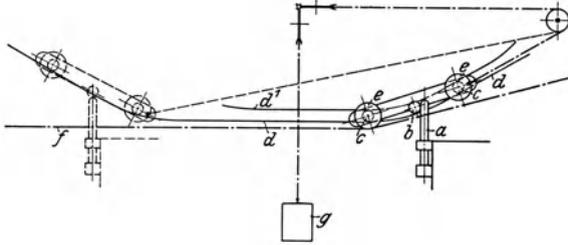


Fig. 147. Schema des selbsttätigen Anschlagapparates von Heckel.

Für Steigungen über 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> werden Seilschlösser verwandt, bei denen der Wagenwiderstand, durch Keile oder Hebel übersetzt, den Klemmdruck hervorbringt. Diese Schlösser sind von Hand an- und abzuschlagen, indem der Keil durch einen leichten Schlag herein- oder herausgetrieben wird, und stehen mit dem Wagen durch eine ungefähr 4 m lange Kette in Verbindung. Das Seil wird bei dieser Betriebsart mehr geschont als bei Gabelförderung. Gut bewährt hat sich das Seilschloß Fig. 148, bei dem die Nuß durch den Wagenwiderstand über den Keil gezogen wird.

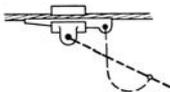


Fig. 148.  
Einfaches Seilschloß.

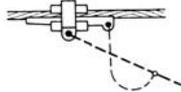


Fig. 149.  
Heckelsches Seilschloß  
mit Ring.



Fig. 150.  
Hebelschloß nach  
Heckel.

Um den Drall des Zugseiles, der die Kuppelkette um das Seil zu wickeln sucht, unschädlich zu machen, befestigt Heckel die Kette nicht direkt an der Nuß, sondern an einem sie umschließenden, lose drehbaren Ringe (Fig. 149).

Ein Hebelschloß ist in Fig. 150 skizziert. Da die Auflagefläche

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

sehr gering ist, so wird zweckmäßig zwischen die Druckfläche des Hebels und das Seil ein loses Zwischenstück eingelegt. Dieses kann als vom Hebel eingeschobener Keil ausgeführt werden, wodurch diese Kupplung für große Kräfte geeignet wird.

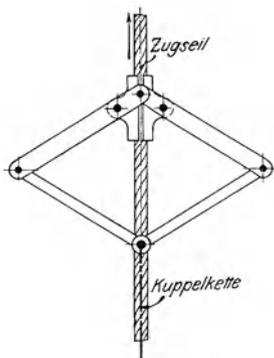


Fig. 151. Klemmapparat für Unterseil von Hasenclever.

Hebelschlösser lassen sich auch in Form von Zangen ausführen.

Für Unterseil verwendet Hasenclever den in Fig. 151 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 brauchbaren Mitnehmerkettchen (Fig. 152), die mehrmals um das Seil geschlungen werden. Die Anordnung hat sich in den letzten Jahren an vielen Stellen eingeführt.

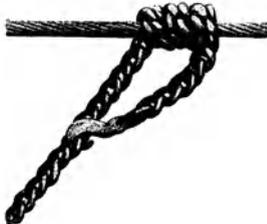


Fig. 152. Mitnehmerkettchen. Heckel.

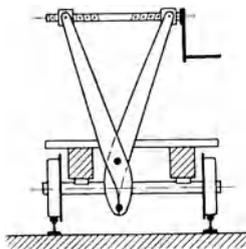


Fig. 153. Greifwagen für Unterseil.

Große Kräfte lassen sich 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. 153).

#### d) Die Führung des Zugmittels.

Liegt das Zugmittel unterhalb des Wagenkastens, so sind auf der Strecke in nicht zu großen Abständen Rollen anzubringen, die das Schleifen auf dem Erdboden verhindern. Gute Konstruktion der

Lager, Abdichtung gegen Staub und Versorgung mit reichlichem Schmiervorrat ist nötig, damit die Rollen nicht stehen bleiben und das Seil darüber weg schleift. Es empfiehlt sich, beide Lager auf einer eisernen Schiene oder einem Gußeisenrahmen zu montieren (Fig. 154).

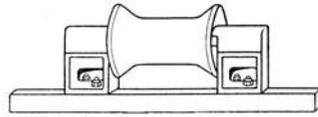


Fig. 154.

Streckenrolle von Heckel.

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 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 ermöglicht.

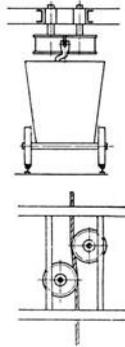
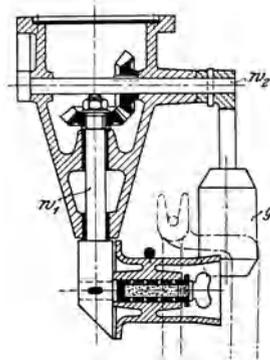
Fig. 155 und 156.  
Tragrollen für Oberseil nach Heckel.

Fig. 157.

Tragrolle nach Grimberg.

Ein sehr einfaches Mittel ist das, nach Fig. 155

und 156 zwei Rollen mit senkrechten Achsen so hintereinander zu setzen, daß sich das Seil mit Druck gegen beide legt und sie dadurch zwingt, sich zu drehen. Abfallen des Seiles wird durch den vorspringenden Scheibenrand verhindert.

Grimberg benutzt nach Fig. 157 eine Tragrolle mit wagerechter Achse, die an der senkrechten Welle  $w_1$  befestigt ist und daher dem ankommenden Mitnehmer seitlich ausweicht. Gleichzeitig dreht sich die durch Kegelräder mit  $w_1$  verbundene Welle  $w_2$ , so daß auch das Gegengewicht  $g$  ausschwingt und das ganze Profil frei wird. Nach Vorübergang des Mitnehmers führt das Gewicht alle Teile in die Anfangsstellung zurück.

Heckel führt eine ähnliche Tragrolle aus, läßt aber die Rolle bei der Drehung sich an einem Gewindengang 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. 158).

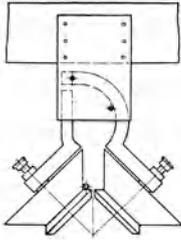


Fig. 158.  
Schräg gelagerte  
Tragrollen.

Außerdem sind Tragrollen nach Fig. 159 und 160 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 weitergedreht wird.<sup>1)</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 wieder 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>2)</sup>

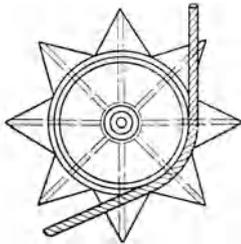
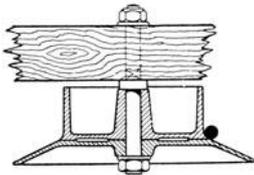


Fig. 159 u. 160. Sternrolle,  
Patent Dinnendahl.

In engeren Krümmungen sind Kurvenrollen nach Fig. 161 anzuwenden, die gewöhnlich 500 mm Durchmesser erhalten und so nahe aneinandergesetzt werden, daß der

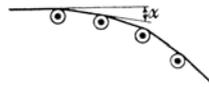


Fig. 161. Kurvenführung.

Ablenkungswinkel  $\alpha$  nicht mehr als 10 bis 12<sup>0</sup> beträgt. Andernfalls leidet das Seil. Vergrößerung des Rollendurchmessers hat geringere

<sup>1)</sup> Nach „Entwicklung des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenbergbaues“, Bd. V, S. 95.

<sup>2)</sup> Vgl. Braun, Seilförderung, S. 124.

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:

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

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  $E = 2\,200\,000$  eingesetzt, so folgt:

$$\sigma_b = 1440 \sin \frac{\alpha}{2} \sqrt{\sigma_z}.$$

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.

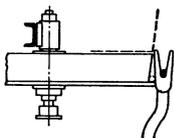


Fig. 162. Konische Kurvenrolle.

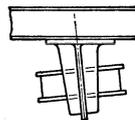


Fig. 163. Zylindrische Kurvenrolle mit schräger Achse. Hasenclever.

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. 162 punktiert angedeutet. Hasenclever verwendet zylindrische Rollen und setzt dieselben etwas schräg. Diese Rollen können, wenn der untere Teil verschlissen ist, umgedreht werden (Fig. 163).

<sup>1)</sup> Vgl. Kapitel 5 und Z. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 652.

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  $\square$ -Eisenführungen (Fig. 164).

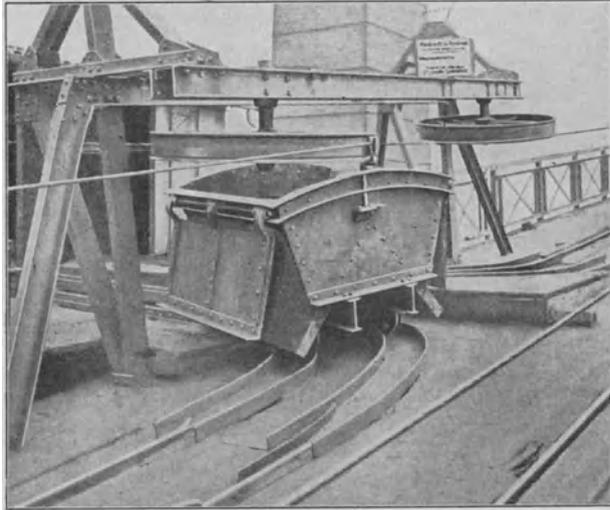


Fig. 164. Kurvendurchfahrt mit einer einzigen großen Seilscheibe auf einer Heckelschen Bahn.

Bei Kettenförderung können Kurven gleichfalls auf eine der beschriebenen Arten ohne Lösung der Wagen durchfahren werden (Fig. 124), 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 können jedoch Störungen eintreten, weshalb es sich unter Umständen 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  $2a$  die Entfernung der Stützpunkte, so ist der Durchhang:  $f = \frac{q_s \cdot a^2}{2 \cdot S}$ .

Für einen Bruchpunkt gilt nach Fig. 165 mit  $a$  als Wagenabstand:

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

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.

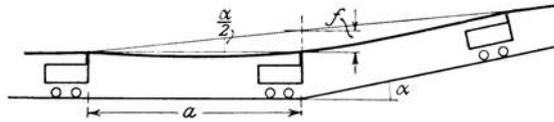


Fig. 165. Bestimmung der zulässigen Wagenentfernung bei Bruchpunkten.

Falls sich nicht genügende Sicherheit gegen Herausheben ergibt und der Knick sich nicht durch Auffüllen von Boden mildern läßt, müssen Druckrollen nach Fig. 166 angewandt werden. Sechs Leitrollchen 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.

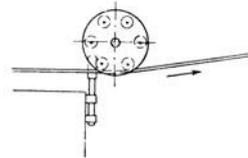


Fig. 166. Druckrolle für Bruchpunkte.

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.

Kommen Abzweigungen vor, so kann nach Fig. 167 das Hauptseil durch die Nebenstrecke hindurchgeführt werden. In Gruben werden in diesem Falle die ankommenden leeren Wagen vor der Rolle  $A$  abgeschlagen und nur ein Teil nach Bedarf der Nebenstrecke zugeführt, während die übrigen hinter der Rolle  $B$  wieder angeschlagen werden und in der 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 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<sup>1)</sup>. An den Auf- und Ablaufstellen werden im letzteren Falle schräge Leitbleche bzw. Schleppschienen angebracht, die das Längsgleis überdecken.

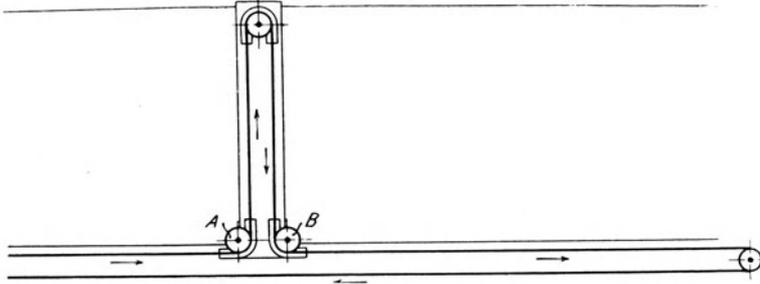


Fig. 167. Strecke mit Abzweigung (Lagerplatzbeschüttung).

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. 168 zeigt

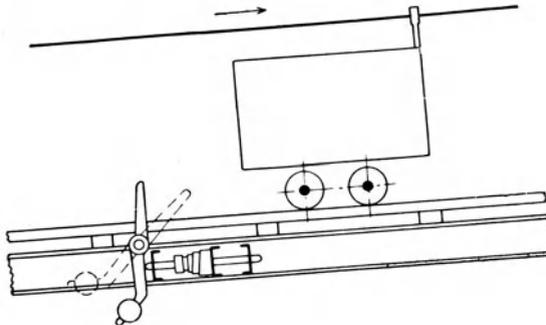


Fig. 168. Heckelsche Fangvorrichtung für aufwärtsgehende Wagen.

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. 169) besteht aus einem durch eine

<sup>1)</sup> Vgl. Z. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 749.

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.

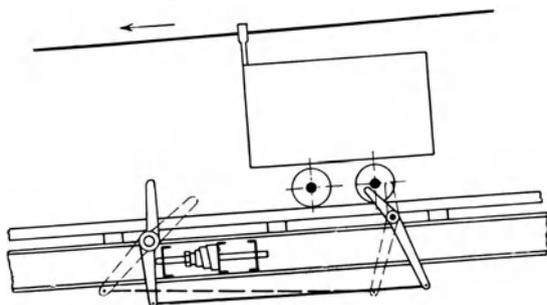


Fig. 169. Heckelsche Fangvorrichtung für abwärtsgehende Wagen.

In gewissen Fällen ist, wie unter d dargelegt, gleichmäßiger Wagenabstand Bedingung für sicheren Betrieb. Es ist in solchen Fällen nötig, durch Anbringung brennender Lampen in der richtigen Entfernung vom Anschlagepunkt 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  $a = 0,75$  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 der Ladung und dem darauf entfallenden Gewichte des Zugmittels. 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 den Versuchen von Schulte auf 0,007 bis 0,013<sup>1)</sup>.

Die zur Fahrrichtung 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 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 An-

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

lagen, 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<sup>1)</sup> hat für wagerechte, gerade Strecken von verschiedener Länge die Gesamtkosten für 1 t/km 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 t/km 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
	„ Mitnehmerketten . . . . .	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

<sup>1)</sup> E. Braun, Die Seilförderung auf söhlicher und geneigter Schienenbahn.

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 t/km pro Schicht	< 700	450—700	250—450	< 250
Förderkosten für 1 t/km in Pfg.	8	10	14	18—24

Pferdeförderung: 21 bis 22 Pfennig/tkm.

## 5. Kapitel.

### Einschienige Bahnen.

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

Die Konstruktionsbedingungen sind infolgedessen ganz andere, als bei zweischienigen Bahnen. Der Natur der Aufhängung entspricht es, daß der Wagen frei hin- und herschwingen kann, und es wäre im allgemeinen verkehrt, dieses Pendeln ganz verhindern zu wollen. Jedoch kann es erforderlich sein, die Schwingungen zu dämpfen, weil sie sonst eine unzulässige Größe annehmen würden.

#### 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.

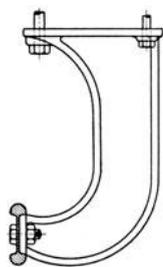


Fig. 170. Hängeschuh für Doppelkopfschienen.

Die Schiene wird bei ganz einfachen Anlagen in Form eines oben abgerundeten Flacheisens, sonst als Doppelkopfschiene ausgeführt und an gußeisernen Böcken, zuweilen auch an schmiedeeisernen Konsolen einseitig befestigt (Fig. 170). Für größere Lasten und Spannweiten eignen sich I-Eisen mit darauf genietet Grubenschiene. Den Wagen auf dem Unterflansch eines I-Eisens fahren zu lassen, empfiehlt sich im allgemeinen nicht, weil er in den Kurven infolge der Zentrifugalkraft seitlich ausschwingt und sich dabei die Räder auf der einen Seite von der Fahrbahn abheben. Deshalb wird diese Anordnung nur selten angewandt, besonders

in Fällen, wo wenig Bauhöhe zur Verfügung steht.

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.

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

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

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

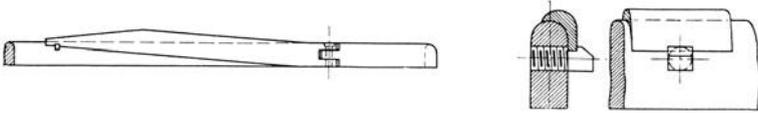


Fig. 171 bis 173. Einfache Zungenweiche.

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. 171 bis 173. Die um einen senkrechten Zapfen drehbare Zunge ist vorn zugespitzt und wird über die volle Schiene geschoben. Vollkommener arbeiten Drehweichen, deren Zungen nicht von Hand eingelegt werden, sondern eine solche Führung erhalten, daß sie bei der Drehung zwangläufig über die volle Schiene gehoben werden (Fig. 174). 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 und außerdem der Umstand, daß der Wagen beim Durchfahren der Weiche gehoben werden muß, also plötzlich einen stark vergrößerten Fahrwiderstand vorfindet, weshalb sowohl bei mechanischem wie bei Handbetrieb darauf zu achten ist, daß der Wagen nicht unmittelbar vor der Weiche zum Stillstand kommt.

Für schweren Betrieb, insbesondere für Elektrohängebahnen mit großen Einzellasten, sind deshalb diese Weichen nicht geeignet. Hierfür kommen Konstruktionen in Frage, bei denen die Schienen stumpf gegeneinander stoßen.

Eine Art Übergangsform ist die in der 1. Auflage, S. 98, skizzierte Rillenschienenweiche, die sich aber nicht dauernd bewährt hat.



Fig. 174. Bleichertsche Zungenweiche.

Erfolg haben nur die Konstruktionen gehabt, bei denen an den beiden zusammenlaufenden Gleisen Schienenstücke vollkommen herausgeschnitten sind. In eine der beiden Lücken wird dann beim Verstellen der Weiche ein vollständiges, dicht anschließendes Schienenstück eingefügt, so daß eine glatte Fahrbahn entsteht.

Die Ausführung kann nach Fig. 175 oder 176 geschehen. Im ersten Falle sind die beiden Zungen *a* und *b* drehbar. Sie werden in irgendeiner Weise miteinander verbunden, so daß gleichzeitig die eine Zunge ein-, die andere ausschwingen muß und ein Strang immer geschlossen ist (vgl. D. R. P. 272 796). Schwierigkeiten

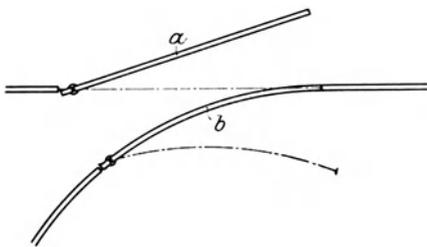


Fig. 175.

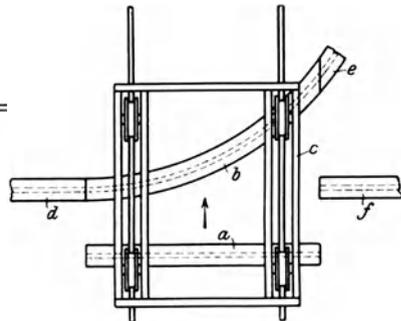


Fig. 176.

macht die richtige Verriegelung der Zungen, da derartige Vorrichtungen empfindlich zu sein pflegen und leicht der Störung unterliegen. Bei einer Pohlischen Anordnung (D. R. P. 243 202)

wird deshalb die Zunge beim Einschwingen etwas angehoben und dann mit dem freien Ende in eine Vertiefung gelegt, in die der Wagen sie noch fester hineindrückt. Vollkommener, aber teurer sind die „Schiebeweichen“ nach Fig. 176. Die beiden Schienenstücke *a* und *b* sind hier an einem Wagen *c* befestigt und werden parallel zu sich selbst verschoben. Bei der gezeichneten Stellung bildet das Stück *b* eine Verbindung zwischen den Gleisen *d* und *e*; wird der Wagen im Sinne des Pfeiles verschoben, so tritt das gerade Stück *a* in die Lücke zwischen *d* und *f* ein und stellt hier die Verbindung her. Die Schiebeweiche ist die einzige bekanntere Konstruktion, die sich für Laufbahnen aus I-Eisen eignet. Sie arbeitet sehr exakt.

Bei der Konstruktion der Weichen ist darauf zu achten, daß der Spielraum genügt, um die Wagen durchzulassen. Je breiter der Wagen ist und je größer also in Fig. 175 der Spielraum zwischen den Drehpunkten der Zungen sein muß, um so länger wird die gekrümmte Zunge *b*, und um so schwieriger ist es, sie biegungs- und verdrehungsfest zu konstruieren. Bei der Anordnung nach Fig. 176 muß das Fahrgestell des Weichenwagens oberhalb der Schienen liegen, damit die Hängewagen durchgehen können.

Wagrecht statt senkrecht liegt die Drehachse der Zunge bei der Klappweiche von Bleichert, die in Fig. 177 in der Anwendung auf Kreuzungen dargestellt ist. Die Weichenzunge *c* schwingt

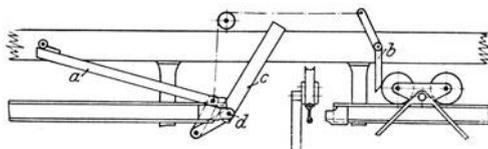


Fig. 177. Bleichtersche Klappweiche.

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. Bei einer neueren Anordnung (D.R.P. 264 397) ist das Gestänge in geschickter Weise so geändert worden, daß ein sehr ruhiges Niederlegen der Zunge erfolgt.

Erwähnung verdient ferner die Kremplersche Weiche (Fig. 178), 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, tragen



Fig. 178. Kremplersche Weiche.

die Spurkränze. Das Gehänge passiert beim Befahren des durchlaufenden Stranges einen engen Schlitz und muß daher oben sehr schmal gehalten werden. Die Anordnung kommt nur für geringe Lasten in Frage.

Eine abnormale Gleiskonstruktion weisen die Hängebahnen von Tourtellier, Mülhausen, auf (Fig. 179 und 180). Die Schiene besteht aus eigenartig gekröpften Stahlblechstücken *a* von je 2 m Länge, die durch Hängeklammern *b* und *c* aus Blech an dem Unterflansch eines I-Eisens befestigt werden. Die Rollen *d* und *e* des Wagens, die in den Fahrrielen der Schiene laufen, sind auf Kugeln gelagert, so daß der Wagen leicht zu verschieben ist. Nach Bedarf, d. h. entsprechend der Belastung, werden zwei oder mehr Rollenpaare an einer Laufkatze vereinigt. Fig. 180 zeigt einen Wagen mit vier Rollenpaaren für 1000 kg Tragkraft.

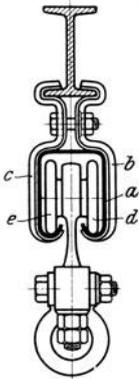


Fig. 179.

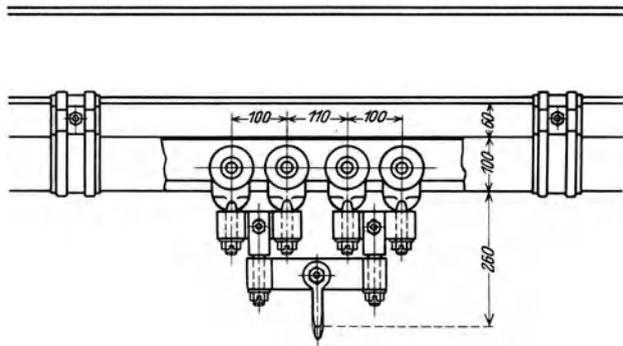


Fig. 180.

Hängebahnbauart von Tourtellier.

Die Konstruktion bietet große Sicherheit gegen Unfälle, da ein Entgleisen nicht möglich ist und der Wagen sich auch beim Bruche eines Rades an der Laufschiene fängt.

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.

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 Material bei gleicher Tragkraft wesentlich leichter ausfällt, auch, wie unten gezeigt werden

soll, durch die Laufräder der darüber rollenden Wagen weniger ungünstige Beanspruchung erfährt. Bahnen, die in dieser Weise hergestellt sind, werden durchweg als Drahtseilbahnen bezeichnet, obwohl dieser Ausdruck auch für die zweiseitigen Personen-Bergbahnen mit Seilbetrieb im Gebrauch ist. Prägnanter ist das Wort „Drahtseilbahnen“.

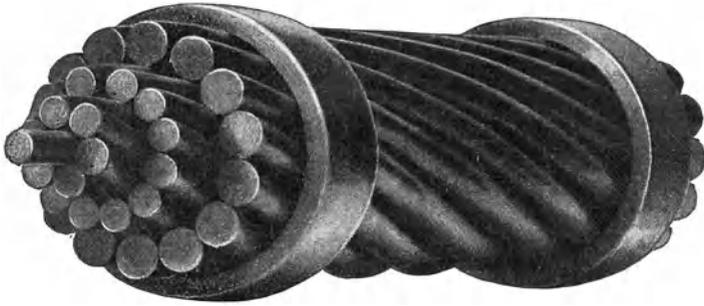


Fig. 181. Spiralseil.

Den gewöhnlichen, aus Runddrähten hergestellten Spiralseilen (Fig. 181) 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 Betriebsstörungen veranlaßt. Dies alles führte zur Konstruktion von „verschlossenen“ Seilen, d. h. Seilen mit glatter Oberfläche, deren einfachste Form, das Simplexseil, Fig. 182 wiedergibt. Dasselbe kann hohl oder, da es sich in dieser Ausführung leicht flach drückt, mit einer Einlage aus Runddrähten hergestellt werden. Heute hat die Konstruktion nach Fig. 182 nur noch historisches Interesse. Weit besser ist die Form nach Fig. 183, bei der die S-förmigen Drähte durch eine Einlage aus Trapezdrähten unterstützt werden. Infolgedessen erhalten jene eine glatte Auflage, während sie bei einem Runddrahtkern nur an einzelnen Stellen aufliegen und zwischen je zwei Runddrähten durch den Raddruck auf Biegung beansprucht werden. Weniger gut bewährt haben sich die halbverschlossenen Seile nach Fig. 184, deren Decklage aus miteinander abwechselnden Runddrähten und Fassondrähten besteht. Es macht hierbei Schwierigkeiten, ein genaues Passen und richtiges Zusammenwirken der verschieden geformten Drähte zu erreichen.

Für schwere Beanspruchung sind die verschlossenen Seile nach Fig. 183 trotz des höheren Preises den Runddraht-Spiralseilen unbedingt vorzuziehen. Diese werden aber immer noch für leichtere

Bahnen und besonders auch als Laufbahn für die leeren Wagen benutzt. Da die Fassondrähte nicht aus Material von so hoher Festigkeit hergestellt werden können, wie Runddrähte, so erhalten die verschlossenen Seile bei gleicher Anspannung und gleicher Sicherheit größeren Durchmesser und höheres Gewicht als Spiralseile, so daß der Durchhang größer wird. Hierdurch wird ihre Anwendung zuweilen technisch unmöglich, besonders bei Kabelkranen (vgl. Kap. 11, c).

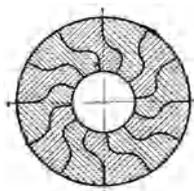


Fig. 182.  
Simplexseil.

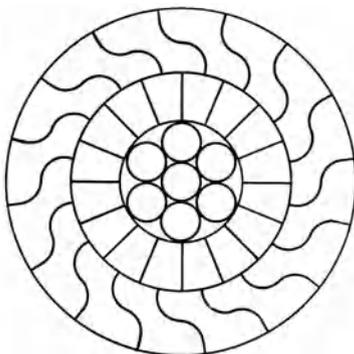


Fig. 183. Verschlossenes Seil.

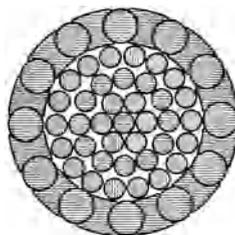


Fig. 184.  
Halbverschlossenes Seil.

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

$H$  die Horizontalspannung,

$V$  die aufgebrachte 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:

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

während der Krümmungshalbmesser wird:

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

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 würden, während bei Drahtseilen unter normalen Verhältnissen die Deformation infolge des kleinen Krümmungshalbmessers 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 $d$ (mm)	Spiralseile				Verschlossene Seile grob- drähtiger Konstruktion mit Keildrähten	
	Draht- zahl $i$	Draht- stärke $d$ (mm)	Gewicht $q_0$ (kg/m) angenähert	Berechnete Bruch- festigkeit für $K_z = 14500$ kg/qcm	Gewicht $q_0$ (kg/m) angenähert	Berechnete Bruch- festigkeit für $K_z = 12000$ kg/qcm
16	19	3,2	1,28	22150	—	—
18	19	3,6	1,62	28000	—	—
20	19	4,0	2,00	34650	2,23	30360
22	19	4,4	2,42	41900	2,63	37080
24	19	4,8	2,90	49870	3,10	44280
26	19	5,2	3,40	58520	3,85	53880
28	37	4,00	3,90	67400	4,40	60240
30	37	4,28	4,50	77150	5,15	68160
32	37	4,57	5,20	88000	5,70	79560
34	37	4,85	5,75	99000	6,50	89520
36	37	5,14	6,45	42200	7,28	101280
38	37	5,42	7,2	47280	8,00	111480
40	37	5,71	8,0	52000	8,90	126100
42	37	6,0	8,8	57500	9,80	141700
44	37	—	—	—	10,80	154900

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:

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

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

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

<sup>1)</sup> Einen sicheren Anhalt für die zweckmäßige Bemessung der Seile und der Spannungsgewichte 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, das Urteil über diese außerordentlich wichtigen und einstweilen im Wesentlichen empirisch behandelten Fragen zu klären. Sehr beachtenswert sind übrigens auch die Untersuchungen von Stephan in Dingers Journal 1909, S. 753, über das Verhalten von Spiralseilen; die Rechnungen stützen sich auf Versuche bezüglich der Dehnung von Seilstücken unter verschiedenen Belastungen. Es zeigt sich u. a., daß die Belastung der einzelnen Drähte eines Seiles ziemlich ungleichmäßig zu sein pflegt. Ferner sei die Arbeit von Woernle: „Zur Beurteilung der Drahtseilschwebbahnen für Personenbeförderung, mit Beachtung der Sicherheit der Drahtseile, insbesondere der Tragseile“, zum Studium empfohlen (Verlag von M. Krayn, Berlin).

Der Krümmungshalbmesser ist im ersten Falle:

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

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 Zusammendrückung 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 Spannungsgewicht,  $q_s$  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  $4\frac{1}{2}$  bis 5facher Sicherheit auf Zug zu berechnen.

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

Bei dem Übergang des Rades von der Kupplung auf das Seil tritt jedesmal ein heftiger Stoß auf, der für das Seil nachteilig ist. Die Hülsen scharf zuzuspitzen, ist mit Rücksicht auf die Festigkeit und die zu große starre Länge, welche die Hülse dann erhalten würde, nicht zulässig. Die Firma Pohlig sucht diese Schwierigkeit bei der Konstruktion nach Patent 268752 zu umgehen, indem sie

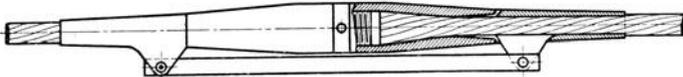


Fig. 185. Seilkupplung nach D.R.P. 268752 (Pohlig).

zu beiden Seiten der eigentlichen Kupplung kurze, frei bewegliche Übergangsstücke auf das Seil schiebt, die durch ein Flacheisen verbunden werden (Fig. 185). Ein anderer Vorschlag nach Patent 279588 geht darauf hinaus, die Muffen zweiteilig zu machen und mit Hilfe eines Bündels dünner Drähte eine biegsame Verbindung zwischen den beiden Hälften herzustellen.

Das Seil wird von flachen Auflagerschuhen  $a$  getragen, die an Stützen aus Holz oder Eisen angebracht sind (Fig. 186 bis 189). Auf dem Gerüst befinden sich Tragrollen  $R$ , die bei großem Wagen-

abstand das Zugseil aufnehmen. Die Bügel *B* dienen dazu, das Zugseil, das bei Wind in Schwankungen gerät, den Rollen *R* zuzuführen. Wichtig ist, besonders in Gegenden mit heftigen Winden,

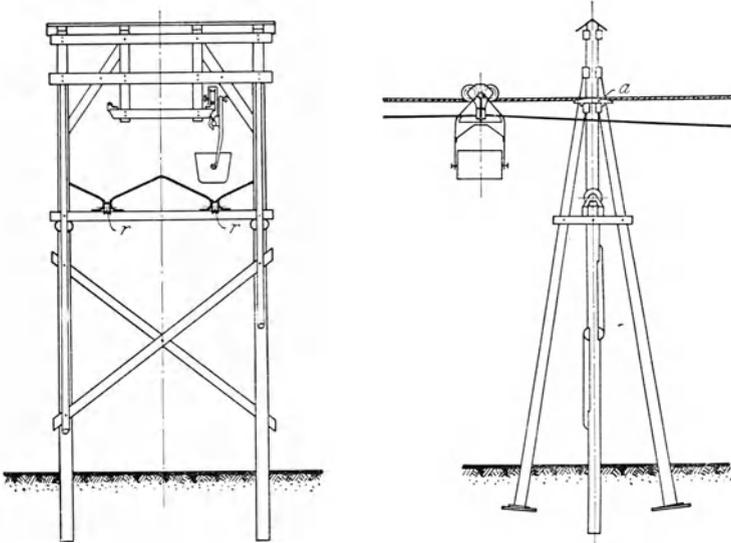


Fig. 186 und 187. Hölzerne Stütze einer Drahtseilbahn mit eingegrabenen Pfosten. Bleichert.

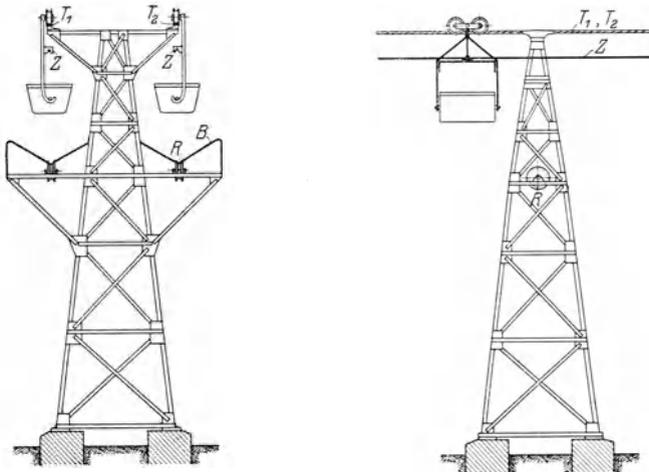


Fig. 188 und 189. Eiserne Stütze für untenliegendes Seil.

daß die „Spurweite“ der Bahn, d. h. der Abstand der Tragseile, groß genug ist, damit die Zugseile nicht gegeneinander schlagen, was sonst namentlich in größeren Spannweiten zu befürchten ist.

Die Auflagerschuhe (*a* in Fig. 187) werden heute entsprechend (Fig. 190) gewöhnlich drehbar angeordnet, so daß sie sich schräg einstellen, wenn der Wagen herannaht, und diesen elastisch auf-fahren lassen. An der Stelle, wo das Seil auf dem Schuh aufgelagert ist, dürfen die Wagenräder es nicht berühren, weil das



Fig. 190. Drehbarer Auflagerschuh.

Seil sonst flachgedrückt und sein Gefüge zerstört wird. Deshalb läßt man an dieser Stelle die Spurkränze der Räder auf seitliche Leisten am Auflagerschuh auflaufen.

Da das Trage-seil wenig biegsam zu sein pflegt, so wird es in der Spannstation an eine Kette oder ein Litzenseil angeschlossen, das, durch eine Rolle abgelenkt, das Spanngewicht trägt.

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 mit nur einem hin- und herfahrenden Wagen kommen nur bei geringer Leistung und Bahnlänge, 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.

Bei Handbetrieb wird die Schienenunterkante meist 2 bis  $2\frac{1}{4}$  m über den Fußboden gelegt, so daß sie den Verkehr nicht stört und der Arbeiter den Wagen bequem fassen kann.

Die Steigung der Bahn darf bei elektrischem Einzelantrieb, sofern nicht eine Zahnstange eingelegt wird, höchstens  $5\%$  betragen. Richtiger ist es aber, die Steigung geringer zu halten, da bei  $5\%$  erfahrungsgemäß Gleiten der Räder auf den Schienen eintreten kann, wenn die Schienen feucht und nicht ganz sauber sind. Bei Zugseilbetrieb ist sie von der Klemmwirkung des Kuppelapparates abhängig. Ausgeführt sind Steigungen bei Drahtseilbahnen bis nahe an  $45^\circ$ .

Drahtseile als Schienen lassen sich nur in einer senkrechten Ebene verlegen. Stützenentfernung und Stützhöhe sind so zu wählen, daß der Wagen in genügender Entfernung über dem Erdboden bleibt bzw. das durchhängende Zugseil das Durchfahren beladener Fuhrwerke gestattet. Gewöhnlich ist die Stützenentfernung 70 bis 100 m, die Stützhöhe 7 bis 8 m. Bei genügend tiefen Ge-

ländeinschnitten lassen sich Spannweiten von mehr als 1000 m mit Drahtseilen überbrücken.

Bei der Berechnung des Durchhanges pflegt man davon auszugehen, daß infolge der Gewichtsspannung die Horizontalkomponente  $H$  des Seilzuges konstant bleibt. Zutreffend ist diese Annahme infolge der Reibung, die das Seil in den Auflagerschuhcn findet, allerdings nicht, indessen bietet sie immerhin eine Grundlage für die Rechnung.

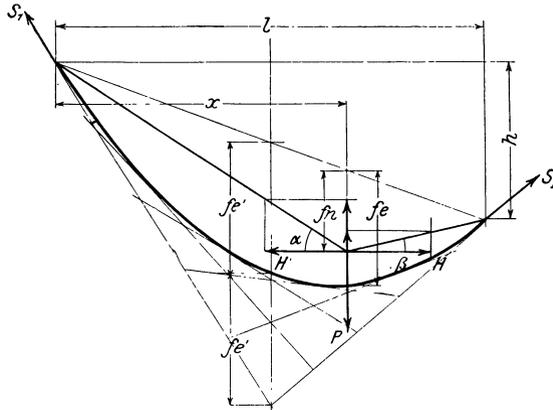


Fig. 191.

Bezeichnet  $q_s$  das Eigengewicht des Seiles in kg/m, so ist mit den Bezeichnungen der Fig. 191 der durch das Eigengewicht hervorbrachte Durchhang des Seiles an beliebiger Stelle, sofern die Kettenlinie durch eine Parabel ersetzt wird:

$$f_e = \frac{q_s \cdot x \cdot (l - x)}{2H} \dots \dots \dots (6)$$

Für die Mitte gilt

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

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

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

$$P = H \operatorname{tg} \alpha + H \operatorname{tg} \beta = H \frac{f_n + h \frac{x}{l}}{x} + H \frac{f_n - h \frac{l-x}{l}}{l-x}$$

$$f_n = \frac{P \cdot x \cdot (l-x)}{H \cdot l} \dots \dots \dots (7)$$

Die von dieser oder mehreren Einzellasten hervorgebrachten Seilspannungen, 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:

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

Die Aufzeichnung der Durchgangskurve ist nicht nur für die freien Spannweiten erforderlich, sondern auch, um zu ermitteln, ob beim Durchschreiten einer Senkung das Seil noch überall mit genügender Sicherheit auf den Stützen aufliegt. Sonst sind die Stützen zu erhöhen, oder es ist eine Kappe über das Seil zu legen, die der Wagen bequem überfahren kann, und die das Abheben des Tragseiles verhindert.

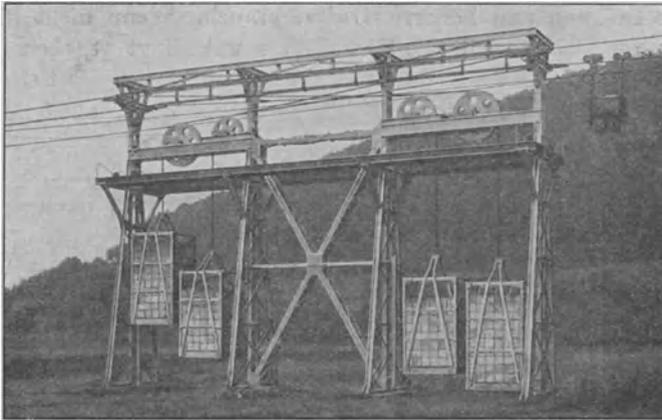


Fig. 192. Doppelte Zwischenspannvorrichtung. Bleichert.

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. 192). 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 Hänge-

<sup>1)</sup> S. Fig. 247 bis 251, S. 156 und 157.

bahnschienen an, auf denen die Wagen zur Belade- bzw. Entlade- stelle geschoben werden. Der Übergang vom Seil auf die starre Schiene wird durch elastische Zungen vermittelt und ist sorgfältig durchzubilden, da sonst die Seile an dieser Stelle leiden.

Bei Auswahl der Bahntrace und Bestimmung der Standorte und Höhen der Stützen ist davon auszugehen, daß unnötig große Spannweiten und Steigungen vermieden werden, ebenso scharfe Berg- übergänge und Einsenkungen. Technisch lassen sich zwar mit Draht- seilbahnen ganz außerordentlich schwierige Aufgaben lösen, indessen werden die Kosten um so höher, je weniger einfach das Profil ist, und zwar gilt das nicht nur für die Anlage-, sondern auch für die Unterhaltungskosten. Die Spannungen im Zugseil wachsen, infolge der Steigungen beim schroffen Übergang über einen Bergrücken übt das Zugseil einen starken Druck auf den Wagen und damit auf das Tragseil aus, der noch durch das größere Gewicht des Zugseiles ver- mehrt wird, und so ergibt sich ein stärkerer Seilverschleiß, sowie größere Reibung und höherer Kraftverbrauch. Wenn nicht die End- punkte der Bahn durch die Verhältnisse unbedingt gegeben sind, so ist daher eine Prüfung durch Sachverständige vor Festlegung der Trace unbedingt anzuraten. Bei Bahnen von mehr als 5 bis 10 km Länge ist es ohnehin notwendig, das Zugseil zu unterbrechen, und es ist dann vorteilhaft, die Bahn im Winkel zu führen, wenn da- durch eine Vereinfachung des Profiles erreicht wird, auch wenn die Strecke etwas größere Länge erhält.

Die Stellung der Stützen, Zwischenspannstationen usw. darf in- dessen nicht nur von dem Gesichtspunkt aus festgelegt werden, daß man das günstigste Längsprofil zu erreichen sucht, sondern in ge- birgigem Gelände ist vor allem auch darauf zu achten, daß das Bau- material leicht nach den betreffenden Punkten geschafft werden kann, weil sonst die Baukosten, die überhaupt bei der Projektierung sorg- fältig zu prüfen sind, übermäßig hoch werden können.

Sehr zu empfehlen ist die Heranziehung eines Sachverständigen, der sowohl in der Konstruktion wie auch in der Errichtung von Drahtseilbahnen Erfahrungen hat und es versteht, die beiden For- derungen, daß die maschinellen Teile billig werden und daß der Bau möglichst wenig kostet, miteinander derart in Einklang zu bringen, daß die Gesamtkosten der Anlage den niedrigsten Wert erhalten. Durch richtiges und rechtzeitiges Disponieren kann außerordentlich viel Geld und Zeit gespart werden<sup>1)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Vgl. hierzu mein Buch: Billig Verladen und Transportieren.

### b) Der Wagen.

Der Hängebahnwagen besteht aus Kasten, Gehänge und Laufwerk (Fig. 193 und 194).

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 auslösbare Klinke gesichert ist (Fig. 193). Für besondere Zwecke sind aber auch Kästen mit Seiten- oder Bodenklappen in Gebrauch (vgl. Fig. 234 und 235). Die Wände werden mit Winkeln zusammengenietet, ausnahmsweise auch wohl geschweißt. Was die Form der Mulde anlangt, so ist bei anhaftendem Material darauf zu achten und eventuell durch Ausprobieren festzustellen, ob das Gut sich beim Kippen rasch genug von den Wänden löst. Anderenfalls muß ein flacherer Querschnitt gewählt werden.

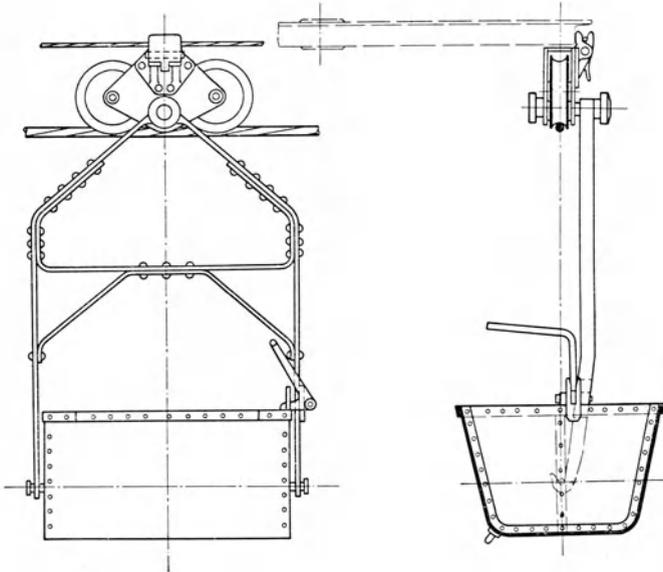


Fig. 193 und 194. Drahtseilbahnwagen nach Bleichert.

Da die Kästen im Betriebe durch rohe Behandlung, beim plötzlichen Einlassen von Material, beim Entladen und auch durch Aufeinanderstoßen der Wagen in den Stationen außerordentlich mitgenommen zu werden pflegen, so ist sehr kräftige Konstruktion und sorgfältige Herstellung notwendig. Das gilt besonders auch für die Stirnzapfen, an denen das Gehänge angreift. Einschrauben oder einfaches Durchstecken und Vernieten ist unzulässig, vielmehr sollen

die Zapfen die Stirnwand mit angeschweißten Flacheisen auf einer großen Fläche sicher fassen.

Das Gehänge besteht fast immer aus Flacheisen, die gegeneinander versteift und oben an der Stelle, wo sie zusammenstoßen, mit einem angeschweißten Auge zur Aufnahme des Hängebolzens versehen sind, der am besten hydraulisch eingepreßt wird. Das Gehänge muß, da es an dem Laufwerk einseitig angreift, gekröpft werden, und die Folge davon ist eine Biegungsbeanspruchung durch das Gewicht des Kastens und der Ladung mit einem Hebelsarm, der gleich dem Abstand von Mitte Kasten bis Mitte Gehänge ist (vgl. Fig. 194). Die oberen schrägen Teile der Gehängeisen werden in ziemlich ungünstiger Weise auf Verdrehung beansprucht, weshalb

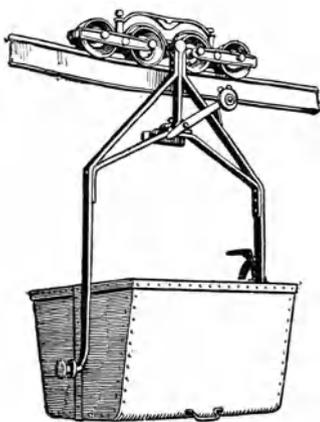


Fig. 195. Drahtseilbahnwagen mit Doppellaufwerk. Pohlíg.

sich für schwere Belastung die Konstruktion nach Fig. 195 eingeführt hat, bei der von dem Auge ein kräftiger Mittelstab senkrecht nach unten geht, an den die schrägen Seitenteile angeietet werden. Bei der Konstruktion und Gewichtsverteilung ist von vornherein zu beachten, daß das einseitige Gehängegewicht bestrebt ist, den Wagen schief zu stellen.

Das Laufwerk besteht aus zwei Seitenschilden aus Blech, zwischen denen sich die weit ausgekehlten Laufrollen auf festgelagerten Zapfen drehen. Die letzteren sind hohl und werden mit Fett gefüllt, das durch Löcher nach der Oberfläche des Zapfens austritt und von Zeit zu Zeit erneuert werden muß. Ein Nachpressen, wie bei Staufferbüchsen, hat sich als nicht notwendig herausgestellt. Auf dem Zapfen sind natürlich Schmiernuten vorzusehen.

Zur Verminderung des Raddruckes werden in neuerer Zeit häufig Doppellaufwerke angewandt (Fig. 195)<sup>1)</sup>. Dieselben bestehen aus zwei einfachen Laufwerken, die mit einer Traverse verbunden sind, an welcher der Wagenkasten hängt. Die Verbindung zwischen Traverse und Laufwerken geschieht durch einen wagerechten und einen senkrechten Zapfen, also eine Art Kreuzgelenk, so daß die Einzellaufwerke sich nicht nur bei den Ablenkungen in der senkrechten Ebene, sondern auch in den wagerechten Kurven, die der Wagen in den Stationen zu durchfahren hat, frei einstellen können.

<sup>1)</sup> Vgl. D.R.P. 196884.

Da ein Wagen mit Doppellaufwerk mehr wiegt, als ein einfacher Wagen, so reduziert sich der Raddruck nicht ganz auf die Hälfte. Besonders auf dem Leerstrang macht sich das Mehrgewicht des Wagens fühlbar. Bei der Bemessung des Trageseiles ist außerdem zu berücksichtigen, daß doppelt so viel Radübergänge stattfinden. Der von der Nutzlast herrührende Durchhang der Seile wird infolge der geringeren Seilspannung größer; ferner erhöht sich der Kraftverbrauch infolge der größeren Belastung der Bahn. Diese letzteren Umstände können neben anderen konstruktiven Schwierigkeiten namentlich dann eine Rolle spielen, wenn es sich darum handelt, auf einer vorhandenen Bahn, deren Seile zu rasch verschleiben, Doppellaufwerke einzuführen.

Ob die Gesamtförderkosten bei einfachen oder Doppellaufwerken höher werden, kann nur an Hand genauer Anschläge im einzelnen Falle entschieden werden. Für hohe Leistungen, von etwa 150 t stündlich an, und für große Einzellasten über 800 kg brutto werden sie unter allen Umständen vorteilhaft sein.

Den Rädern Kugellager zu geben, empfiehlt sich, wenn aus irgendwelchen Gründen der Kraftverbrauch bzw. die Zugseilspannung auf das äußerste eingeschränkt werden muß, z. B. wenn man eine lange Linie mit einem einzigen Zugseil treiben will, oder wenn die Kraft sehr teuer ist, ferner aber auch, wenn die Wagen solches Gewicht haben, daß sie sich sonst zu schwer anschieben lassen würden.

Je nach dem Zweck, welchem die Anlage dient, können die Wagengestelle in sehr verschiedenartiger Weise ausgebildet werden. Vom Normalen abweichende Ausführungen kommen namentlich vor, wenn es sich um die Beförderung schwerer und sperriger Gegenstände handelt, weshalb diese Sonderbauarten häufig vier Laufrollen aufweisen.

Fig. 196 und 197 zeigen einen Wagen mit Doppellaufwerk, der zum Transport von Grubenwagen dient<sup>1)</sup>. Es ist in vielen Fällen vorteilhafter, das Fördergut ohne Umladung, wie es aus der Grube kommt, weiter zu befördern, als die Grubenwagen an der Hänge-

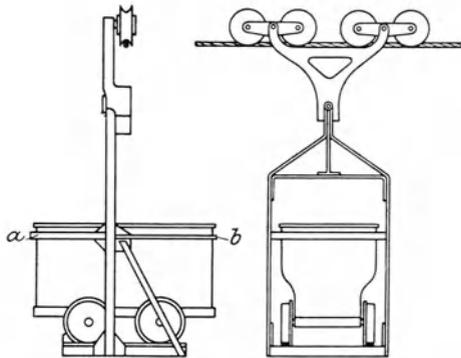


Fig. 196 und 197. Drahtseilbahnwagen mit Plattform zum Transport von Grubenwagen.

<sup>1)</sup> Vgl. hierzu D.R.P. 231 930.

bank in einen Füllrumpf zu kippen und aus diesem die Seilbahnwagen zu beladen. Erstens ist eine solche Umladung mit manchen Materialien schwer durchzuführen, und zweitens kann die Schonung des Fördergutes eine ausschlaggebende Rolle spielen. Allerdings wird infolge des großen Gewichtes der Grubenwagen die Seilbahn schwerer und der eigentliche Transport daher teurer. Während es früher üblich war, die Grubenwagen mit Löchern in den Stirnwänden zu versehen, in welche Haken am Gehänge des Seilbahnwagens eingeführt werden konnten, ist man jetzt, um jede Änderung an den Grubenwagen zu vermeiden, mehr dazu übergegangen, den Seilbahnwagen, wie in der Skizze dargestellt, Plattformen zu geben, auf welche die Grubenwagen aufgeschoben werden. Der Wagen fährt gegen ein Fangeisen *a* und wird durch einen Bügel *b*, der nach dem Einfahren herunterklappt, am Zurückrollen verhindert.

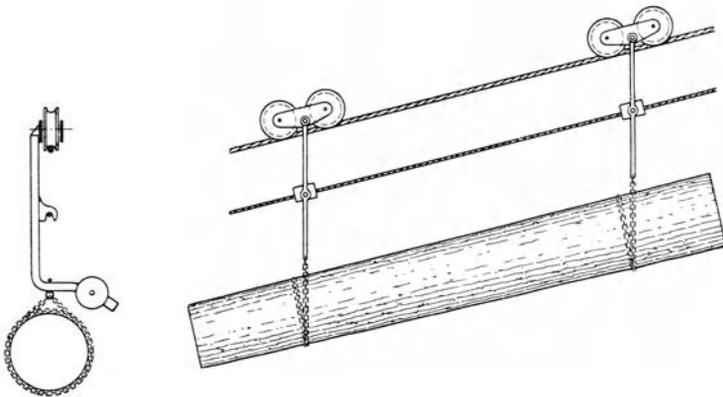


Fig. 198 und 199. Baumstamm an zwei Seilbahngehängen.

Zur Beförderung von Baumstämmen dienen Gehänge nach Fig. 198 und 199, an denen Ketten befestigt sind, die mehrmals um den Stamm herumgeschlungen und dann mit dem am Ende der Kette befindlichen Haken oben eingehängt werden. Für besonders schwere Stämme sind zwei Doppelaufwerke zu verwenden, so daß der Stamm an acht Laufrollen hängt. Das einseitige Gewicht des Gehänges wird durch ein Gegengewicht ausgeglichen.

Soll, wie es bei der Aufschüttung von Schlackenhaldeu usw. häufig vorkommt, der Wagen sich während der Fahrt automatisch entleeren, so werden die Zapfen am Kübel einseitig gesetzt und der Riegel so ausgebildet, daß er durch einen Anschlag entriegelt werden kann. Zur Entleerung auf freier Strecke dient ein versetzbarer Anschlag, der auf dem Seile hängt und an ihm entlang verschoben

werden kann (Fig. 200). Bei größeren Spannweiten ist der Anschlag mit Seilen nach dem Boden hin zu verspannen, weil das Trageisil sonst infolge der plötzlichen Entlastung beim Entleeren des Kübels in heftige Schwingungen geraten und den Wagen herunterwerfen würde.

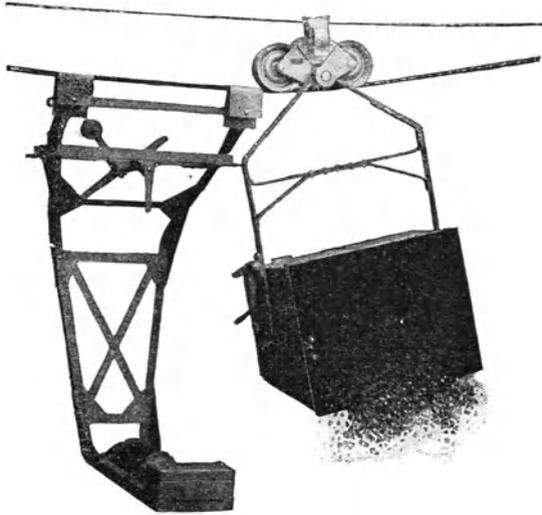


Fig. 200. Versetzbarer Anschlag für selbsttätige Wagenentleerung.

Zuweilen erhält der Hängebahnwagen eine Aufzugvorrichtung, die das Fördergefäß behufs bequemeren Beladens und Entleerens zu heben und zu senken

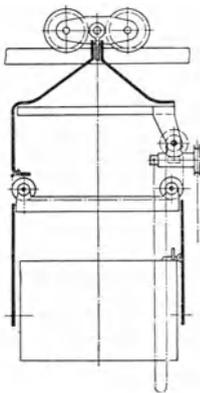


Fig. 201. Hängebahnwagen mit Aufzugvorrichtung. BAMAG.

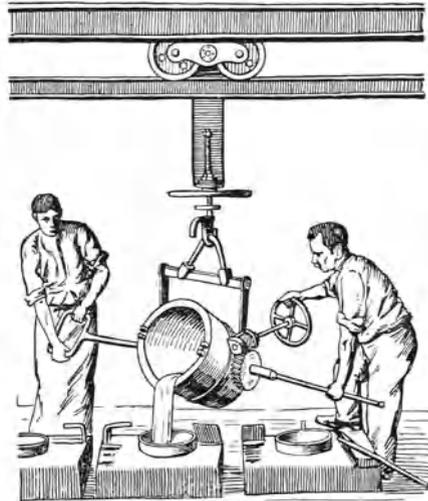


Fig. 202. Hängebahnwagen zum Transport von Gießpfannen. Pohlig.

gestattet. Die BAMAG benutzt nach Fig. 201 einen Schraubenflaschenzug mit Krankette, an der das Gefäß mit einer losen Rolle an jedem Ende hängt.

Fig. 202<sup>1)</sup> zeigt die Verwendung von Hängebahnwagen zum Transport von Gießpfannen.

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

### e) Antrieb mit Zugseil.

Der Antrieb des Zugseiles geht von einer senkrechten oder waagrechten Welle aus, die durch Zahnradvorgelege bewegt wird. Im Falle einer Bremsbahn treten an die Stelle des Motors eine oder mehrere Bremsen, die meistens als Bandbremsen mit Handbedien-

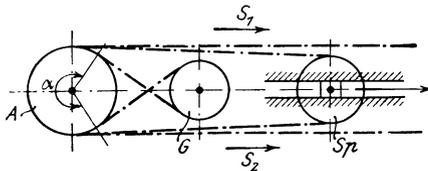


Fig. 203. Drahtseilbahnantrieb.

mehrere Bremsen, die meistens als Bandbremsen mit Handbedien-  
geführt sind. Letztere pressen das Wasser durch eine Öffnung hindurch, deren Weite ein von dem Zugseil beeinflusster Regulator ver-  
stellt, so daß die

Seilgeschwindigkeit konstant bleibt. Auch Windflügelbremsen werden neuerdings häufiger angewandt. Eine Regelung ist möglich durch Verstellung der Flächen vom Regulator aus.

Gewöhnlich wird der Antrieb nach Fig. 203 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 Antriebscheibe mit halber Umschlingung ( $\alpha = \pi$ ). Die Scheiben werden mit Leder ausgefüttert. Die übertragbare Umfangskraft ist

$$P = S_1 - S_2,$$

worin

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

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>2)</sup>, indessen kann für Seilbahnen ein ähnlich hoher Wert nicht zugrunde gelegt werden. Im allgemeinen darf man mit Rücksicht auf das Schmieren und Naßwerden der Seile, sowie auf die beim Anlaufen auftretende Mehrbeanspruchung nur mit einem geringen Bruchteil, etwa einem Viertel dieses Wertes rechnen.

<sup>1)</sup> Z. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 523.

<sup>2)</sup> Versuche mit Riemen- und Seiltrieben, Z. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1093.

Tabelle 7.

## Zugseile von Felten und 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 kg/qcm	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.

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. 203 angedeutete Anordnung, die außer der Spannscheibe  $S_p$  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. Praktisch läßt sich ein Zugseiltrieb nur auf höchstens 5 km Länge durchführen, bei Anwendung von Kugellagern bis zu 10 km. Dabei ist aber günstiges Gelände Voraussetzung. Bei starken Steigungen wird die höchste zulässige Zugseilspannung oft schon auf kurzen Strecken erreicht. Es empfiehlt sich bei langen Gebirgsbahnen die ganze Strecke so einzuteilen, daß jeder Abschnitt ungefähr die gleiche höchste Zugseilspannung erhält.

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 (s. unten).

Fig. 204 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 zu beladen, die als Versatzmaterial benutzt werden sollen. 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.

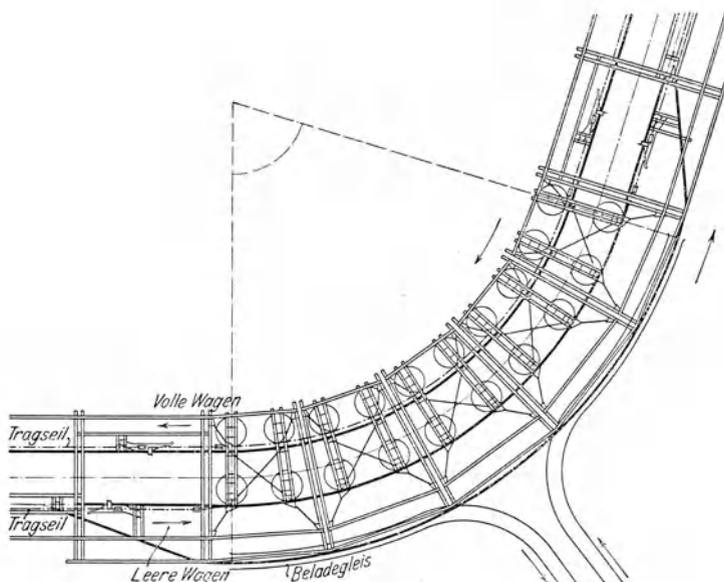


Fig. 204. Kurvenstation in der Drahtseilbahn der Zeche Dannenbaum bei Bochum. Bleichert.

Starke Ablenkungen in der senkrechten Ebene werden, wie Fig. 205 und 206 veranschaulichen, mit Hilfe einer Rollenbatterie überwunden, von welcher der vorbeifahrende Wagen das Zugseil abhebt, und zwar nach oben oder nach unten, je nachdem, nach welcher Seite die Krümmung gerichtet ist. Die Rollen sollten auf einem Kreise von recht großem Radius angeordnet werden, damit kein zu scharfer Knick im Zugseil entsteht. Immerhin wird der Wagen in jedem Falle durch die Resultierende der Zugseilspannungen erheblich belastet, weshalb die Laufrollen an dieser Stelle das Tragseil nicht

berühren dürfen, sondern mit den seitlichen Teilen der Lauffläche auf Führungsschienen abrollen müssen.

Zur Kuppelung 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, Hebel oder Keile gegeneinander gepreßt werden. Auch Exzenter können als Übersetzungsmittel in Frage kommen.

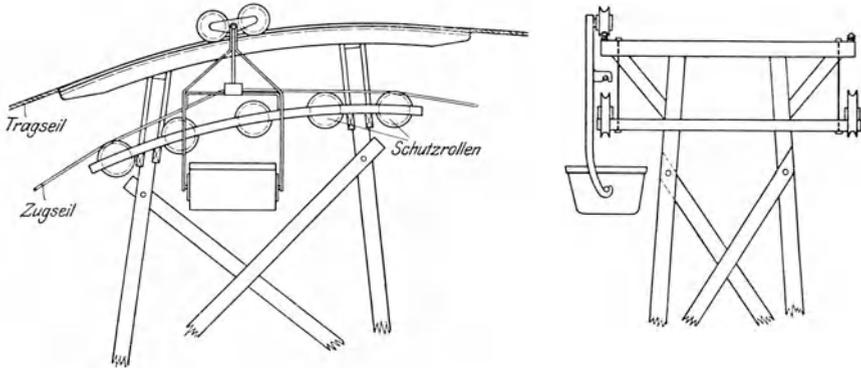


Fig. 205 und 206.

Schrauben ergeben zwar starke Übersetzung und bringen daher selbst bei kleiner äußerer Kraft die erforderliche Klemmwirkung 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 und vervollkommnete Obach'sche Kuppelapparat (Fig. 207) umgeht diese Schwierigkeit durch Anwendung von zweierlei Gewinde. Zu Anfang der Drehung der Welle *a* wirken der Gewindegang *b* und das feine Gewinde *c* gleichzeitig, so daß die Klembacken *d* und *e* einander rasch genähert werden. Wenn sie das Seil berühren, ist das Gewinde *b* abgelauften, und das feine Gewinde *c*, das weit größere Klemmkraft auszuüben imstande ist, führt allein den Schluß herbei. Selbsttätiges Ein- und Aus-

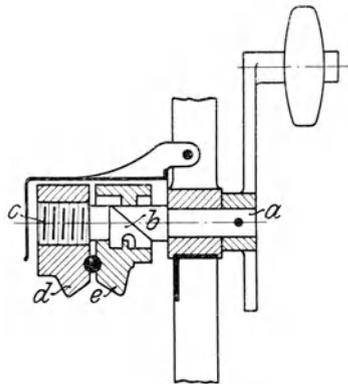


Fig. 207. Obach-Pohliger Kuppelapparat.

kuppeln geschieht in der Weise, daß die als Belastungsgewicht für den Kuppelhebel 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 ergaben, durch Benutzung des Gewichtes der Last zum Ankuppeln frei gemacht.<sup>1)</sup> Nach Fig. 208 und 209 ist das Wagengehänge *G* an einem in dem Gleitschuh *S*

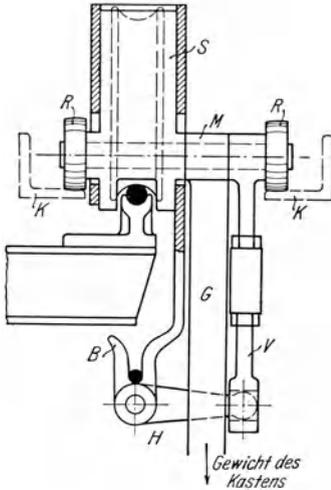


Fig. 208. Schematische Darstellung des Bleichertschen Kuppelapparates „Automat“ für Unterseil.

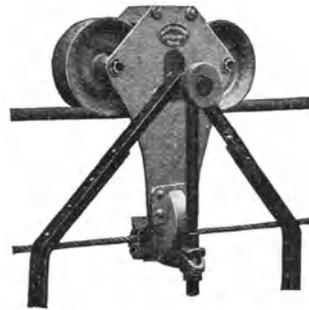


Fig. 209. Bleichertsches Laufwerk mit Kuppelapparat für Unterseil.

gelagerten Zapfen *M* befestigt und wirkt 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 stark variieren, mit gleicher Sicherheit faßt und daher im Laufe des Betriebes nicht oder nur selten nachgestellt zu werden braucht.

<sup>1)</sup> Vgl. 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 derartiger 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.

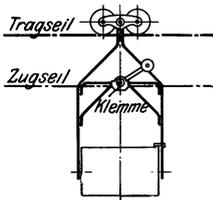


Fig. 210. Anbringung des Kuppelapparates am Gehänge.

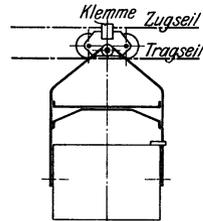


Fig. 211. Anbringung des Kuppelapparates am Laufwerk bei obenliegendem Seil.

Zur Anbringung des Kuppelapparates wählte man früher allgemein einen Punkt am Gehänge (Fig. 210). Diese Anordnung ist insofern nicht günstig, als in Steigungen das Gehänge durch den Seilzug an der natürlichen senkrechten Einstellung gehindert wird. Das Maß der Schrägstellung (der Winkel  $\beta$  in Fig. 212) ist durch Ausrechnen leicht zu bestimmen. Maßgebend ist, daß die drei Kräfte, das Gewicht des Wagens  $G$ , der Seilzug  $P$  und der von der Schiene auf das Laufwerk ausgeübte Gegendruck  $N$  sich in einem Punkte ( $M$ ) schneiden müssen. Daraus ergibt sich ohne weiteres die Lage der Mittellinie des Wagens. Will man genau rechnen, so ist noch das an der Klemme angreifende Gewicht des Zugseiles und der Fahrwiderstand zu berücksichtigen, der je nach der Fahrrichtung nach oben oder nach unten gerichtet ist. Bleichert hat deshalb den Kuppelapparat in das Laufwerk und das Zugseil über das Tragseil gelegt (Fig. 211), eine An-

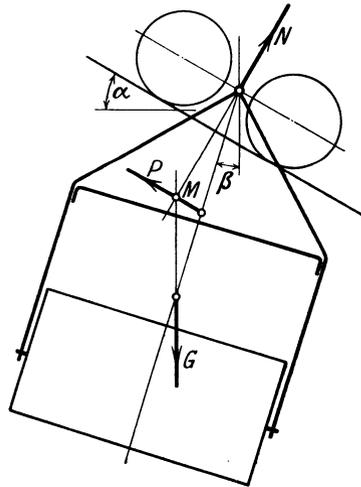


Fig. 212. Bestimmung der Schrägstellung eines Wagens mit am Gehängeangreifendem Zugseil.

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

ordnung, die bei überhöhten Backen das Umfahren von Kurvenrollen in beiden Richtungen ohne Lösen der Kupplung gestattet (Fig. 193, 194 und 213). Bei großem Fahrwiderstande, also insbesondere in starken Steigungen, macht sich jedoch in störender Weise der Umstand geltend, daß das Zugseil seines stärkeren Durchhanges wegen nicht senkrecht über das Tragseil gelegt werden kann, und daß daher 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,

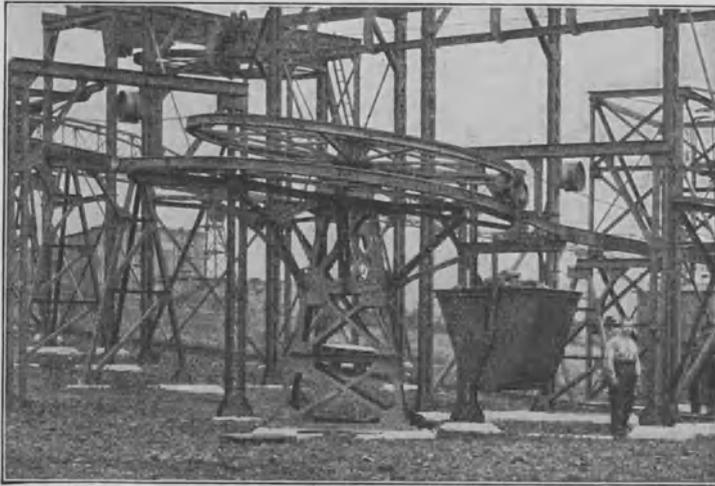


Fig. 213. Umfahren einer Kurvenscheibe mit Bleichertschem Kuppelapparat für Oberseil.

eine Erscheinung, die in geringerem Grade auch schon durch das Seilgewicht allein hervorgerufen wird und sich besonders bei den leeren Wagen geltend macht. Deshalb hat Bleichert bei Bahnen in unebenem Gelände den Kuppelapparat wieder senkrecht unter das Tragseil angelegt, ohne ihn jedoch vom Laufwerk zu trennen (Fig. 208). Am Laufwerk greifen dann gemäß Fig. 214 an das Gewicht  $G_1$  von Wagenkasten, Nutzlast und Gehänge, das Gewicht  $G_2$  des Laufwerkes und das Gewicht  $G_3$  des vom Wagen getragenen Seilstückes. Diese ergeben eine Resultierende  $G$ , und durch den Schnittpunkt dieser Kraft mit dem Seilzug  $P$  geht die Resultierende  $R$ , die natürlich möglichst nahe mit der Mittellinie des Laufwerkes zusammenfallen soll, damit die Laufräder gleichmäßig belastet werden. Es ergibt sich aus der Figur, daß der Aufhängepunkt  $A$  nahe am Angriffspunkt

des Zugseiles liegen muß, damit vollständige Gleichheit der Radrücke eintritt, und dieses Ziel ist auch bei den neueren Konstruktionen von Heckel und Bleichert mit Erfolg angestrebt worden. Gleichzeitig damit hat man die Aufgabe gelöst, auch bei unter dem Trageisil liegendem Zugseil Kurven nach beiden Seiten automatisch durchfahren zu können.

Bei der Konstruktion von Heckel (Fig. 215 und 216) liegt der Pendelzapfen *a* des Gehänges *f* unmittelbar unterhalb des Zug-

seiles (also entgegengesetzt wie an Fig. 214). Der Körper *b*, in dem der Zapfen gelagert ist, kann in senkrechter Richtung im Laufwerk gleiten und ist mit einem gekrümmten Schlitz versehen, in dem sich die Druckrolle des Klemmhebels *c* führt,

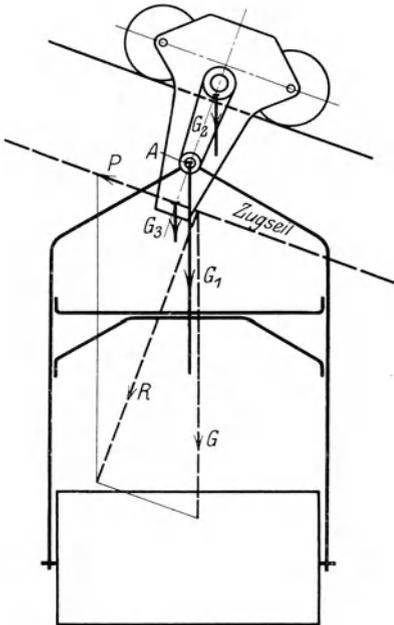


Fig. 214. Anbringung des Kuppelapparates am Laufwerk bei untenliegendem Seil.

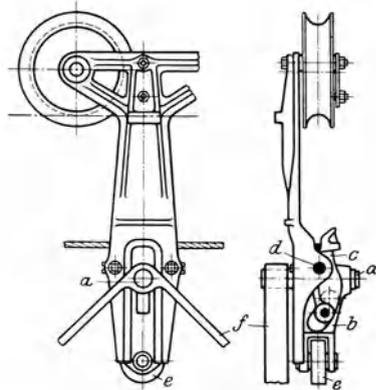


Fig. 215 und 216. Kuppelapparat von Heckel für unten liegendes Zugseil.

welcher um den Zapfen *d* drehbar ist. Mit *e* ist die Kuppelrolle bezeichnet, die sich im unteren Teil des Gleitkörpers *b* befindet. Wird die Kuppelrolle in bekannter Weise durch eine schräge Schiene gehoben, so drängt die Schlitzführung die Druckrolle des Klemmhebels nach links und öffnet die Klemmbacken. Geht dagegen das Gleitstück *b* unter dem Einfluß des Gewichtes von Gehänge und Wagenkasten nach unten, so schließt sich die Klemme, und zwar wird das angreifende Gewicht einmal durch die Keilwirkung der Schlitzführung, andererseits durch die Hebelübersetzung vergrößert, die im vorliegenden Falle ungefähr 2:1 beträgt. Die Klemme ist bei dieser Anordnung nach beiden

Seiten hin frei, so daß der Apparat, wie Fig. 217 veranschaulicht, ohne zu große Ablenkung des Zugseiles um Leitscheiben herum geführt werden kann und das Problem des selbsttätigen Kurvenumfahrens mit Unterseil befriedigend gelöst ist.

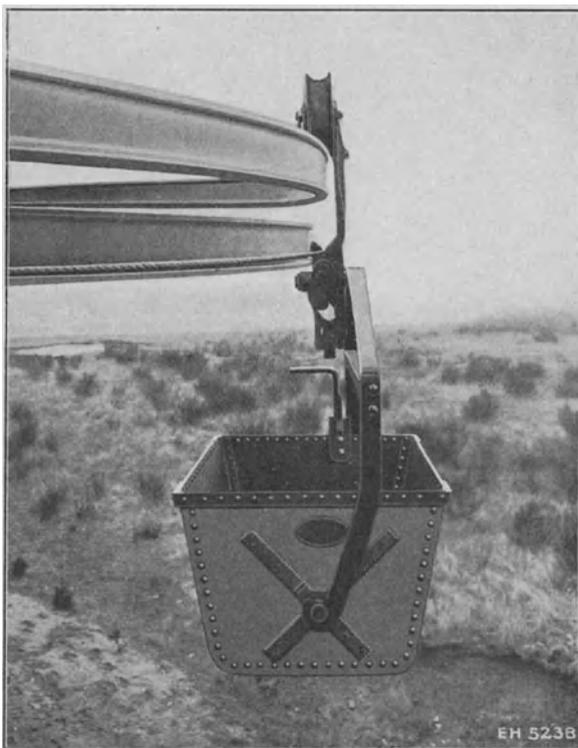


Fig. 217. Umfahren einer Kurve mit dem Heckelschen Kuppelapparat.

Bleichert legt bei seiner neueren, unter Nr. 254781 patentierten Konstruktion nach Fig. 218 den Pendelzapfen *a* über das Zugseil und läßt die Klemme sich nach unten öffnen. Außer den Klemmbacken liegt beim Kurvenumfahren auf der einen Seite noch das oberste schmale Stück des Gehänges zwischen dem Seil und der Leitscheibe. Der Drehzapfen *h* des Klemmhebels *e* ist an einem langen Führungsbalken *c* gelagert, der sich oben im Laufwerk *g* führt, während er in der Nähe der Klemme durch den punktiert angedeuteten Lenker *i* gehalten wird. Oben sind an diesem Führungsbalken ferner die Kuppelrollen *f* und unten der Pendelzapfen *a* angebracht. Lassen die Winkelschienen die Kuppelrollen *f* und da-

mit den Führungsbalken *c* nach unten gehen, so überträgt sich die an dem letzteren angreifende Gehängelast auf den Drehpunkt *h* des Hebels *e*, der mit seinem langen Arm in dem Arm *b*, der von dem Laufwerk *g* nach unten ragt, eine Widerlage findet und infolgedessen mit entsprechender Kraft gedreht wird, während die ganze Klemme sich etwas nach unten verschiebt.

Ein Herausziehen des Seiles aus der Klemme durch nach unten gerichtete Zugseilreaktionen, die durch das Eigengewicht des Seiles unterstützt werden, wird dadurch verhindert, daß die hierbei auftretenden Kräfte die Belastung des Hebels und daher sein Drehmoment und die Klemmkraft vergrößern, so daß die Vorrichtung selbstsperrend wirkt. Damit nicht infolge von Seilreaktionen, die im umgekehrten Sinne, aufwärts, gerichtet sind, ein Heben des Drehpunktes und somit eine Lösung der Verbindung erfolgen kann, wird gegebenenfalls eine automatische Verriegelung vorgesehen (vgl. D.R.P. 255944). Die Anordnung hat den Vorteil langer Führungen für die bewegten Teile. Daß die Kuppelrollen nahe der Laufschiene liegen, ist insofern günstig, als sie auch beim Pendeln des Gehänges die Führungsschienen nicht verfehlen.

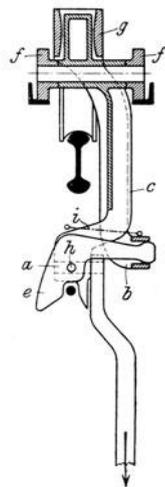


Fig. 218. Kuppelapparat von Bleichert für unten liegendes Zugseil.

#### 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 Fortfalls der mehrfachen Umschlingung der Antriebstrommel, 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. Ausgedehnte Anwendung haben daher die Kettenhängebahnen für den Transport kleiner Einzellasten, wie Glasgefäße, Ziegelsteine, Büchsen, Kisten, Kartons u. dgl., im Innern von Fabriken gefunden. Da die Förderschalen schaukelartig aufgehängt werden, so hat sich für derartige Anlagen der Ausdruck „Schaukelförderer“ eingeführt. Auch die Bezeichnung „Kreistransporteur“ wird oft benutzt.

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. 219. Befestigungsglied der Kreuzgelenkkette.

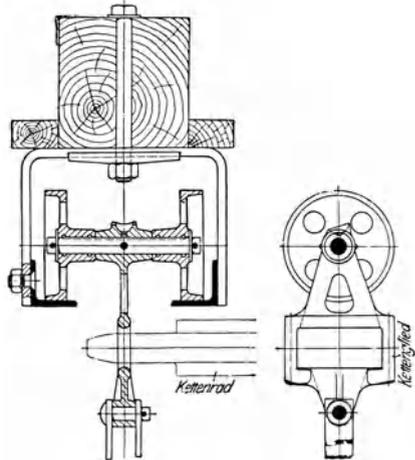


Fig. 220 und 221. Laufwerk des Stotz'schen Schaukelförderers.

Die Befestigungsglieder werden von Stotz nach Art der Fig. 219 ausgeführt, mit zwei Naben, deren obere, wie die Detailzeichnung des Laufwerks, Fig. 220 und 221, 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. 222 und 223) steht an beliebiger Stelle des Kettenstranges. Der ausfließende Schmierstoff, dessen Menge durch einen Hahn oder irgendeine vom Förderer beeinflusste selbsttätige

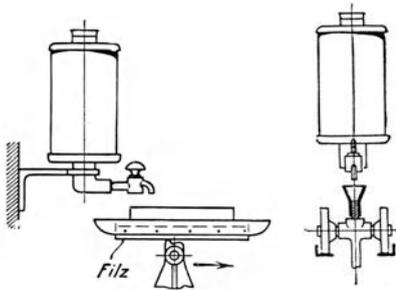


Fig. 222 und 223. Schmiervorrichtung.

Vorrichtung geregelt wird, tränkt einen zwischen zwei Blechschilde geklemmten Filzstreifen. Beim Vorübergehen legt sich die Wand des in der Kettengliednabe ausgesparten Schmiernäpfchens mit leichtem Druck dagegen und streift so das Öl tropfenweise ab.

<sup>1)</sup> Vgl. Band I, 2. Aufl., S. 22 und 23.

Die Fördererlemente werden in Form von ein- oder mehrgeschossigen Tragschalen aus Flacheisenbügeln und Blechen hergestellt

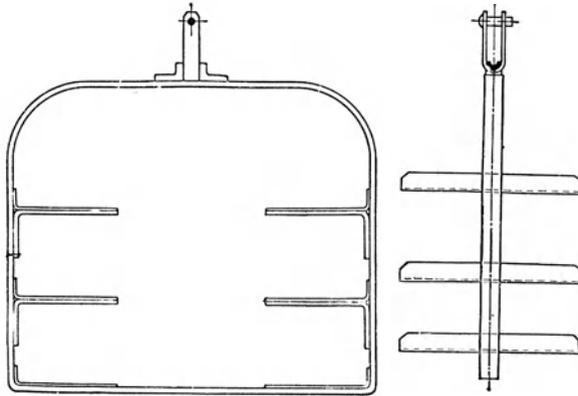


Fig. 224 und 225. Förderschale.

gestellt (Fig. 224 und 225) und nach zwei Richtungen pendelnd an der Kette befestigt.

Der Förderer läuft auf L- oder □-Eisenschienen. Ablenkungen in der senkrechten Ebene werden meist durch Krümmung der Lauf-

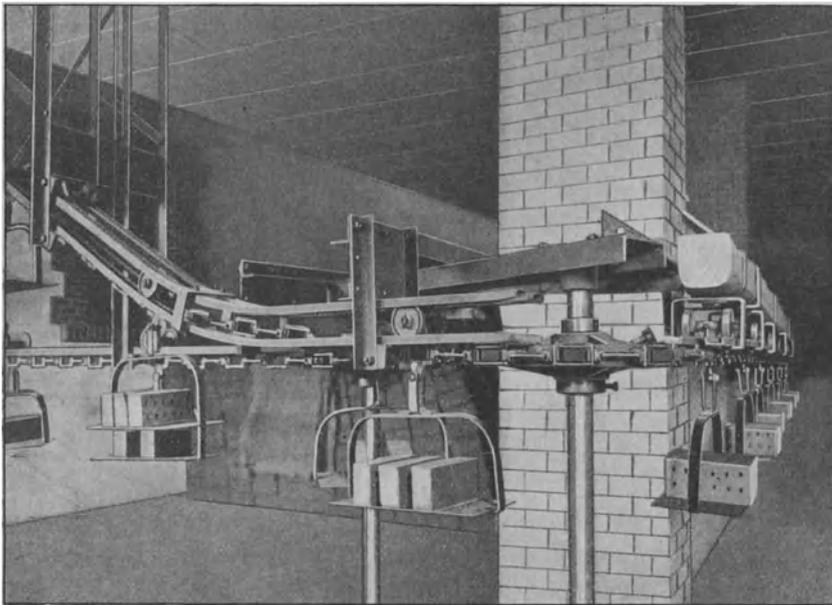


Fig. 226. Stotzsch'scher Schaukelförderer für Ziegelsteine.

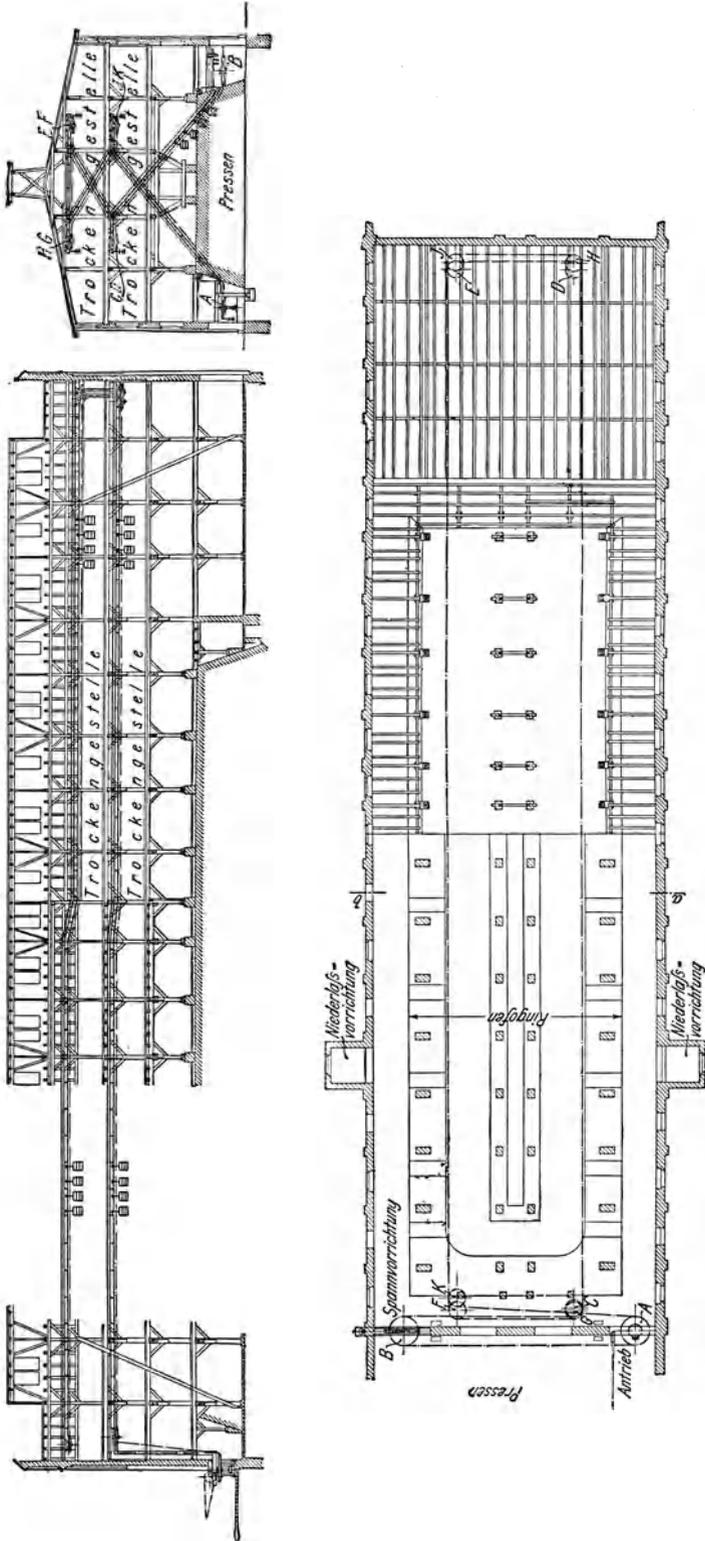


Fig. 227 bis 229. Stotzsch'scher Schaukelförderer für Ziegeltransport.

bahn, Richtungswechsel in der Wagerechten dagegen stets mit Hilfe von Leiträdern überwunden (vgl. Fig. 226). Zum Antrieb dient ein größeres Rad mit senkrechter Welle, die durch ein Schnecken- oder Kegelrad vorgelege bewegt wird. Die Spannung in der Kette wird durch Gewichte unveränderlich gehalten.

Eine charakteristische Schaukelfördereranlage für eine Ziegelei ist in Fig. 227 bis 229 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 Antriebsscheibe *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.

Beachtenswert ist auch ein von der Firma Stöhr für Felten & Guillaume ausgeführter Förderer für Drahringe (Fig. 230 bis 232), vor allem deshalb, weil die Aufnahme und Aufgabe der Ringe automatisch erfolgt<sup>1)</sup>. Das Zugorgan besteht aus einer kalibrierten Schiffs-

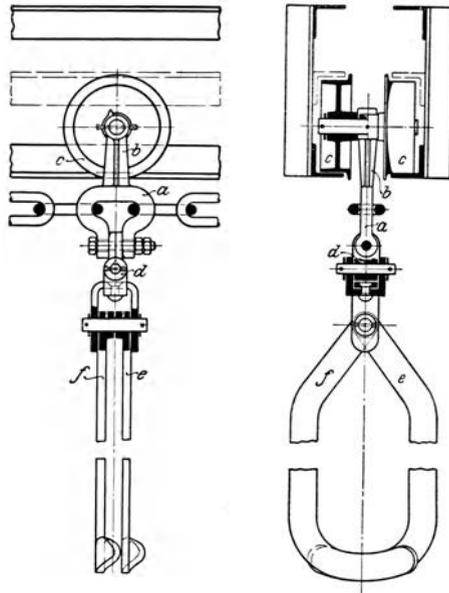


Fig. 230 und 231. Laufwerk des Schaukelförderers von Stöhr.

<sup>1)</sup> vgl. D.R.P. 276 705, D.R.G.M. 565 152, 565 153.

kette von 16 mm Eisenstärke und 70 mm Teilung. In die Kette sind Glieder *a* eingefügt, die einen nach oben ragenden Arm *b* besitzen, an dem ein Zapfen für zwei symmetrisch gesetzte Laufrollen *c* befestigt ist. Das Gehänge, das durch die zangenartigen Teile *e* und *f* gebildet wird, steht mit dem Laufwerk durch ein Kreuzgelenk *d* in Verbindung, so daß es nach allen Seiten frei schwingen kann. In den Zangenhälften hängen die Drahringe, die 35 bis 40 kg wiegen, und von denen in der Stunde 425 Stück zu fördern sind.

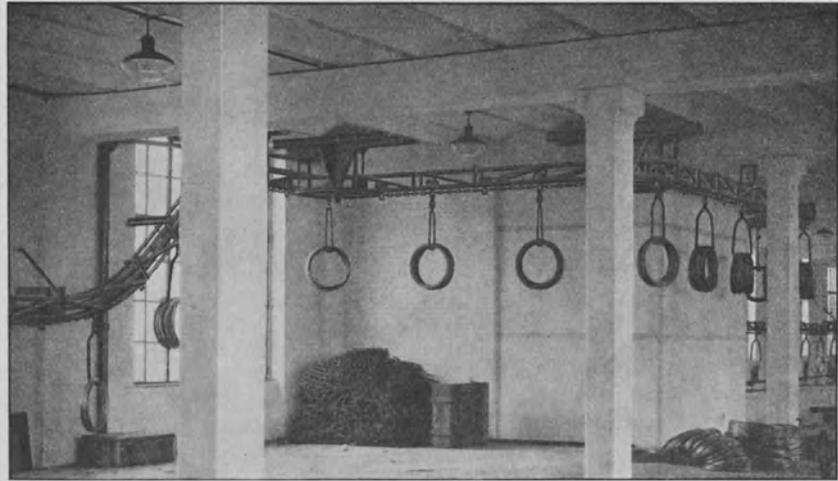


Fig. 232. Kurven des Schaukelförderers von Stöhr.

Der Förderer hat die Aufgabe, die Drahringe vom Eisenbahnwagen aus nach dem Lagerraum im Fabrikgebäude zu bringen, und zwar werden sie vom Waggon aus in eine schräge Rinne gelegt, in der sie der Beladestelle des Förderers zurollen. Die Zangen werden, wenn sie sich der Aufgabestelle nähern, durch Führungseisen gespreizt und schließen sich in dem Moment, wo sie sich über einem der Drahringe befinden. Darauf zieht das Gehänge den Ring aus der Rinne heraus und trägt ihn fort. Für den Abwurf ist ein Wagen vorgesehen, der nach einem beliebigen Punkt des Förderstranges verschoben werden kann und ebenfalls Zuführungseisen zum Spreizen der Zangen besitzt, so daß die Ringe in eine mit dem Wagen verbundene Rinne fallen und so abgeführt werden. Das eigentliche Stapeln geschieht durch Arbeiter.

Recht interessant ist die von der Firma Felten & Guillaume aufgestellte Rentabilitätsberechnung. Zum Ausladen der Ringe aus dem Waggon sind 2 Mann erforderlich, zum Aufnehmen und Stapeln

4 Mann, zusammen also 6 Mann bei 0,50 M. Stundenlohn. Da nach Beobachtung ein Waggon von 11 440 kg Inhalt in 75 Minuten geleert werden konnte, so entfallen auf 10 000 kg ungefähr 3,20 M. an Lohn. Die mittlere Belastung des 15 pferdigen Motors war nur 3,5 KW; auf 10 000 kg berechnet, betragen die Stromkosten 0,15 M. Als Anlagekosten sind 18 000 M. zu rechnen.

Für die zurzeit erforderliche Tagesleistung von 30 000 kg und für 300 Arbeitstage im Jahr ergeben sich damit die Jahresunkosten der Förderung folgendermaßen:

Verzinsung und Amortisation: $15 \frac{0}{10}$ von 18 000 M.	2700 M.
Lohn $3 \cdot 300 \cdot 3,20$ . . . . .	2880 „
Strom $3 \cdot 300 \cdot 0,15$ . . . . .	<u>135 „</u>
	zusammen 5715 M.

Bei Handbetrieb brauchen demgegenüber 6 Mann für 10 000 kg  $3 \frac{3}{4}$  Stunden zu 0,50 M., so daß im Jahre aufzuwenden wären:

$$3 \cdot 300 \cdot 6 \cdot 3 \frac{3}{4} \cdot 0,50 \dots\dots 10\,125 \text{ M.}$$

Die Ersparnis beträgt somit 4410 M. im Jahr.

Dieses für den Schaukelförderer sehr günstige Ergebnis wird nicht wesentlich dadurch beeinträchtigt, daß die Kosten für Wartung und Unterhaltung nicht berücksichtigt sind, zumal auf der anderen Seite die Ersparnis der Kosten für die Benutzung des Aufzuges, die bei Handbetrieb erforderlich war, vernachlässigt ist, außer den bekannten Nebenvorteilen, die sich immer aus der rascheren Erledigung einer Arbeit ergeben.

#### e) Elektrohängebahnen.

Für den Einzelantrieb einschieniger Wagen kommt außer Menschenkraft nur Elektrizität in Betracht, da es sich um kleine Einheiten zu handeln pflegt. Für einschienige Bahnen mit elektrischem Einzelantrieb hat die Firma Bleichert, die diese Bauart in Deutschland zuerst aufgenommen und zu einem hohen Grade der Vollen- dung durchgebildet hat, den Namen „Elektrohängebahnen“ eingeführt.

Auch andere Firmen haben sich inzwischen mit diesem Fördermittel beschäftigt und mit ihren Anlagen zum Teil Erfolg gehabt. Allerdings haben diese Ausführungen, soweit sie bekannt geworden sind, wenig gebracht, was grundsätzlich neu und gleichzeitig von erheblichem praktischem Werte wäre, und im übrigen wird über die Einzelheiten einstweilen noch Stillschweigen gewahrt. Eine eingehende Besprechung dieser Konstruktionen ist mir daher nicht

möglich, dürfte aber auch wohl deswegen überflüssig sein, weil nach Ablauf der Bleichertschen Patente, welche die einfachsten Ausführungsformen decken, wahrscheinlich manche der konkurrierenden Konstruktionen von selbst verschwinden dürften. Es genügt also an dieser Stelle einstweilen, im wesentlichen an Hand der grundlegenden Bleichertschen Konstruktionen und Patente, die Prinzipien des Elektrohängebahnbaues und seine Bedeutung zu erklären.

Vorweg sei bemerkt, daß Elektrohängebahnen mit Windenwagen, für die das, was hier gesagt wird, ebenfalls gilt, unter „Kranen“ (Kapitel 10 c) mit behandelt sind. Sie treten in Wettbewerb mit Anlagen mit Führerstandaufkatzen, während bei elektrischen Hängebahnen ohne Winden Führerbegleitung der Wagen so selten ist, daß diese Fördermethode keiner Besprechung bedarf.



Fig. 233. Bleichertscher Elektrohängebahnwagen auf Kopfschiene.

Die Elektrohängebahnwagen sind zunächst den Drahtseilbahnwagen nachgebildet worden. Fig. 237 (s. S. 142) zeigt noch diese Form. Schwerere, für Sonderzwecke bestimmte Typen haben andere Gehänge erhalten (vgl. Fig. 233), indessen ist der Gesamtaufbau — das Laufwerk, daran pendelnd aufgehängt das Gehänge mit dem als Kippkasten ausgebildeten Fördergefäß — hier immer noch dasselbe. Wesentliche Unterschiede in der äußeren Form weist dagegen der Wagen nach Fig. 234 und 235 auf, der für besonders geringe Bauhöhe konstruiert ist. Dieser Wagen fährt, was nach dem auf S. 104 bereits erörterten Grundsatz

nach Möglichkeit vermieden wird, auf dem Unterflansch eines I-Eisens und besitzt infolgedessen vier Laufrollen; der Wagenkasten ist nicht drehbar, so daß der sonst für das Kippen erforderliche freie Raum gespart wird, und statt dessen mit Seitenklappen versehen, die sich, wenn der Riegelhebel während der Fahrt durch einen Anschlag ausgelöst wird, von selbst öffnen, so daß das Fördergut über den in der Mitte eingebauten Eselsrücken abrutscht. Im übrigen sind die Wagenformen noch mannigfaltiger als bei Drahtseilbahnen.

Für den Antrieb werden, je nachdem, welche Lasten zu befördern sind und welche Steigungen eventuell vorkommen, einer oder zwei Motoren benutzt, die so langsam laufen, daß sie in normalen Fällen die Laufräder mit einer einzigen Übersetzung antreiben. Zweckmäßig wird der Spurkranz der Stahlgußlaufräder als Zahnkranz ausgeführt. Das Ritzel kann nur geringen Durchmesser er-

halten, und es ist daher erforderlich, es aus allerbestem Material herzustellen und leicht auswechselbar zu machen.

Die Motoren werden ohne Anlasser eingeschaltet, und zwar kommt dieses Einschalten bei manchen Anlagen sehr häufig vor; wegen der hierdurch hervorgerufenen hohen Beanspruchung empfiehlt es sich, nur speziell für den Zweck gebaute Motoren zu verwenden.

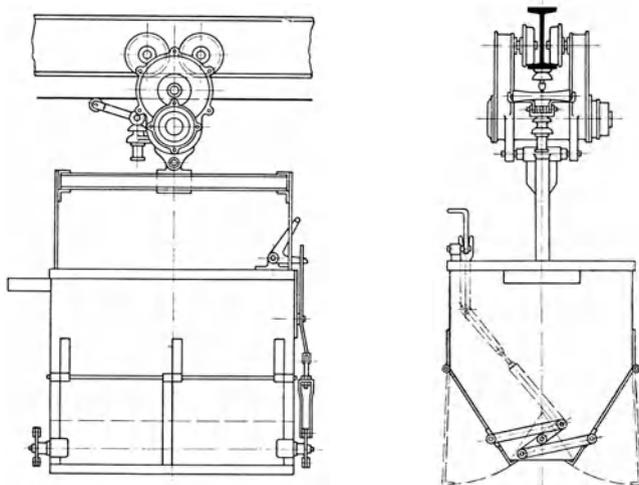


Fig. 234 und 235. Elektrohängebahnwagen an I-Schiene.

Das Laufwerk wird mit einer elektrischen Lösungsbremse versehen, die einfällt, wenn der Strom ausbleibt. Gewöhnlich wirkt die Bremse auf die Motorwelle. Solide Konstruktion der Bremse und leichte Auswechselbarkeit der sich abnutzenden Teile sind besonders wichtig, weil die Bremse infolge des häufigen Anhaltens des Wagens durch die automatische Blockierung (s. unten) sehr stark beansprucht wird und ein geordneter Betrieb nicht möglich ist, wenn sie nicht sicher funktioniert.

Steigungen von mehr als 5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> sind bei Elektrohängebahnen auf keinen Fall zulässig, solange der reine Adhäsionsbetrieb beibehalten wird. Aber auch 5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> ist zuviel, wenn die Bahn durch Regen oder auf andere Weise schlüpfrig werden kann. Die Versuche, die Reibung dadurch zu erhöhen, daß man mittels automatischer Apparate in den Steigungen Sand auf die Schienen bringt oder durch eine Hebelübersetzung eine Rolle von unten gegen die Fahrbahn drückt, haben in der Praxis keine Verbreitung gefunden.

Vereinzelt ist Zahnstangenbetrieb angewandt worden. Wenn aber beträchtliche Höhenunterschiede zu überwinden sind, so daß

mit Adhäsions- oder Zahnstangenbetrieb eine zu große Längenentwicklung notwendig wäre, so werden entweder gewöhnliche, hin- und hergehende senkrechte Aufzüge oder Spezialvorrichtungen benutzt, welche die Wagen in kontinuierlicher Folge zwangläufig über eine schiefe Ebene bewegen. Mit senkrechten Aufzügen lassen sich keine großen Leistungen erzielen, weil immer nur ein oder zwei Wagen gleichzeitig gehoben werden können. Außerdem ist es praktisch schwierig und nicht zweckmäßig, Aufzüge ganz automatisch arbeiten zu lassen, weil bei einer so komplizierten Einrichtung Störungen unvermeidlich wären, und es ist daher wenigstens ein Mann für die Bedienung erforderlich. Die kontinuierlich wirkenden Schrägaufzüge können dagegen völlig selbsttätig arbeiten, da die Fahrbahn der Wagen ununterbrochen durchgeht und nur ein Element eingreift, das die Wagen zwangläufig nach oben befördert.

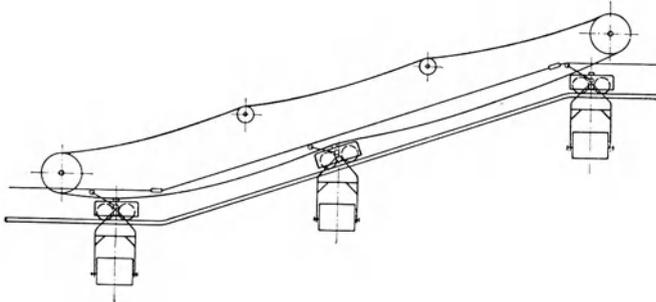


Fig. 236. Schema einer Elektroseilbahn nach Patent 177289.

Am bekanntesten ist das der Firma Bleichert unter Nr. 177 289 patentierte Elektroseilbahnsystem (Fig. 236). Jeder Wagen (Fig. 237) erhält hier außer dem Motor einen normalen Seilklemmapparat (vgl. S. 128).

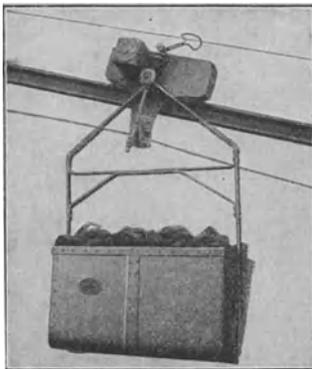


Fig. 237. Elektroseilbahnwagen.

Längs der schrägen Fahrbahn ist ein in ständiger Bewegung befindliches endloses Zugorgan verlegt, und an dieses kuppelt sich der Wagen automatisch, wenn er an den Fuß der Schrägstrecke gelangt. Ist der Wagen hinaufgezogen, so kuppelt er sich oben wieder automatisch ab und fährt auf der anschließenden wagenrechten Strecke unter Strom weiter. In entsprechender Weise vollzieht sich die Abwärtsfahrt.

Als Zugorgan dient bei größeren Höhen Seil, während für kurze, flache Strecken eine Kette ausreicht, die sich

einfach in Gabeln einlegt, die am Wagen angebracht sind. Das System mit Zugseilantrieb ist häufig für die Begichtung von Hochöfen angewandt worden. Die Ausführung einer Elektroseilbahn zeigt die Fig. 238, auf der links eine Strecke einer anderen Elektrohängebahn erscheint.

Auf einem anderen Wege wird die Aufgabe durch den automatischen „Spiralaufzug“ gelöst. Die schräge Strecke ist hier zu einer Schraubenlinie aufgewickelt und die Wagen werden durch eine ständig sich drehende senkrechte Schiene über die Spiralbahn hinaufgeschoben oder herabgeleitet. Unten bzw. oben sind Vorrichtungen erforderlich, die verhindern, daß der Wagen zu einem ungeeigneten Zeitpunkt in die Spiralbahn einfährt und infolgedessen von der Druckschiene seitlich gefaßt und aus dem Gleise geworfen wird. Am oberen Ende ist die Einführung der Wagen im genau richtigen Augenblick ganz besonders wichtig, da sie sonst ein Stück der Spiralbahn frei herablaufen und mit der Druckschiene heftig zusammenstoßen würden.



Fig. 238. Elektroseilbahn der Deutschlandgrube. Bleichert.

Bei mäßigen Hubhöhen und nicht zu großen wagerechten Transportwegen 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, auf denen eine Anzahl Wagen sich hintereinander her bewegen, eine selbsttätige Steuerung notwendig, die den Zusammenstoß zweier Wagen unter allen Umständen verhindert. Die für diesen Zweck konstruierten Blocksicherungssysteme beruhen fast durchweg auf dem Prinzip, daß die Fahrleitung, von der die Wagen den Strom entnehmen, in voneinander isolierte Strecken geteilt ist. Durch den fahrenden

Wagen werden Schalter beeinflusst, welche die soeben vom Wagen durchfahrene Strecke stromlos machen, der dahinter liegenden Strecke aber gleichzeitig wieder Strom geben, so daß der hier haltende Wagen weiterfahren kann. Zwischen zwei Wagen liegt also immer eine stromlose Strecke, während die übrige Leitung dauernd unter Strom ist.

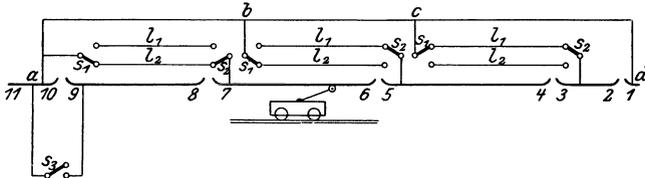


Fig. 239. Schema der Bleichertschen Blocksicherung für Elektrohängebahnen.

Bleichert benutzt ein Blocksystem, dessen Schaltung in Fig. 239 schematisch dargestellt ist<sup>1)</sup>. Die zwischen den Punkten 1 und 10 liegende Strecke der Schleifleitung ist in eine Reihe voneinander isolierter Abschnitte unterteilt, deren jeder von einem in der Fahr- richtung vorn gelegenen Punkte aus seinen Strom durch die Um- führungslleitung  $a b c d$  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 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 Block-

<sup>1)</sup> D.R.P. 184 147.

strecke des anderen Stranges stromlos, so daß ein dort einlaufender Wagen zum Halten gezwungen wird, bis der erste genügenden Abstand hat.

In den letzten Jahren sind zahlreiche weitere Patente auf zum Teil sehr scharfsinnig ausgedachte Blocksicherungssysteme angemeldet und erteilt worden, die darauf beruhen, daß die Teilstrecken abwechselnd unter Strom gesetzt und stromlos gemacht werden. Bei den meisten Konstruktionen dieser Art geschieht das Stromlosmachen der durchfahrenen Strecke in der Weise, daß der Wagen beim Vorbeifahren mechanisch einen Schalter bewegt, während zum Wiederauslösen des Schalters Elektromagnete benutzt werden. Welche von diesen Bauarten praktisch erprobt sind, wird von den betreffenden Firmen einstweilen als Geheimnis behandelt, weshalb eine ausführliche Beschreibung an dieser Stelle zwecklos wäre. Hier sei nur eine rein elektrisch betätigte, verhältnismäßig übersichtliche Einrichtung beschrieben, die der A. E. G. unter Nr. 244414 patentiert ist.

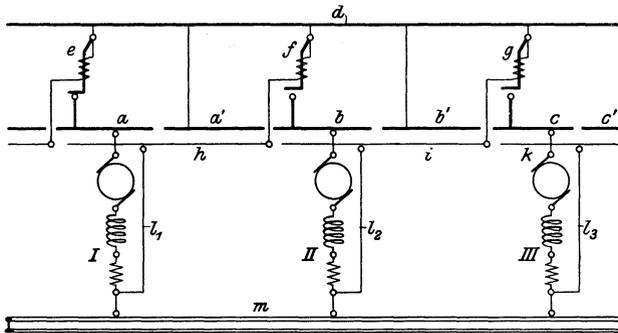


Fig. 240. Blocksicherung der A. E. G.

Wie aus Fig. 240 hervorgeht, ist die Fahrleitung in isolierte Strecken geteilt, von denen die mit  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  bezeichneten an die Speiseleitung  $d$  direkt angeschlossen sind, während die Teilstrecken  $a$ ,  $b$ ,  $c$  durch die Magnetschalter  $e$ ,  $f$ ,  $g$  mit ihr in Verbindung gesetzt werden. Parallel zur Fahrleitung ist eine Hilfsleitung gespannt, die aus den Teilstrecken  $h$ ,  $i$ ,  $k$  besteht, und an der die Hilfsstromabnehmer  $l_1$ ,  $l_2$ ,  $l_3$  der Wagen schleifen. Zur Rückleitung des Stromes dient die Schiene  $m$ . In der Figur ist angenommen, daß sich vor dem Wagen I kein Wagen befindet. Der Magnetschalter  $e$  ist, da er keinen Strom hat, heruntergefallen und stellt eine Verbindung von  $d$  nach der Fahrleitungsstrecke  $a$  her, so daß der Wagen I fahren kann. Durch den Hilfsstromabnehmer  $l_1$  aber ist eine Verbindung von der Speiseleitung  $d$  über  $h$  nach der Schiene  $m$  hergestellt, so daß der Magnetschalter  $f$

vom Strom durchflossen und angezogen wird. Hierdurch ist die Leitung *b* abgeschaltet, und der Wagen II muß so lange halten, bis I die Strecke *h* verlassen hat; der Schalter *f* fällt dann herunter und setzt *b* unter Spannung, so daß Wagen II weiterfährt. Dasselbe gilt entsprechend für den Wagen III.

Ob mit solchen elektromagnetisch betätigten Blockierungen ein ebenso sicherer Betrieb zu erzielen ist, wie mit einer rein mechanischen Vorrichtung, kann nur die Erfahrung lehren.

Erwähnt sei noch eine Schaltungsweise der Siemens-Schuckert-Werke (Fig. 241), die den Zweck hat, auf den Strecken, auf denen

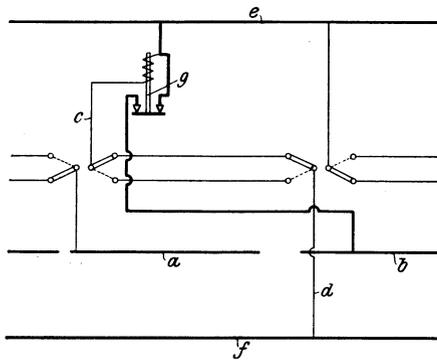


Fig. 241. Schaltung der Siemens-Schuckert-Werke.

gehoben und gesenkt werden soll, und durch die somit ein stärkerer Strom fließt, die Verwendung derselben kleinen Blockschalter zu ermöglichen, wie auf den reinen Fahrstrecken. Die Blockierung an sich ist ebenso gedacht wie in Fig. 239. Auf der hier in Frage kommenden Strecke *b* ist jedoch die Leitung *c*, die den Blockschalter mit der Speiseleitung *e* verbindet, um die Spule eines Relais geführt, während die Leitung *d* nicht an *b*, sondern an die Rückleitung *f* angeschlossen ist. Wenn jetzt die Schalter durch den Wagen so gedreht werden, daß ein Strom durch *c* und *d* geht, so wird durch die Magnetspule der Schalter *g* angezogen und setzt *b* unter Strom. Es ist also auf diese Weise erreicht, daß durch die beiden Schalter nur ein schwacher, für die Erregung des Relais genügender Strom geht, auch wenn die Strecke *b* große Stromstärke erhält.

Auf einem ganz anderen Prinzip beruht die durch Patent 232707

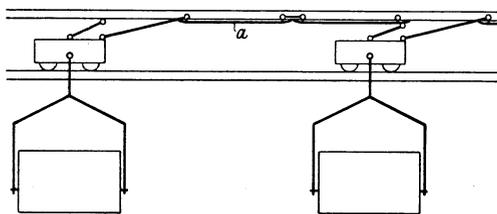


Fig. 242. Blockierung nach Patent 232707. Bleichert.

geschützte Bleichertsche Blockierung (Fig. 242). Hier sind mit jedem einzelnen Elektro-Hängewagen Schlitten *a* aus nicht leitendem Material verbunden, die an der Fahrleitung entlang rollen und von dem Wagen mitgeschleppt wer-

den. Kommt ein nachfolgender Wagen dem ersteren zu nahe, so läuft sein Stromabnehmer auf den Schlitten auf, wird also von der Fahrleitung abgehoben. Der Wagen kommt auf diese Weise zum Stillstand. Das System kann nur für solche Bahnen in Frage kommen, bei denen es erforderlich ist, daß die Wagen sich in sehr kurzen Abständen hintereinander aufstellen.

Für Bahnlinien, in denen Weichen vorkommen, ist eine Sicherung notwendig, die verhindert, daß ein Wagen auf eine offene Weichenzunge fährt und herunterfällt. Das einfachste Mittel ist dasjenige nach Patent 151815. Beim Öffnen der Weichenzunge wird ein Kontakt unterbrochen, der in dem Stromkreis der vor der Weiche gelegenen Teilstrecke liegt, so daß ein hier ankommender Wagen zum Halten kommt. Eine andere Möglichkeit ist die, den Schalter, der dieser Teilstrecke Strom gibt, derart mit der Weichenstellvorrichtung zu verbinden, daß die Weiche nur geöffnet werden kann, wenn der Schalter ausgerückt ist.

In den meisten Fällen entleeren sich die Wagen selbsttätig, indem der Verriegelungshebel während der Fahrt durch einen Anschlag ausgerückt wird. Unter günstigen Umständen, d. h. bei sehr leicht und gleichmäßig fließendem Fördergut, läßt sich nach D.R.P. 167925 auch die Beladung automatisch gestalten, so daß die Elektrohängebahn überhaupt ohne Bedienung arbeitet. Das Prinzip dieser Einrichtung ist folgendes. Der Wagen fährt an der Beladestelle auf einen Waghebel auf, hält hier, da die Leitung ohne Strom ist, selbsttätig an und schaltet gleichzeitig einen Elektromotor ein, der eine das Material aus dem Behälter stetig abziehende Schnecke treibt oder den Verschluß des Behälters öffnet. 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.

In vielen Fällen ist es erwünscht, an der Abgangsstelle der Wagen den Punkt bestimmen zu können, an dem die Wagen sich entleeren sollen. Die einfachste Einrichtung hierfür ist diejenige nach Patent 239873, die in Fig. 243 schematisch dargestellt ist. An dem Wagen befindet sich, auf einer Achse drehbar, das Sternrad *a*, in dessen Arme 1, 2, 3 usw. der Stift *c* eingesteckt werden kann, der

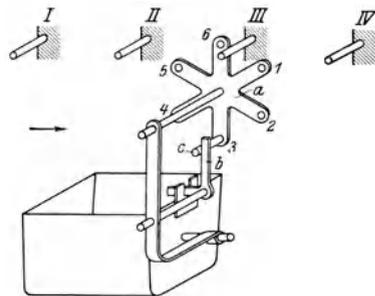


Fig. 243. Feinjustiervorrichtung für die Wagenentleerung. Bleichert.

bei Drehung des Rades gegen den Riegelhebel *b* trifft. Entlang der Fahrbahn sind Anschläge I, II, III verteilt, die beim Vorüberfahren des Wagens das Armkreuz jedesmal um eine Teilung drehen. In dem dargestellten Augenblick trifft das Armkreuz gerade auf den Anschlag III, und die Verriegelung des Kastens wird jetzt durch die Drehung des Armkreuzes gelöst, da der Stift gerade auf dem Arme 3 steckt. Hätte dagegen der Ladearbeiter den Stift *c* an dem Arme 4 befestigt, so wäre *c* durch III nur an *b* herangebracht worden und hätte erst beim Anschlag IV die Entriegelung ausgeführt.

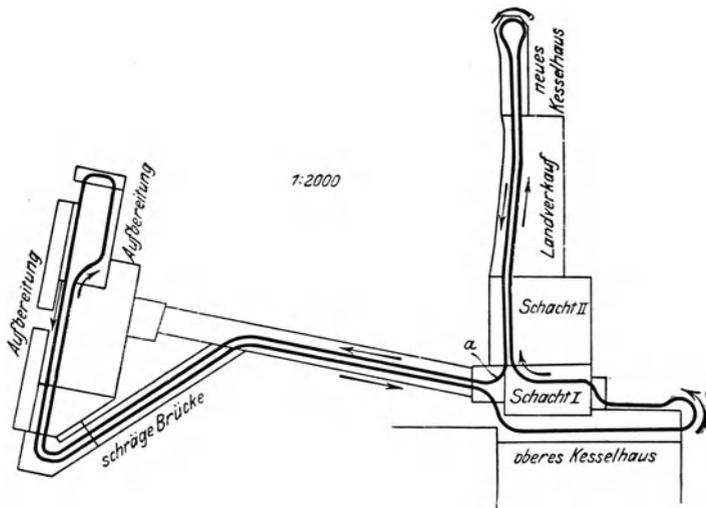


Fig. 244. Grundriß der Elektrohängebahnanlage auf der Deutschlandgrube.

Welchen Wert die Einrichtung haben kann, ergibt sich aus der Skizze der von der Firma Bleichert ausgeführten Elektrohängebahn der Deutschlandgrube in Schwientochlowitz (Fig. 244), die gleichzeitig ein typisches Beispiel für die vorteilhafte Anwendung des Elektrohängebahnsystems überhaupt bildet. Die Wagen werden aus den Füllrumpfen der in der Zeichnung links gelegenen Aufbereitung mit verschiedenen Kohlsorten beladen, gelangen zu einer Elektroseilbahn, die sie über die schräge Brücke auf die Höhe der Bunker hebt (vgl. Fig. 238), und fahren dann auf vielfach gewundenen Wegen zwischen den Schachtgebäuden hindurch nach dem alten Kesselhaus, den Füllrumpfen für den Landverkauf, aus denen Straßenfuhrwerke beladen werden, und dem neuen Kesselhaus, von wo sie zur Aufbereitung zurückkehren, ohne ihre Fahrt unterbrochen zu haben. Irgend eine Bedienung ist auf dem ganzen Wege nicht erforderlich, weil mit Hilfe der oben beschriebenen Einstellung der Ladearbeiter

an der Aufbereitung bestimmen kann, an welcher Stelle der betreffende Wagen sich automatisch entleeren soll, so daß jede Kohlenart in den richtigen Bunker gelangt. Die Bahn fördert mit Wagen von 800 kg Inhalt 50 t Kohle in der Stunde.

Will man bei derartigen Anlagen vermeiden, daß die Wagen unnötigerweise die ganze Bahnstrecke durchlaufen, wenn sie nach einem näher gelegenen Punkt zu fördern haben, so wird zur Abkürzung des Weges eine durch Weichen angeschlossene Umkehrschleife eingebaut.

### f) Förderleistung und Kraftverbrauch.

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

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

Wird Schüttgut in Einzellasten von  $g$  (kg) transportiert, so ist die Förderleistung:

$$Q = \frac{u \cdot g}{1000} = 3,6 \frac{g}{t} = 3,6 \frac{g \cdot v}{a} \text{ (t/st).}$$

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 eine Erhöhung der Geschwindigkeit auf 2,5 bis 3 m/sek. Elektrohängebahnen können Geschwindigkeiten bis zu 3 m/sek. erhalten. Wenn enge Kurven vorkommen, muß jedoch die Geschwindigkeit auf 0,75 bis 1,25 m/sek. ermäßigt werden, damit der Wagen nicht zu weit ausschwingt. Der Winkel, um den der Wagen sich schräg stellt, folgt aus der Gleichung:

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

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  $g$  wird bei kleinen und mittleren Leistungen gewöhnlich zwischen 300 und 800 kg angenommen. Da jedoch in

neuerer Zeit auch von Drahtseilbahnen und Elektrohängebahnen sehr hohe Leistungen verlangt werden, so war es nicht mehr möglich, hiermit auszukommen, und man ist bei Elektrohängebahnen bereits auf 2000 kg Nutzinhalt und mehr gegangen. Für Drahtseilbahnen ist die Grenze dadurch gegeben, daß der Raddruck im allgemeinen nicht über 500 kg gesteigert werden darf. Mit vierrädri gen Laufwerken wären demnach Bruttogewichte bis zu 2000 kg zulässig, in dessen geht man schon deshalb kaum über 1200 bis 1600 kg hinaus, weil so schwere Wagen in den Stationen unbequem zu handhaben sind, selbst wenn Kugellager angewandt werden. Nur beim Transport besonders schwerer und vereinzelt vorkommender Lasten, wie großer Baumstämme oder Steinblöcke, werden ausnahmsweise noch höhere Raddrücke zugelassen; wenn nötig, geht man zu acht Rädern über.

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

Für sehr hohe Förderleistungen werden vielfach Doppelbahnen ausgeführt, deren Tragseile auf gemeinsamen Stützen ruhen. Indessen sind schon Mengen 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 Reibungswiderstand:

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

Bei glatten Schienen kann man im Durchschnitt etwa schätzen  $f = 0,5$  mm, ferner  $\mu = 0,15$  bei neuen,  $\mu = 0,08$  bei eingelaufenen Wagen mit Fettschmierung. Da noch Flanschenreibung und anderes dazukommen, so empfiehlt es sich, mit  $w_1 = 0,01$  für eine vollständig eingelaufene Bahn im Zustande der Bewegung zu rechnen. Dies

würde also dem mittleren Kraftverbrauch entsprechen, während der höchste Kraftverbrauch etwa mit  $w_1 = 0,02$  ermittelt werden kann.

Rollen- oder Kugelaufwerke weisen einen wesentlich geringeren Widerstandskoeffizienten auf als solche mit Zapfen.

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

die Nutzbelastung

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

die 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

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

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:

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

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

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

Der Winkel  $\gamma$  ist bei fester Schiene nach Fig. 191 zu bestimmen aus

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

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:

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

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

$$\operatorname{tg} \alpha_3 = \frac{q l}{2 H} \dots \dots \dots (13)$$

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 eine Vergrößerung der Zugseilspannung  $H$  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 spielt in Anbetracht der großen Scheibendurchmesser keine wesentliche Rolle.

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

$$\sigma_z + \sigma_b = \frac{S}{i \cdot \frac{\pi}{4} \delta^2} + 800\,000 \frac{\delta}{D}.$$

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 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 bebauten, bzw. für Betriebe irgendwelcher Art benutztes Gelände führt. Wo durch herabfallende Stücke Menschen verletzt oder Betriebe gestört werden können, sind Schutznetze (Fig. 245) oder Schutzbrücken anzubringen<sup>1)</sup>.

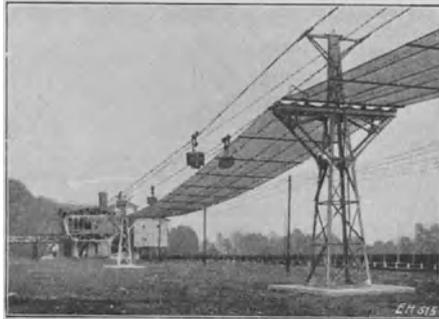


Fig. 245. Schutznetz bei einer Heckelschen Drahtseilbahn zum Transport von Grubenwagen mit Plattformwagen.

<sup>1)</sup> Bezüglich Berechnung der Schutzbrücken vgl. Zentralblatt der Bauverwaltung vom 12. Juli 1913.

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 (vgl. Fig. 246).

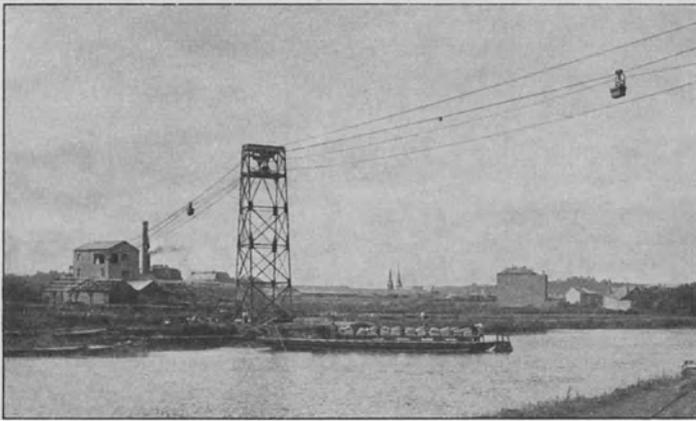


Fig. 246. Überschreitung eines Flusses mit einer Bleichertschen Drahtseilbahn.

Während in starken Steigungen gewöhnliche Förderwagen auf ein Untergestell gesetzt werden müssen, ist bei einschienigen Bahnen ein Übergang aus der Wagerechten in die Steigung ohne weiteres möglich, da die Fördergefäße sich immer richtig einstellen. Dieser Umstand kommt beispielsweise beim Aufschütten von Schlackenhalde und bei der Beschickung von Hochöfen in Betracht.

Der geringere Bewegungswiderstand gegenüber zweiseitigen Bahnen 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 (als Elektrohängebahn) 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 vorteilhafter, 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	18,6	20,0	22,5	28,5	34,2	39,0	43,5
1000	12,8	14,3	17,0	21,5	26,0	30,0	33,6
2000	9,6	10,9	12,8	18,1	22,5	26,1	29,4
5000	8,2	9,6	11,4	16,8	20,8	24,5	28,0

Ausgeschlossen sind bei diesen Angaben etwa erforderliche Betriebsmaschinen, sowie die Gerüste für die Stationen, Spannvorrichtungen und Zwischenstützen nebst den zugehörigen Schrauben. Eingebegriffen 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, wobei Ausführung in Holz und einfachste Verhältnisse vorausgesetzt sind.

**Tabelle 9.**

Förderkosten in Pfennig für 1 Nutz-Tonnenkilometer bei Drahtseilbahnen.

Bahnlänge ( $m$ )	Tagesleistung ( $t$ )						
	50	100	200	400	600	800	1000
500	44	26	16	10	8	7	6
1000	24	15	9	6	5	4	3,6
2000	17	10	6	3,8	3	2,7	2,5
5000	12	7	4,3	2,9	2,3	2,1	2,0

Die Förderkosten für 1 Nutz-Tonnenkilometer bei verschiedenen Längen und Leistungen 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.

### h) Ausführungs-Beispiele.<sup>1)</sup>

#### a) Belade- und Entladestation einer Bremsseilbahn.

(Fig. 247 bis 251).

Die Anlage, zu der die Stationen gehören, dient zum Transport von Erz von der Grube nach der Eisenbahn. Sie ist deshalb als

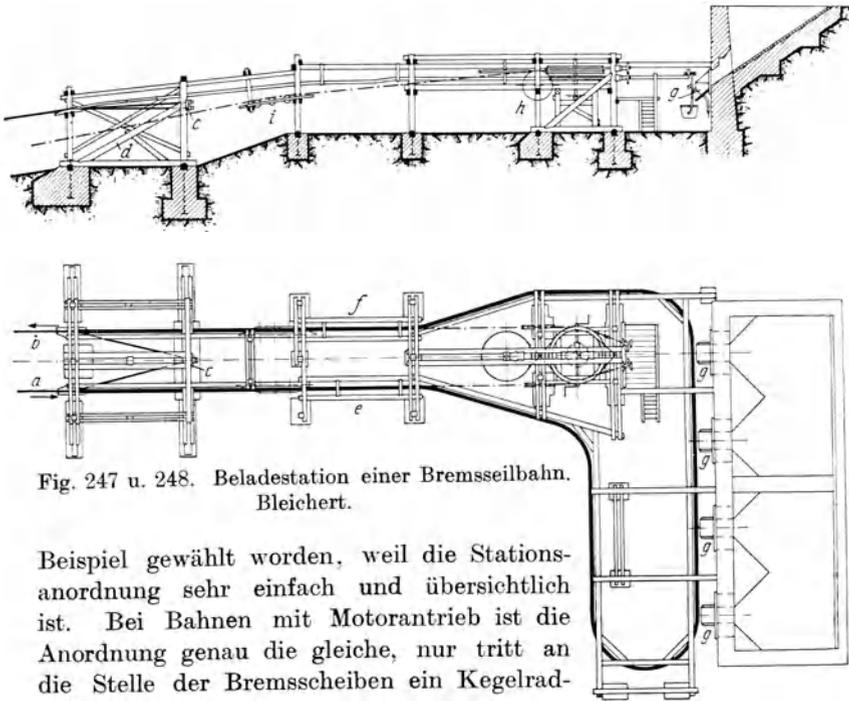


Fig. 247 u. 248. Beladestation einer Bremsseilbahn.  
Bleichert.

Beispiel gewählt worden, weil die Stationsanordnung sehr einfach und übersichtlich ist. Bei Bahnen mit Motorantrieb ist die Anordnung genau die gleiche, nur tritt an die Stelle der Brems scheiben ein Kegelradvorgelege.

Die beiden Trageile *a* und *b* sind beim Eintritt in die obere Station (Fig. 247 und 248) auf besonders geformten sog. Ablenkungsschuhen aufgelagert, dann nach der Mitte hin zusammengeführt,

<sup>1)</sup> Die in der 1. Auflage dargestellte Anlage zur Bedienung eines Lagerplatzes mit einer Drahtseilhängebahn ist fortgelassen worden, weil derartige Aufgaben jetzt vorzugsweise mit Elektrohängebahnen gelöst werden.

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

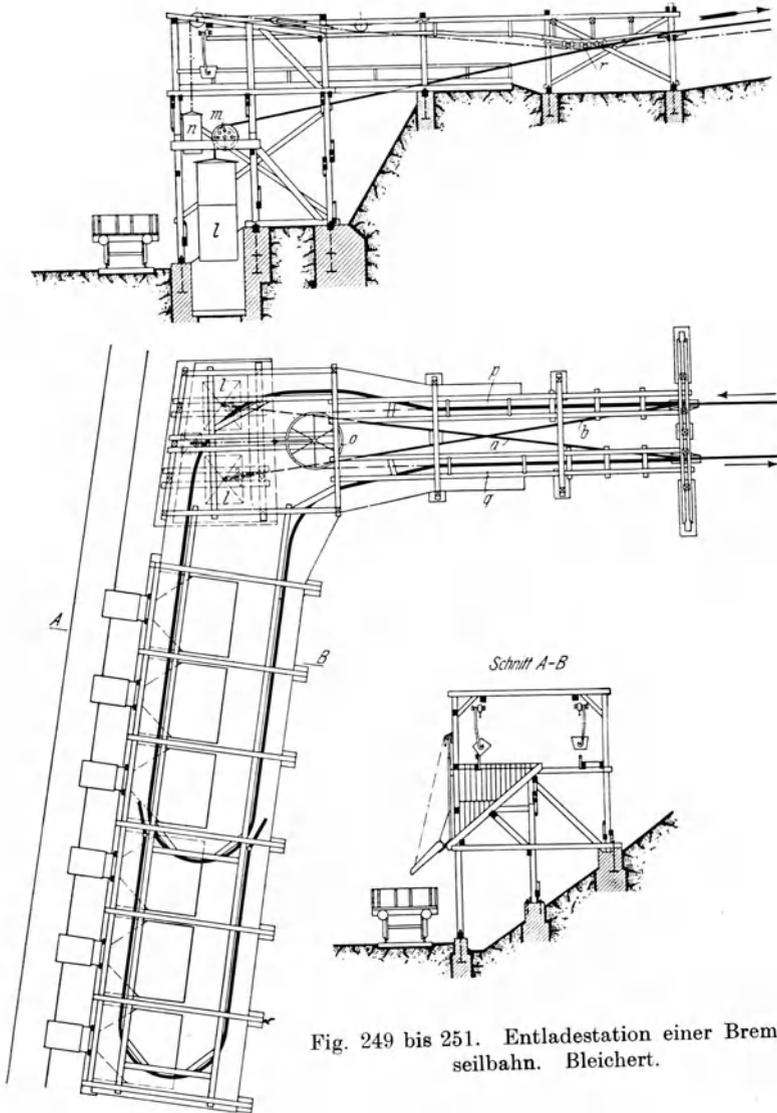


Fig. 249 bis 251. Entladestation einer Bremsseilbahn. Bleichert.

an, die schleifenförmig durch die Station geführt sind. Bei *e* kuppeln sich die Wagen selbsttätig vom Zugseil ab, werden hier von einem Arbeiter in Empfang genommen und vor eine der Auslauf-

schnauzen  $g$  des Füllrumpfes gefahren, deren Verschußschieber durch einen Hebel geöffnet wird und die Ladung in den Wagen hineinrutschen läßt. Der Arbeiter schiebt dann den Wagen weiter bis zur Kuppelstelle  $f$ , um darauf bei  $e$  einen neuen, leer einlaufenden Wagen in Empfang zu nehmen.

Das Zugseil ist in der Station über eine mehrrillige Seilscheibe mit Gegenscheibe geführt. Auf der Welle der ersteren sitzen zwei Bremsscheiben, 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 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 Klemmbanken des Kuppelapparates<sup>1)</sup> einlegt. Wenn der Wagen an den Röllchen  $i$  vorübergeht, so hebt der Kuppelapparat das Seil genügend ab, um den freien Durchgang zu ermöglichen.

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

In der unteren Station (Fig. 249 bis 251) 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  $q$  weitergeschoben. 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 Gleises durch Weichen abschaltbar gemacht. Aus den Behältern gelangt das Fördergut über niederlegbare Rutschen, wie im Schnitt  $A-A$  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. Das Seil wird hier beim Vorübergang der Klemme nach unten abgehoben.

<sup>1)</sup> Siehe Fig. 208.

**β) Aufschüttung von Halden.**

(Fig. 252 bis 256.)

Zur Aufschüttung von Halden werden häufig gewöhnliche Drahtseilbahnen benutzt, deren Endstation man so hoch als möglich baut. Ist hier ein genügend hoher Haufen aufgeschüttet, so wird eine Hängebahn angebaut, auf der die Wagen weiter geschoben werden können, und die nach und nach um die Endstation herumgeschwenkt wird. Auf die erste Schüttung kommt, wenn erforderlich, eine zweite und eine dritte, indem auf der Halde neue Stützen aufgestellt und die Seile höher gelegt werden. Natürlich kann man auch, statt an der Endstation, an beliebigen Stellen vom Trageil aus abstürzen.

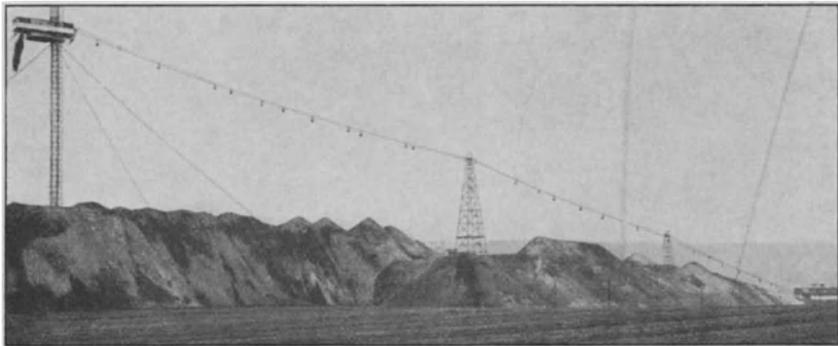


Fig. 252. Heckelsche Haldendrachtseilbahn nach Erhöhung der Endstation.

Einen großen Fortschritt bedeutet dem gegenüber die Heckelsche Konstruktion nach Fig. 252 bis 255. Die Endstation und, soweit erforderlich, die Tragschuhe, die zur Zwischenunterstützung der Seile dienen, sind an rohrförmig ausgebildeten zylindrischen Ständern, die mit Stampfbeton gefüllt und durch Seile nach den Seiten hin abgesteift sind, verschiebbar angeordnet. Zunächst wird von den Seilen und der Endstation aus abgestürzt. Ist die Halde bis an die Trageile und die Station heran gewachsen, so werden die Rohre verlängert und die ganze Seilbahn höher geschoben. Dadurch, daß die Ständer am unteren Teil rings von Material umgeben sind, erhalten sie die nötige Steifigkeit gegen Einknicken.

Die Figuren zeigen eine auch ihrer ganzen Anlage nach interessante Ausführung für die Röchlingschen Eisen- und Stahlwerke. Die Bahn fördert vor allen Dingen granuliert Hochofenschlacke, außerdem aber auch die Abfälle der Kohlenwäsche, Berge und Schlamm, sowie gelegentlich Schutt und andere Abfälle. Diese Stoffe werden auf den drei in der Grundrißzeichnung links erkennbaren Hänge-

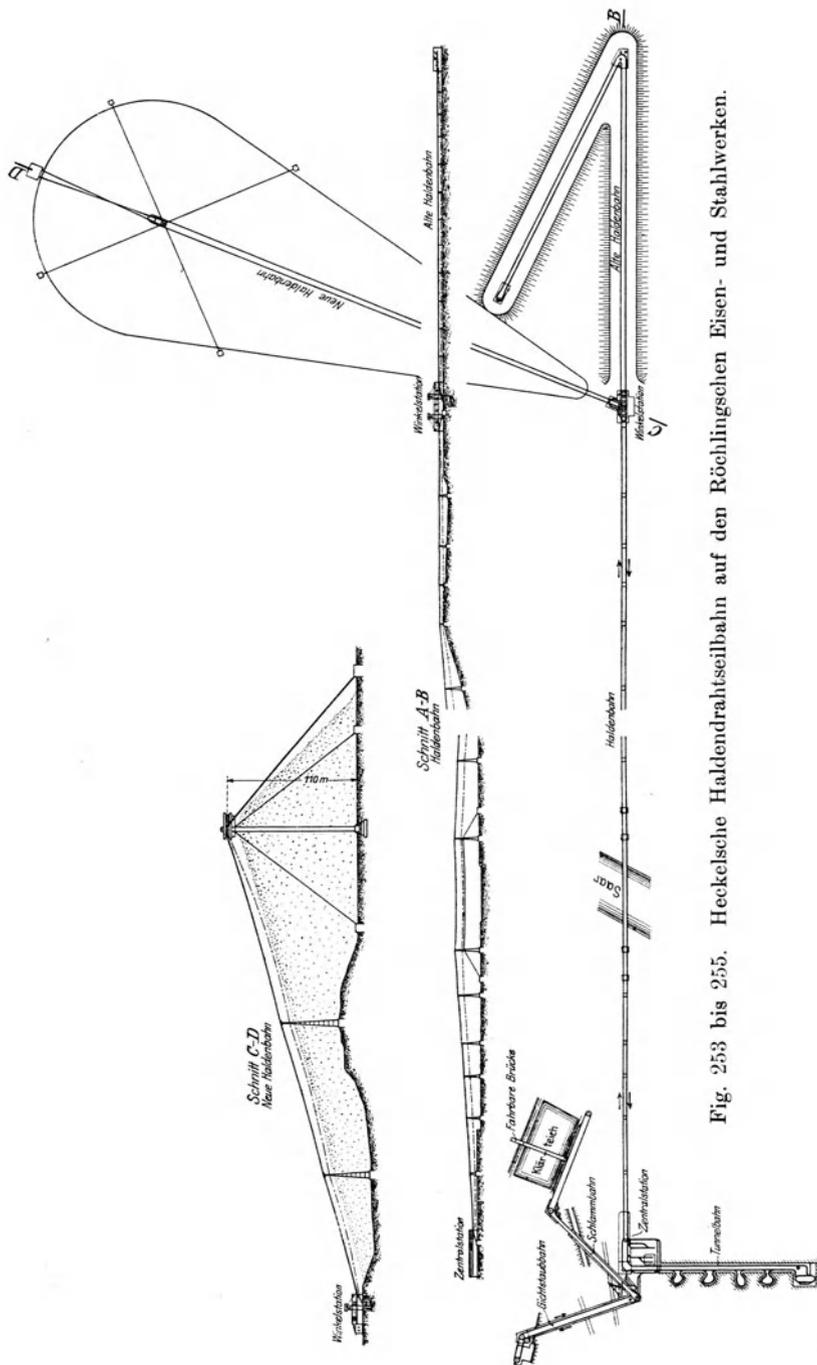


Fig. 253 bis 255. Heckelsche Haldendraishtseilbahn auf den Röchlingschen Eisen- und Stahlwerken.

bahnen nach einer im Werk gelegenen Zentralstation befördert, die den Ausgangspunkt der eigentlichen Drahtseilbahn bildet. Die Bahn geht über das Hüttengelände, dann über das Saartal hinweg und einen bewaldeten Hang hinauf zu einer Antriebstation, die auf einer älteren Halde gelegen ist. Von hier führt eine Nebenstrecke, die aushilfsweise betrieben werden kann, geradeaus, während die Hauptstrecke unter einem stumpfen Winkel abbiegt und über zwei hohe Stützen hinweg nach der in Fig. 252 vorn sichtbaren Endstation führt.

Der Turm, der die Endstation trägt, war anfänglich 50 m hoch. Nachdem im Laufe von drei Jahren die Halde bis an die Station gewachsen war, wurde er um 60 m erhöht, so daß er jetzt eine Gesamthöhe von 110 m besitzt. Nach Angabe der Erbauerin wurde das Hochziehen in drei Tagen erledigt.

Die Wagen folgen einander bei normalem Betriebe in 16 Sekunden Zeitabstand, so daß stündlich 225 Wagen gefördert werden können und die Leistung bei 800 kg Wageninhalt 180 t/st beträgt.

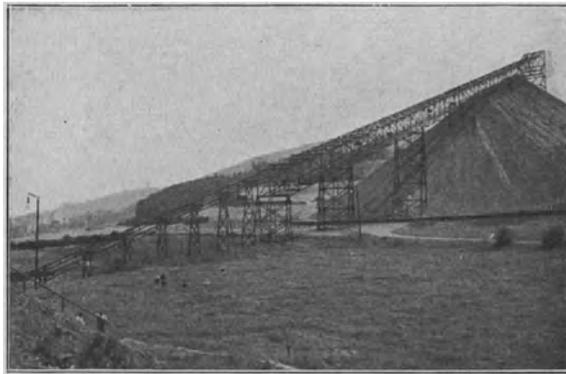


Fig. 256. Haldendrahtseilbahn der Hasper Eisen- und Stahlwerke, System Bleichert.

Ein der Firma Bleichert patentiertes System (Fig. 256) beruht darauf, daß an der Böschung des Haufens hinauf eine starre schräge Brücke verlegt wird. 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 Entladepunktes entsteht ein Schüttkegel, der allmählich bis zur Brücke heranwächst, so daß diese auf der Schüttung selbst eine feste Unter-

lage 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 verlängert 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 etwa 70 t stündlich.

### γ) Drahtseilbahn von 25 km Länge zum Transport von Holz.

(Fig. 257 bis 260.)

Die Anlage verdient Interesse sowohl wegen der besonderen Einrichtungen für die Holzverladung als auch wegen ihrer aus den örtlichen Verhältnissen sich ergebenden Gesamtanordnung.

Die Aufgabe der Seilbahn, die sich in den Siebenbürgischen Karpathen befindet und der Ungarisch-Italienischen Forstindustrie gehört, ist der Transport langer Holzstämmen von der im Lautertal an der Mündung des Balindrubaches gelegenen Beladestation nach der Säge Riu-Sadului. Außerdem sollen nach Bedarf Lebensmittel für die im Gebirge arbeitenden Holzschläger befördert werden. Die Bahn führt in der Hauptsache über ungarisches und nur eine kurze Strecke weit über rumänisches Gebiet. Bei der großen Länge von 25 km hätte die Bahn selbst auf ebenem Gelände in zwei bis drei Teilstrecken zerlegt werden müssen. Für Gebirgsbahnen mit größeren Steigungen und Spannweiten ist aber stets eine weitere Teilung notwendig und auch insofern erwünscht, als es dadurch ohne weiteres möglich ist, die Linie gebrochen zu führen und die am besten geeigneten Geländestrecken auszusuchen. Im vorliegenden Falle zerfällt die Bahn in neun Teilstrecken, die im Längsprofil mit römischen Ziffern bezeichnet sind. Eine zehnte Linie dient als Zuführungsstrecke nach der Station zwischen den beiden Teilstrecken IV und V. Besonders starke Winkel gegeneinander weisen die ersten Teilstrecken auf. Immerhin war es erforderlich, eine ganze Reihe bedeutender Spannweiten einzulegen, von denen die größte 1112 m mißt und damit nahezu die bedeutendste existierende freie Spannung bei Drahtseilbahnen darstellt. Der Höhenunterschied zwischen dem höchsten und dem tiefsten Punkt beträgt gegen 1000 m.



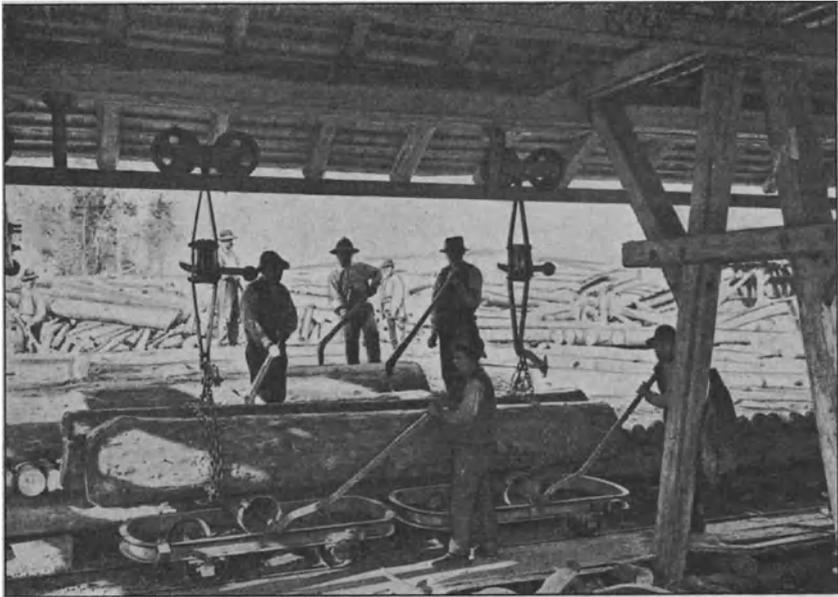


Fig. 259. Beladen der Drahtseilbahnwagen.

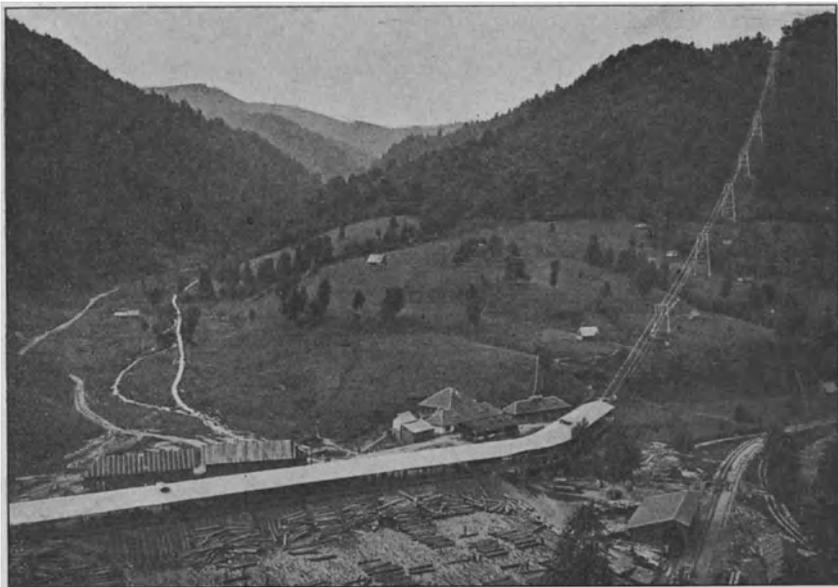


Fig. 260. Teilstrecke IX mit der Endstation.

nach dem Umfang der vorhandenen Stämme naturgemäß sehr ungleich ausfallen und daher die abzubremsende Leistung stark wechselt.

An Einzelheiten ist namentlich die Einrichtung zum Beladen der Seilbahnwagen hervorzuheben, die auf Fig. 259 deutlich erkennbar ist. Die aus dem Walde zugeführten Stämme werden zunächst auf einem Balkenrost gelagert und über diesen nach der Beladestelle der Seilbahnwagen gezogen. Das Befestigen an die Seilbahngehänge geschieht mit Hilfe von Unterwagen, auf denen kurze Trommeln exzentrisch gelagert sind. Die Achsen der Trommeln sind mit langen Hebeln versehen. Soll das Holz aufgebracht werden, so werden die Trommeln, wie Fig. 259 zeigt, hochgestellt und nun die Stämme mit Ketten umschlungen, die an den Seilbahngehängen festgemacht sind. Darauf legen die Leute die Hebel herum und senken dadurch die Trommeln, so daß der Stamm frei schwebt und der Doppelwagen der Kuppelstelle zugerollt werden kann. Die Einrichtung zeichnet sich durch große Einfachheit aus. Zum Abladen der Stämme an der entgegengesetzten Station sind heb- und senkbare Plattformen vorgesehen, die gehoben werden, wenn ein beladener Wagen darüber steht, so daß die Ketten schlaff werden und sich leicht lösen lassen. Die Bühne wird dann wieder gesenkt und die Stämme über einen schrägen Balkenrost auf den Lagerplatz gerollt.

Ziemlich bedeutende Schwierigkeiten hat die Erbauung der Bahn gemacht. Längs der Strecke war eine besondere Straße von 26 km Länge für den Transport der Materialien zu bauen. Wegen des Schneefalls konnte nur während der Sommer- und Herbstmonate gearbeitet werden. Der gesamte Bau wurde in drei Jahren vollendet.

#### d) Hochofenbegichtung mit Elektroseilbahn.<sup>1)</sup>

(Fig. 261 bis 265.)

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 der Wagen auf der Hüttensohle und auf dem Gichtplateau in Kauf

---

<sup>1)</sup> Vgl. S. 142. Sehr sorgfältig durchgeführte vergleichende Wirtschaftlichkeitsberechnungen auf Grund von Versuchen an einer Reihe verschiedener Systeme gibt Dr.-Ing. Lilje in seinem Werke über Hochofenbegichtungsanlagen.

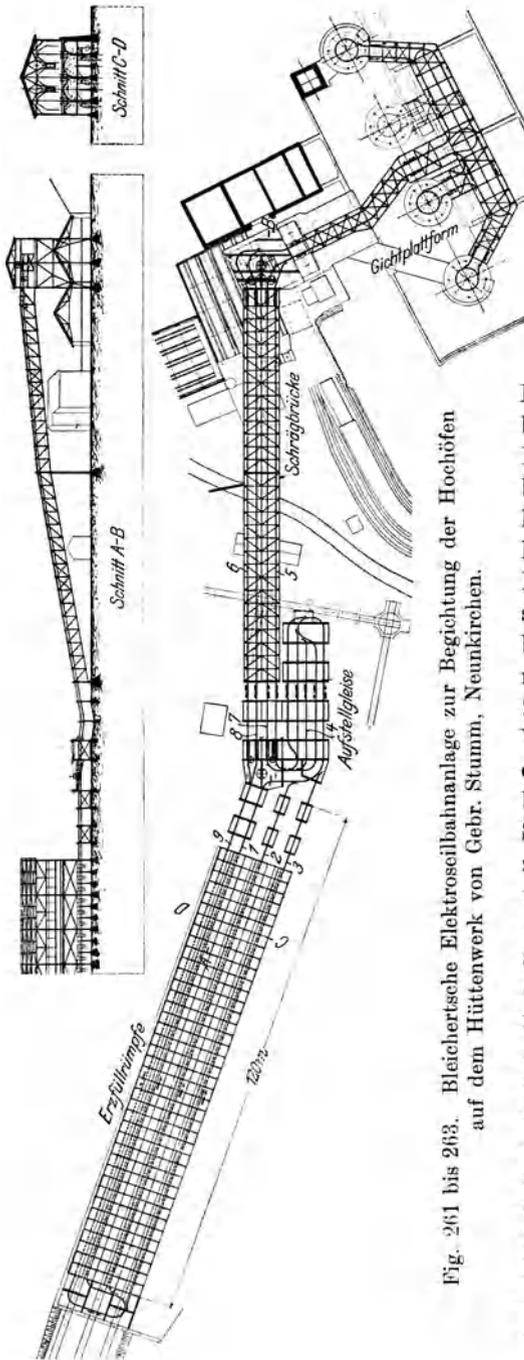


Fig. 261 bis 263. Bleichertsche Elektroeilbahnanlage zur Begiechtung der Hochöfen auf dem Hüttenwerk von Gebr. Stumm, Neunkirchen.

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 Füllrumpfbauwerk geführt und hier entleert werden. Aus den Behältern fließt das Material über Rutschen mit Rundschieberverschlüssen in die Elektrohängebahnwagen, welche die Füllrumpfe auf drei Strängen, 1, 2 und 3, unterfahren. Die Wagen werden, nachdem der den Verschluss 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 Strang 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



Fig. 264. Innenansicht der Schrägstrecke.

Aufstellgleis haltenden Wagen 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. 265). 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.

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

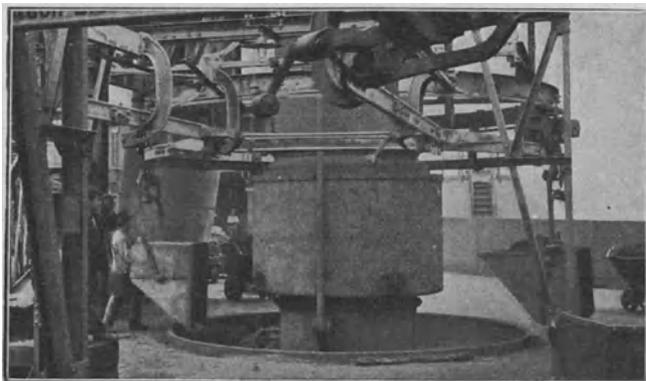


Fig. 265. Auskippen der Wagen in die Gicht.

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 Füllrumpfgebäudes 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 derselbe.

<sup>1)</sup> S. Dingler 1908, S. 621, und das oben erwähnte Werk von Lilge.

## 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

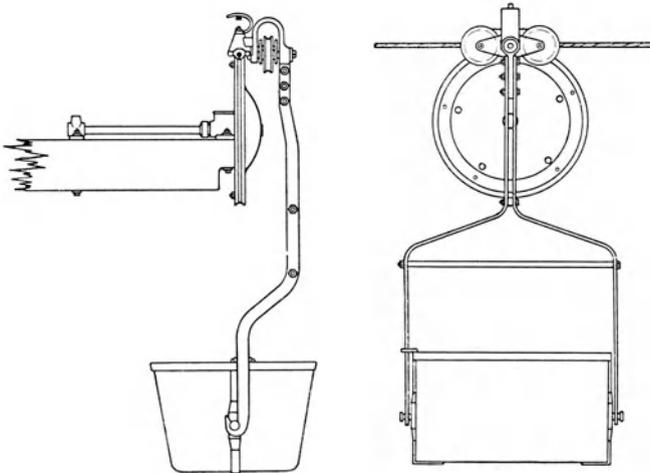


Fig. 266 und 267. Wagen einer Einseilbahn.

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. 266 und 267 dargestellt. Der Schuh, mit dem der Wagen sich auf das Seil abstützt, ist so ausgebildet, daß das Seil ohne Störung über entsprechend weit ausgekehlte Rollen laufen kann. Zur Erhöhung der Reibung kann der Auflagerschuh eine Holz- oder Gummieinlage erhalten, oder er wird mit eingesetzten, gehärteten Stahnnasen versehen, die sich zwischen die Litzen schieben. Um den Wagen in den Stationen vom Seile abzuheben, verwendet

man eine ansteigende Schiene, auf welche die mit dem Schuh verbundenen Rollen auflaufen (Fig. 268). 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. 269 und 270 skizzierte Kniehebelvorrichtung erreicht, die vom Wagengewicht betätigt und ebenfalls durch Auffahren auf eine ansteigende Schiene gelöst wird.



Fig. 268. Beladestation einer Einseilbahn. Bleichert.

Sehr günstig arbeitet der neue Bleichertsche Apparat nach Patent 223 413 (Fig. 271) insofern, als die Klemmkraft nahezu unverändert bleibt, während bei einem Kniehebel nach Skizze 269 und 270 die Wirkung eine ganz andere wird, wenn der Seildurchmesser abnimmt. Den wichtigsten Teil der Vorrichtung bildet der Hebel *c*, der im Punkte *a* am Laufwerk gelagert und durch den Zapfen *b* mit einem Hebel *d* verbunden ist, der sich an der Fläche *e* führt. Sobald der Apparat frei auf dem Seile ruht, drücken sich die Klemmbacken zusammen. Durch Herumwerfen des Hebels *f*, der sich bei geschlossener Klemme mit der gezahnten Fläche *g* oben gegen den Laufwerkskörper legt, wird der Hebel *c* am Zurückgehen verhindert, so daß die Klemme sich während der Fahrt nicht lösen kann.

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. 272 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.

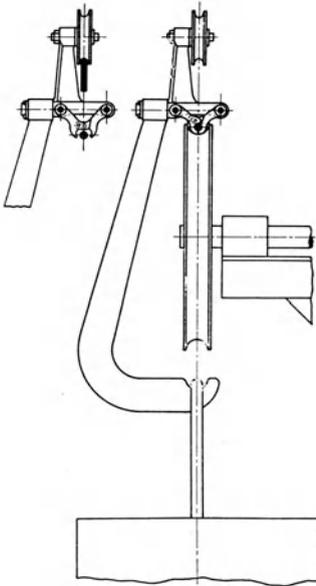


Fig. 269 u. 270. Englischer Seilgreifer mit Kniehebelwirkung.

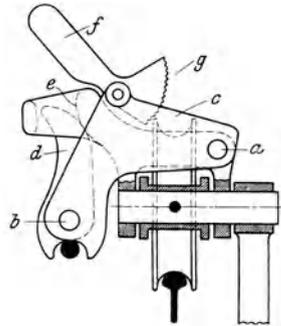


Fig. 271. Bleichertscher Seilgreifer.

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 Abart des englischen Seilbahnsystems stellt die Schiffsbekohlung

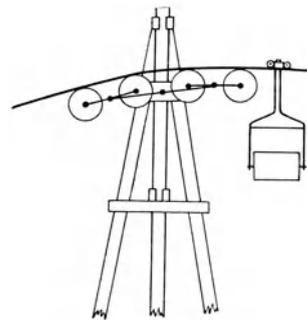


Fig. 272. Rollensystem.

von Lidgerwood dar, die nach dem Schema Fig. 273 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 des Maschinist die Trommel I ein, so daß diese, wie gezeichnet, Seil einzieht, während Trommel II Seil hergeben muß, jedoch ohne daß die Spannung sich ändert. Dies wird durch Einschaltung einer Reib-

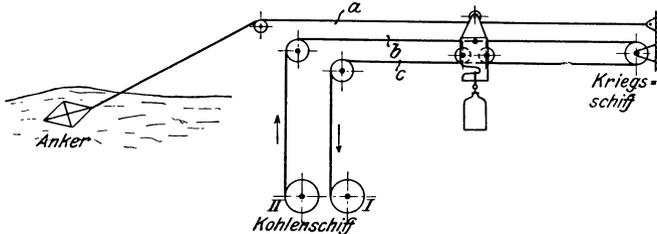


Fig. 273. Schiffsbekohlung nach System Lidgerwood.

kupplung 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.

## 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, die den Hauptvorgang unterstützt bzw. seine konstruktive Verwirklichung 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, das meist durch eine Kette gebildet wird, sind eine Reihe von Förderelementen 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, 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 hauptsächlich solche von im wesentlichen runder Form, also Fässer und Säcke, in Frage. Außerdem 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 Förderelementen.

**a) Aufzüge mit festen Fördererelementen.**

Werden Schalen zur Aufnahme der zu befördernden Güter benutzt, so sind dieselben, damit sie ausreichende Stützung erhalten,



Fig. 274. Faßelevators von Fredenhagen. Leistung 300 Faß stündlich.

an zwei voneinander genügend weit entfernten Gliedern jeder Kette zu befestigen. Eine vollkommen starre Verbindung ist dann aber nicht möglich, weil die Befestigungspunkte ihre gegenseitige Entfer-

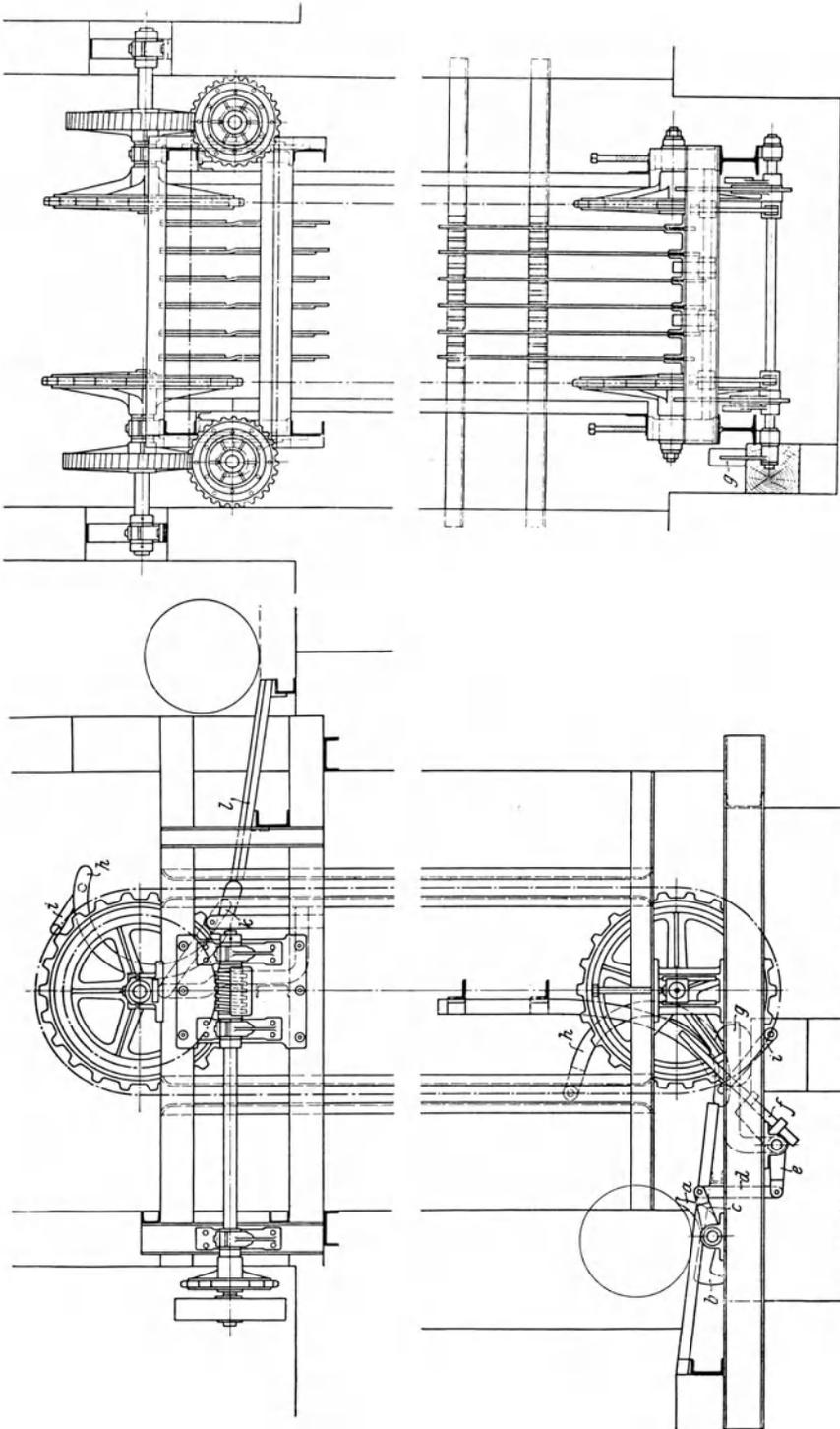


Fig. 275 bis 278. Fabelvator von A. Stotz mit selbsttätiger Aufgaberichtung.

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. 274, 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 oberen Umföhrungsscheibe erleichtert —, so sind beide Achsen mit Tragrollen versehen, die auf Führungsschienen laufen.

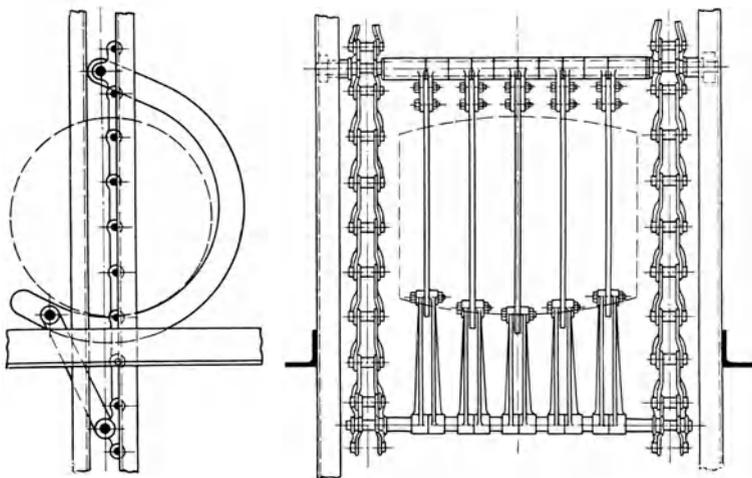


Fig. 279 und 280. Förderschale für einen Faßelevators. A. Stotz.

In Fig. 275 bis 278 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 den Hebel  $a$  vorrollt und nun zur Aufgabe bereitliegt.



Fig. 281. Fahrbarer Sack-Stapelevator von Luther.

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. 279 und 280.

Ähnliche Vorrichtungen werden neuerdings viel zum Stapeln von Säcken benutzt (Fig. 281). Diese Elevatoren sind fahrbar, und außerdem läßt sich der eigentliche Förderer beliebig schräg einstellen, so daß er der jeweiligen Stapelhöhe angepaßt werden kann. Zur Einstellung dient eine Strebe, die mit dem einen Endpunkt an dem Fahrgestell befestigt ist und mit dem anderen durch eine Schraube

oder dgl. an dem Förderer entlang bewegt wird. Da der Elevator bei ziemlich flacher Stellung viel Raum wegnimmt, so macht man ihn meistens noch in der Weise verstellbar, daß das obere Ende

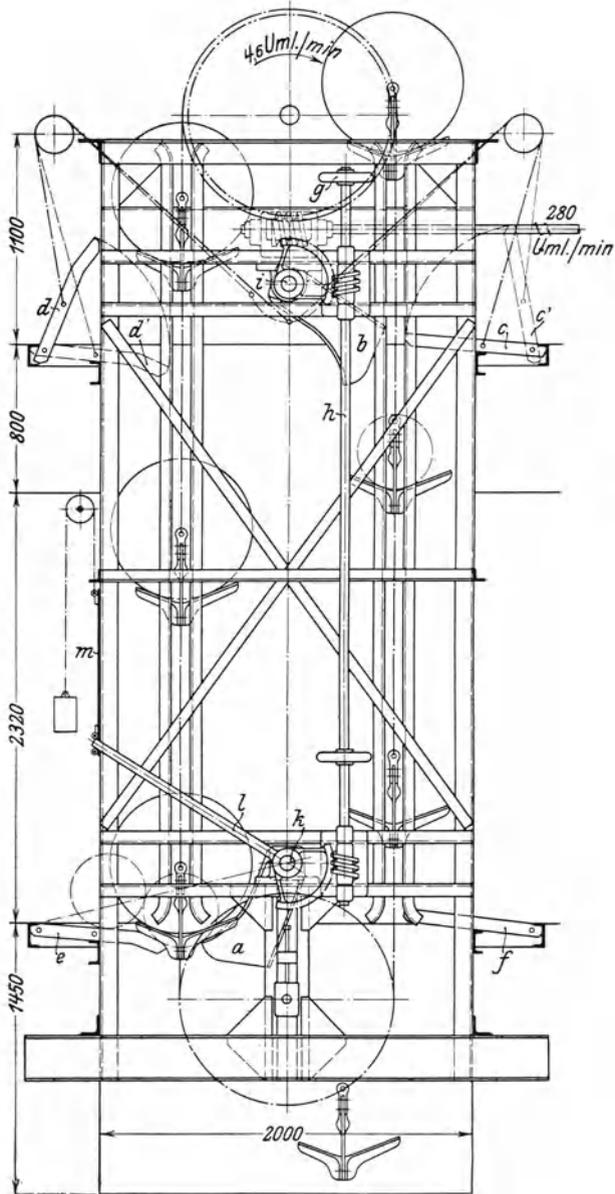


Fig. 282. Schaukelaufzug von A. Stotz. (Seitenansicht.)

herein- und herausgeschoben oder heruntergeklappt werden kann. Die Säcke gleiten auf einer glatten Holzbahn und werden durch einfache, zwischen die beiden Ketten gehängte Mitnehmer bewegt.

Wieviel Bedienungspersonal unten und oben notwendig ist, um die Säcke aufzulegen und abzunehmen, richtet sich nach der Förderleistung. Bei den meist vorkommenden geringen Fördermengen genügt ein Mann an jeder Stelle.

### 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. 282 und 283 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.

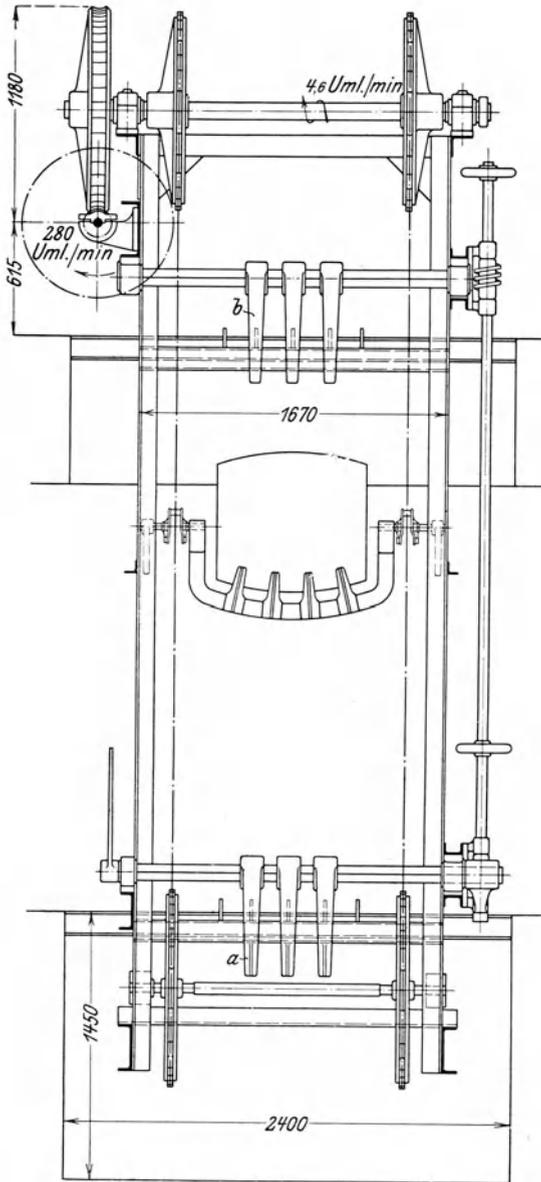


Fig. 283. Schaukelaufzug von A. Stotz. (Stirnansicht.)

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 Rücken-



Fig. 284. Lutherscher fahrbarer Stapellevator für Ölkuchen.

fläche 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 jetzt 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  $k$  gedreht 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 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.

Auch der in Fig. 284 abgebildete fahrbare Stapелеlevator für Ölkuchen besitzt pendelnd aufgehängte Tragelemente und kann sowohl zum Auf- wie zum Abstapeln benutzt werden. Die Zuführungsbahn, die beim Aufstapeln Neigung gegen den Elevator hin hat, ist mit Röllchen versehen, so daß die Kuchen, die zu je dreien aufgelegt werden, sich bis zu einem festen Anschlag vorwärts bewegen und dann von der Förderschale erfaßt werden. Oben, beim Umlaufen der Kettenscheiben, schwingt die Schale frei aus und geht mit ihrer Last nach unten bis zu dem Punkte, wo die Abnahmevorrichtung eingehängt ist. Die Kuchen bleiben hier liegen und können bequem mit der Hand abgenommen werden. Alle sechs Sekunden werden drei Ölkuchen im Gewichte von zusammen 18 kg gehoben. Dies hat sich als die vorteilhafteste Leistung herausgestellt, weil die Leute den Elevator dabei noch bequem bedienen können.

## 8. Kapitel.

### Aufzüge mit Pendelbetrieb.

Aufzüge mit ausschließlich senkrechter Bewegung dienen zur Massengüterförderung in der Weise, daß Stand- oder Hängebahnenwagen 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, so müssen oben und unten wagenrechte 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.

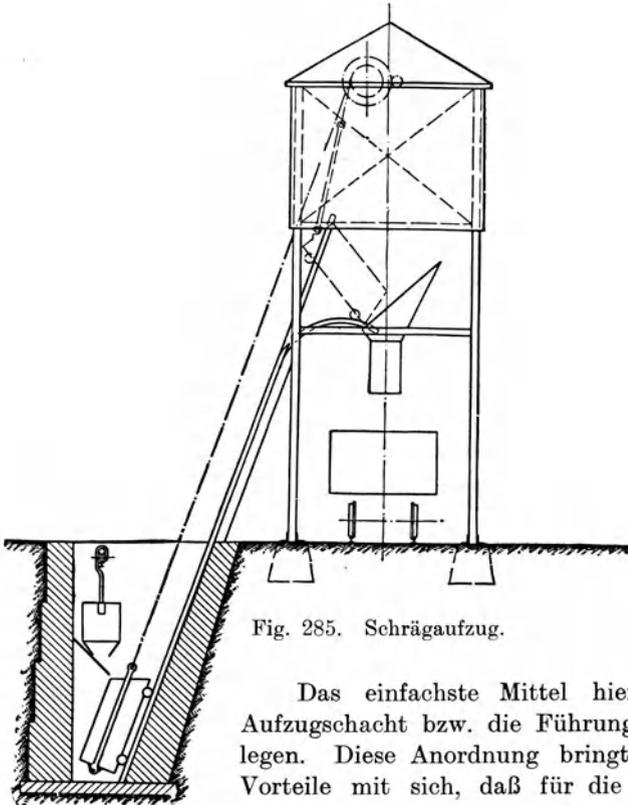


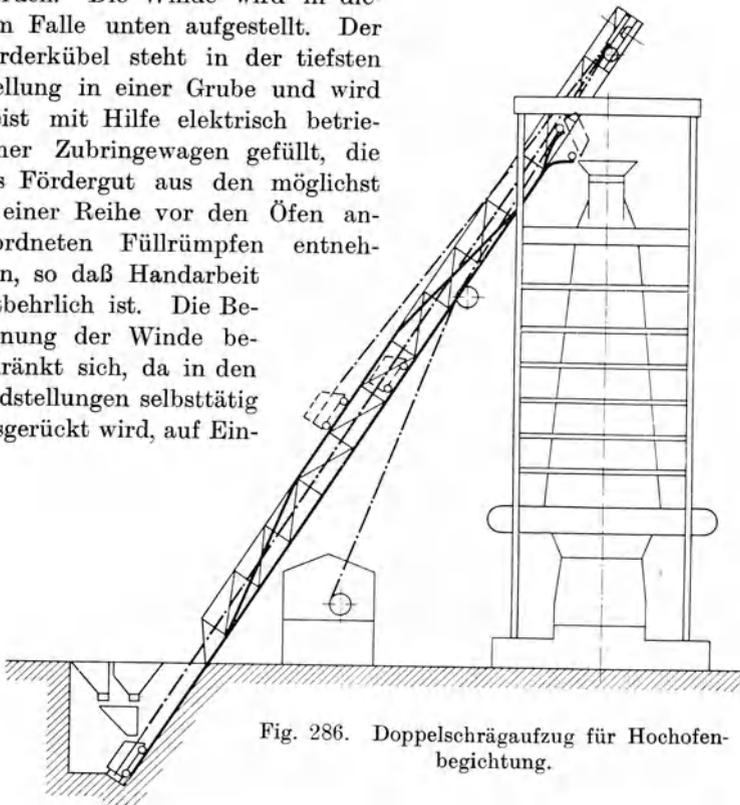
Fig. 285. Schrägaufzug.

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, für das Fördergefäß eine einzige Führung in Form einer Fahrbahn 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. 285 zeigt eine einfache Ausführungsform dieses Aufzugtyps. 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 elektrisch betriebener Zubringewagen gefüllt, die das Fördergut aus den möglichst in einer Reihe vor den Öfen angeordneten Füllrumpfen entnehmen, so daß Handarbeit entbehrlich ist. Die Bedienung der Winde beschränkt sich, da in den Endstellungen selbsttätig ausgerückt wird, auf Ein-



schalten 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 Verbreiterung hat daher der Doppelaufzug nach Fig. 286 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. 287), die sich bei jedem Hube selbsttätig um einen bestimmten Winkel dreht.

Ein anderes Mittel ist das, den Schüttrumpf in mehrere Abteilungen zu zerlegen (Fig. 288). Durch Umstellen der Rinne *r* wird abwechselnd in die eine oder in die andere Abteilung gefördert.

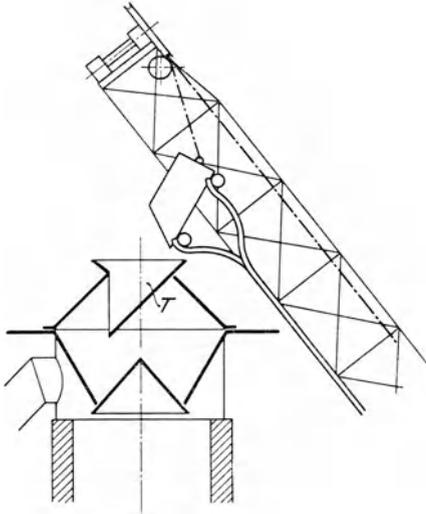


Fig. 287. Verteilung des Materials mit Hilfe einer drehbaren Rutsche.

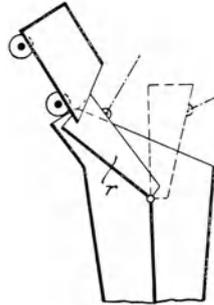


Fig. 288. Doppelschüttrumpf.

Diese Einrichtungen haben sich indessen nicht allgemein eingeführt. Vielmehr ist man von dem Kippkübel wieder mehr und mehr abgekommen und bevorzugt Fördergefäße mit senkbarem kegelförmigem Boden nach Fig. 289<sup>1)</sup>. 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,

<sup>1)</sup> Eine der Hochofenbeschickung nach diesem System ähnliche Kupolofenbeschickung ist in „Stahl u. Eisen“ 1914, S. 1286, beschrieben.

doch ist dazu eine besondere Förderschale oder ein Aufzugwagen erforderlich. Das Gefäß muß, damit nach vollendetem Hube eine kurze vertikale Senkbewegung möglich ist, an dem Aufzugwagen durch einen Hebel oder eine Trommel aufgehängt werden.

Dieser Gedanke wurde zuerst von der Firma Pohlig aufgenommen, welche ihm die in Fig. 290 und 291 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

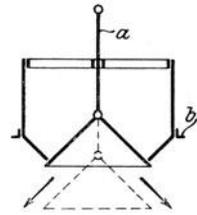


Fig. 289. Fördergefäß mit beweglichem kegelförmigen Boden.

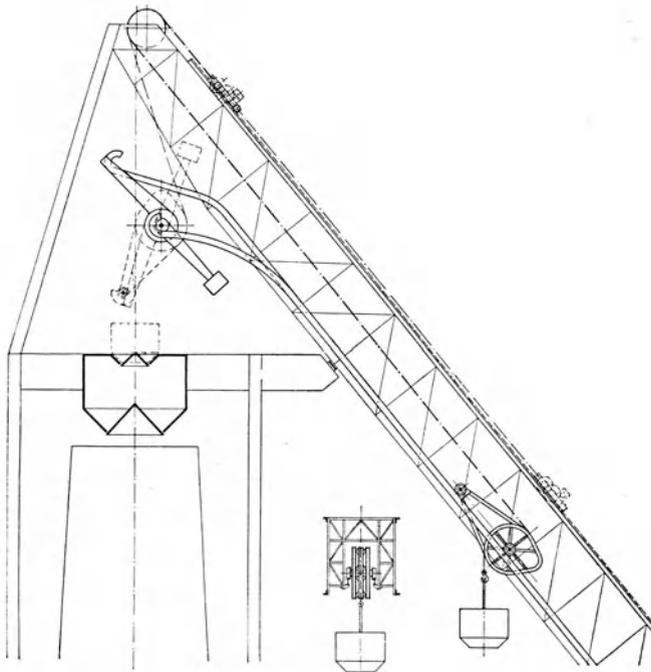


Fig. 290 und 291. Gichtaufzug nach Pohlig.

aus Seilzug, Kübellast und Wagengewicht zwischen die Achsen fällt, da sonst ein Kippen des Wagens 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 Pohligschen Gichtaufzug nahe verwandt ist die in Fig. 292 skizzierte Konstruktion von Stähler und Benrath. 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. 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 Rollenanordnung 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. 292 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.

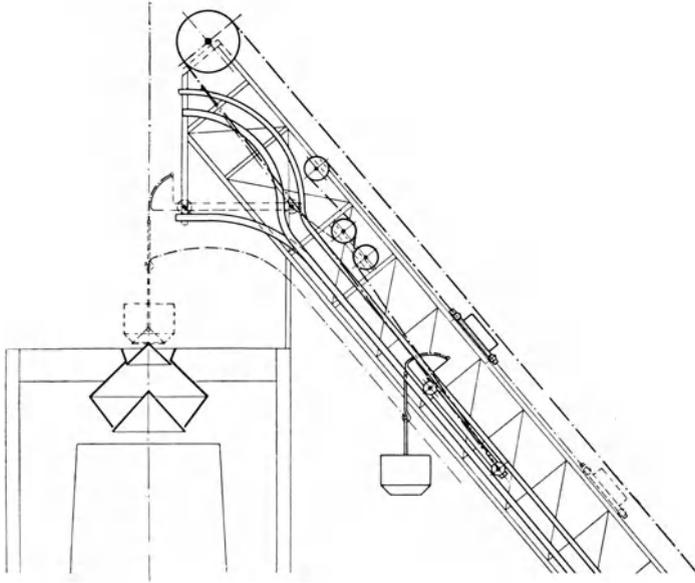


Fig. 292. Gichtaufzug nach Bauart Stähler u. Benrath (Deutsche Maschinenfabrik).

Von den beiden beschriebenen Konstruktionen weicht diejenige der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg insofern erheblich ab, als der Kübel an dem Wagen mit einem Flaschenzug aufgehängt ist und daher ganz beliebig gehoben und gesenkt werden kann. Fig. 293 zeigt das Wesen der Konstruktion. Das eigentliche Aufzugseil *a* ist über eine Rolle geführt, die auf der hinteren Achse *b* des Aufzugwagens sitzt, und bei *c* am Gerüst des Wagens festgemacht. An der vorderen Achse ist durch den erwähnten Flaschenzug *i* der Kübel aufgehängt, und zwar führt das Flaschenzugseil *k* über eine andere auf der Achse *b* sitzende Rolle nach unten und wird durch weitere Leitrollen *d* und *e* nach seiner Windentrommel *f*<sub>1</sub> hingeleitet, die auf derselben Achse wie die Trommel für das Hubseil *a* sitzt und mit dieser gekuppelt werden kann. Wird nun die Trommel *f*

des Flaschenzugseiles gedreht, so hebt oder senkt sich der Kübel; kuppelt man dagegen beide Trommeln, so wird der Wagen verfahren, ohne daß die Flaschenzugseile sich verlängern oder verkürzen. Der Arbeitsvorgang ist demnach folgender.

Der Kübel wird vom Zubringewagen durch Anziehen des Flaschenzugseiles *k* abgehoben (Stellung I). Durch Kuppeln der beiden Trommeln wird der Wagen sodann, indem die Aufzugtrommel ebensoviel Seil aufwickelt, wie die Flaschentrommel hergibt, auf die Höhe der Hoch-

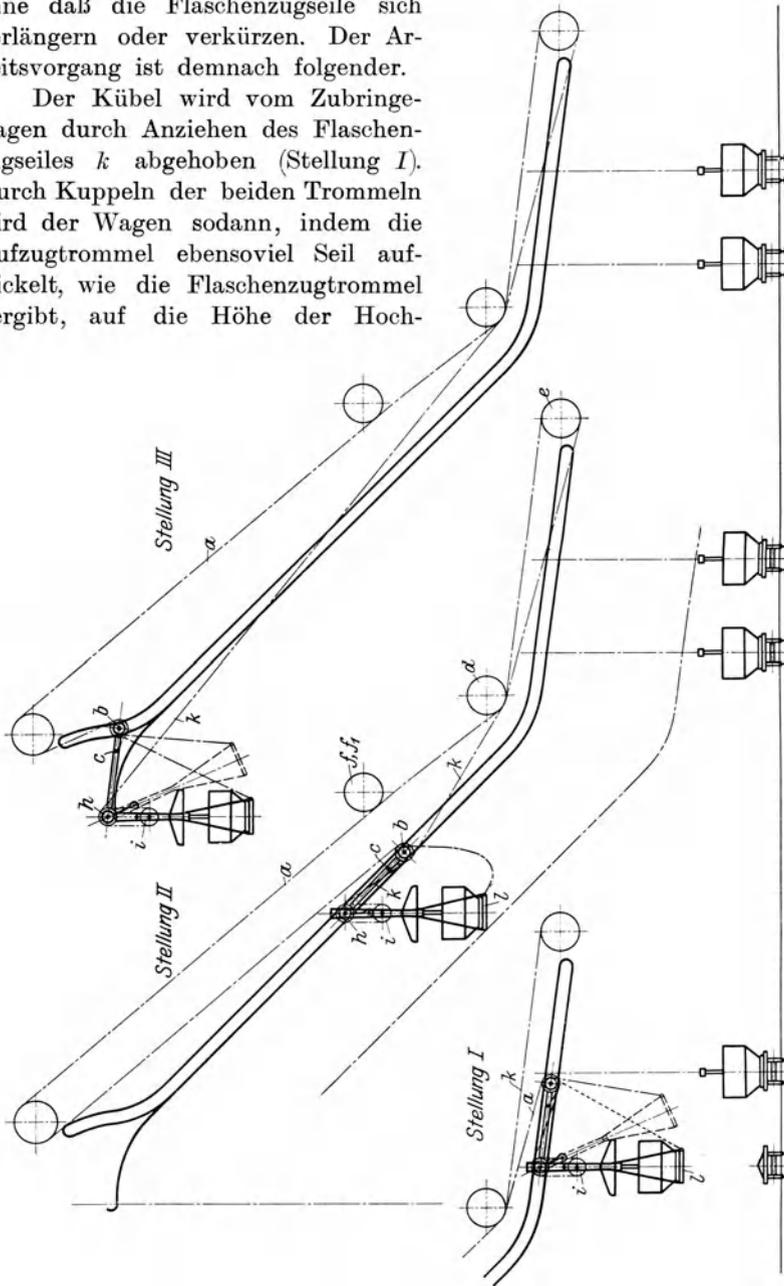


Fig. 293. Giehtaufzug nach der Bauart der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G.

ofengicht gefahren (Stellung *II*), und nun gelangen die vordere und die hintere Achse auf getrennte Fahrbahnen, derart, daß die vordere Achse *h* zur Ruhe kommt, während die hintere Achse auf einer kreisförmig gebogenen Schiene weiter gehoben wird (Stellung *III*). Hierbei wird die von der Trommel ablaufende Länge des Gegenseiles, wie aus der Figur hervorgeht, dazu verwandt, um den Flaschenzug zu verlängern und den Kübel zu senken, der sich nun, wie bei den anderen Konstruktionen, auf den am Hochofen befindlichen Ring aufsetzt und sich entleert. Der Hauptvorteil der Anordnung liegt darin, daß es ohne weiteres möglich ist, von einer Reihe verschiedener Zubringegleise Förderkübel abzunehmen (vgl. Stellung *I* in Fig. 293), ganz gleichgültig, wie tief diese Gleise unter der Fahrbahn des Aufzugwagens liegen. Da der Kübel sich in größerer Höhe über die nicht benutzten Gleise hinweg bewegt, so wird der Betrieb auf diesen nicht gestört. Der Kübel läßt sich auch zur Beladung von Hand in eine Grube versenken. Die Winde kann ohne weiteres zur Demontage des Gichtverschlusses benutzt werden.

Zur Sicherung gegen Unglücksfälle verwendet die Firma zwei Haken, in welche die Unterflasche sich beim Übergang auf die ansteigende Bahn automatisch einhängt, und eine ausschwenkbare Plattform *l*, die sich während der Fahrt unterhalb des Kübels befindet. Aus den Skizzen geht ohne weiteres hervor, wie diese Plattform, die durch eine Kette mit der hinteren Achse des Wagens verbunden ist, sowohl in der höchsten Stellung wie auch während der Fahrt über den Zubringegleisen dadurch automatisch zur Seite geschwenkt wird, daß die hintere Achse sich gegenüber der vorderen hebt.

Durch besondere Maßnahmen hat man erreicht, daß das Gegengewicht für den Wagen sich der jeweils erforderlichen Kraftäußerung anpaßt, also eine andere Wirkung ausübt, wenn der Wagen auf der nahezu wagerechten Strecke über den Entnahmegleisen verkehrt, als wenn er sich auf der steil ansteigenden eigentlichen Hubstrecke bewegt. An den eigentlichen Gegengewichtswagen sind zu dem Zwecke mehrere Hilfswagen angekuppelt, und das so gebildete Gewicht ist auf einer gekrümmten Bahn geführt, welche die Gegengewichte erst voll zur Wirkung kommen läßt, wenn der Förderwagen auf die steile Strecke übertritt.

In den Fig. 294 und 295 ist ein Zubringerwagen für Koks nach Ausführung der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg dargestellt. Der Kübel hängt an einem Ausleger *a*, der als zweiarmer Hebel ausgebildet ist und sich durch ein elektrisch angetriebenes Windwerk *b* heben und senken läßt. Diese Bewegung macht es möglich, den Kübel in den Flaschenzug des Aufzugwagens einzuhängen, ohne daß dieser bewegt wird. Der ganze Apparat steht, maschinell drehbar, auf dem

Unterwagen, an dem die Fahrwerke montiert sind. An dem Oberteil ist ferner noch eine Vorrichtung angebracht, um den Kübel für sich allein zu drehen, wodurch ein gleichmäßiges Beladen gesichert werden soll. Diese Einrichtung besteht aus einem Elektromotor *c* mit Schneckenrad- und Stirnradvorgelege, durch welche zwei federnd gelagerte konische Reibungsräder *d* bewegt werden, die eine Drehung des

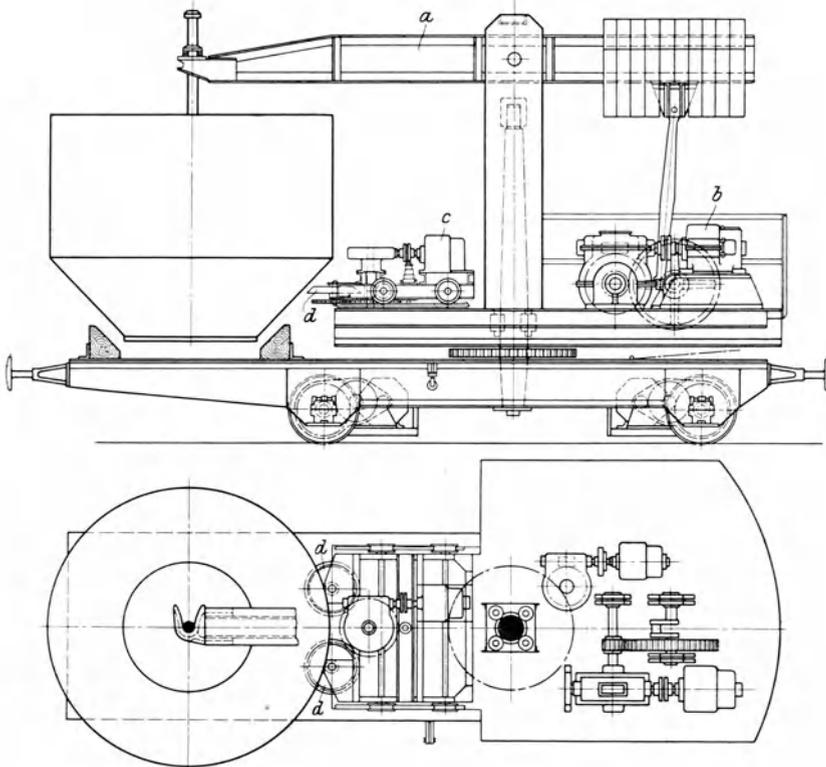


Fig. 294 und 295. Zubringerwagen der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G.

Kübeln herbeiführen, wenn sie an dessen Wand anliegen. Dies läßt sich durch Verschieben des Wagens, auf dem die Drehvorrichtung gelagert ist, bewirken. Der Kübel hängt an einem Kugellager, so daß er sich leicht drehen läßt. Mit dem oberen Tragknopf wird die Kübelstange in das Tragorgan des Aufzugwagens eingehängt.

Bei den zuletzt geschilderten Begichtungsverfahren ergibt sich weit bessere, symmetrische Verteilung des Materials als bei den älteren, amerikanischen Schrägaufzügen, auch wird der Koks geschont, da die Fördergefäße direkt aus den Vorratsbehältern oder vom Lager-

platz gefüllt werden 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, ist erleichtert. Die Öfen können durch eine

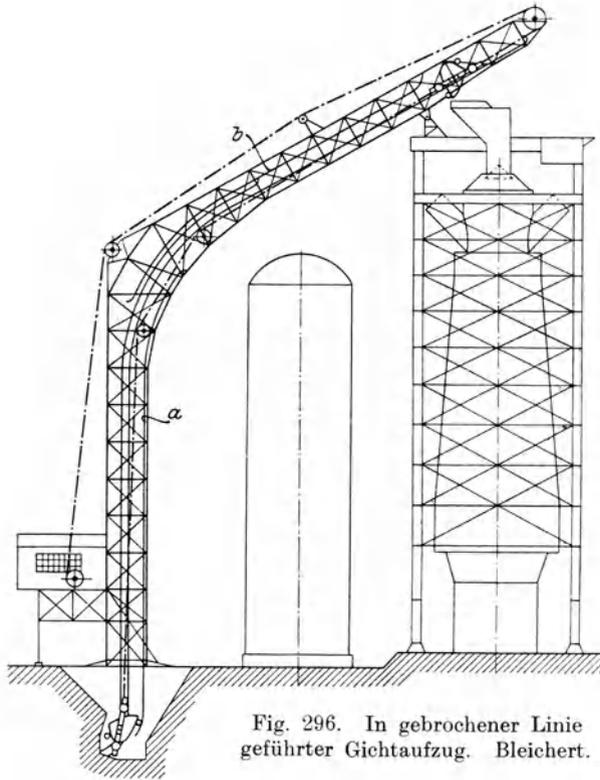


Fig. 296. In gebrochener Linie geführter Gichtaufzug. Bleichert.

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. 296 in gebrochener Linie geführt werden. An der gekrümmten Übergangsstelle sind Rollen angebracht, die das Seil ablenken, so-

<sup>1)</sup> Vgl. Kap. 5.

lange 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.

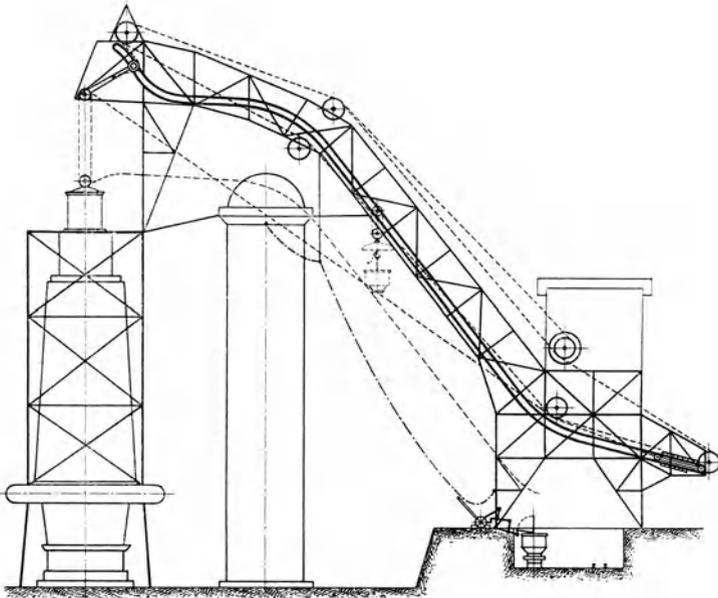


Fig. 297. Gichtaufzug mit gekrümmter Fahrbahn.  
Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.

Besonders vorteilhaft kann in derartigen Fällen auch das in Fig. 293 skizzierte System der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg sein. Da der Kübel, über Mitte Ofen angelangt, sich beliebig tief senken läßt, so darf die Fahrbahn auf irgendeine Höhe gelegt werden, die sich aus den Verhältnissen als zweckmäßig ergibt. Man kann also die Winderhitzer stets überschreiten, gleichgültig, welche Höhe sie dem Ofen gegenüber haben. Fig. 297 gibt einen solchen Fall; die Mittelebene des Aufzuges geht hier zwischen den beiden vor dem Ofen stehenden Winderhitzern hindurch. Die Hauptdaten der für die Société Russo-Belge in Enakievo gelieferten Anlage sind folgende:

Höhe der Winderhitzer . . . .	35 m
Höhe des Ofens . . . . .	30 m
Inhalt des Förderkübels . . . .	8 cbm
Gewicht einer Kokscharge . . . .	3600 kg
Gewicht einer Erzcharge . . . .	10000 kg
Dauer einer Auf- und Abfahrt .	4,5 Min.
Anzahl der Fahrten in der Stunde	10
Stärke des Antriebsmotors . . .	100 PS.

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 100 pferdiger Motor. Häufig wird der Kübelinhalt indessen sehr viel größer genommen<sup>1)</sup>.

Verwandt mit dieser Bauart von Hochofenaufzügen ist die sogenannte Skipförderung im Bergbau, die sich seit kurzem einzuführen beginnt. Nach dem heute üblichen Förderverfahren werden die Grubenwagen auf eine Aufzugschale gefahren und so gehoben. Dabei sind außer der Nutzlast große tote Massen zu bewegen, deren Beschleunigung angesichts der hohen Fördergeschwindigkeiten beträchtliche Energiemengen verzehrt und zu Schwierigkeiten bei der Konstruktion der Fördermaschinen führt. Bei der Skipförderung — richtiger und einfacher wäre es nach meiner Ansicht, von „Kübelförderung“ zu sprechen — wird das gewonnene Material aus den Grubenwagen in einen Füllrumpf gekippt und aus diesem ein großer Förderkübel gefüllt, der senkrecht oder auf einer schiefen Ebene nach oben gefördert und hier selbsttätig entleert wird. Das Eigengewicht des Kübels ist natürlich sehr gering im Verhältnis zu den toten Gewichten bei dem alten Verfahren.

In Fig. 298 und 299 sind zwei von der Firma Ernst Heckel, Saarbrücken, ausgeführte Anlagen dargestellt. Beide sind für Stundenleistungen von 250 t Erz gebaut. Die Anlage mit schrägem Schacht nach Fig. 298 hat, senkrecht gemessen, eine größte Tiefe von 400 m. Der Neigungswinkel der Bahn ist 32° und die Zugseilgeschwindigkeit 8 m/sek.

Die mit Erz beladenen Grubenwagen werden am Fuße des Schachtes durch Kreiselwipper in einen Sammelfüllrumpf entleert, der groß genug ist, um Unregelmäßigkeiten bei der Zufuhr und Ent-

<sup>1)</sup> Zur weiteren Orientierung über Einzelheiten der modernen Hochofenbegichtungsverfahren ist das Studium der Patentliteratur (Klasse 35 a, Gruppe 1) zu empfehlen. Einen auf sehr sorgfältigen Untersuchungen beruhenden wirtschaftlichen Vergleich enthält, wie schon auf S. 165 erwähnt, das im Verlag von Julius Springer erschienene Werk von Dr.-Ing. Lilge, Oberhausen, über Hochofenbegichtungsanlagen.

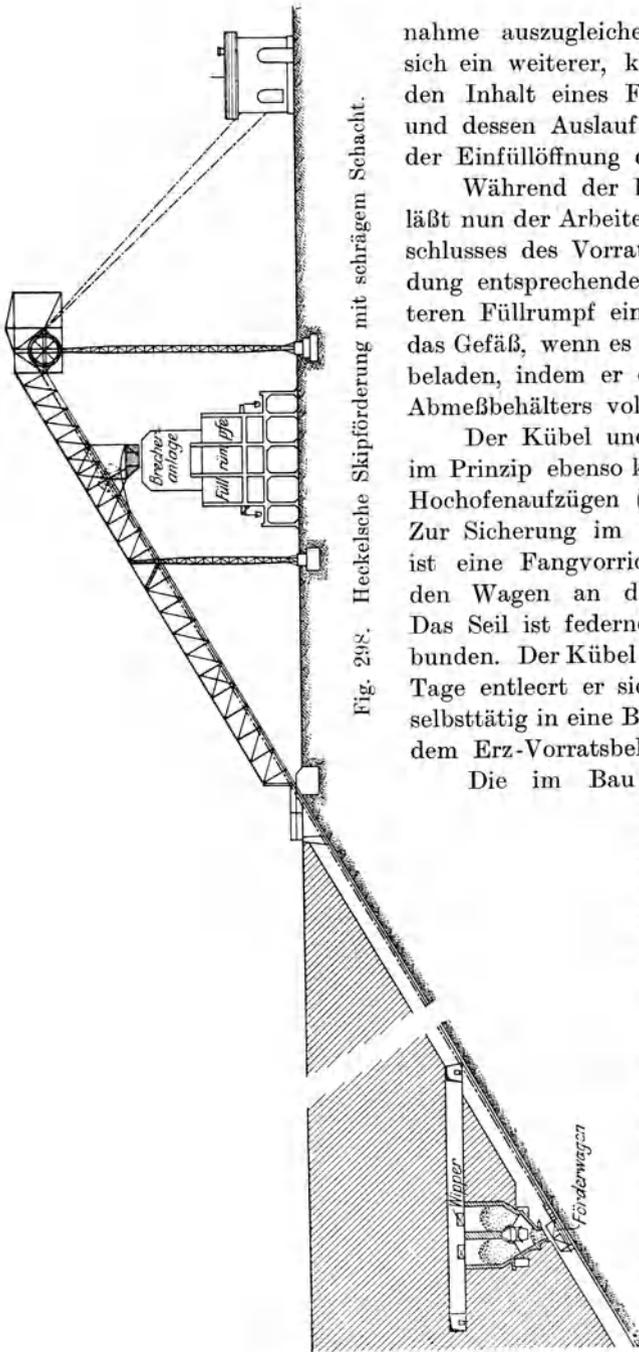


Fig. 298. Heckelsche Skipförderung mit schrägem Schacht.

nahme auszugleichen. Darunter befindet sich ein weiterer, kleiner Rumpf, der nur den Inhalt eines Fördergefäßes aufnimmt, und dessen Auslauf sich unmittelbar über der Einfüllöffnung des Kübels befindet.

Während der Fahrt des Fördergefäßes läßt nun der Arbeiter durch Öffnen des Verschlusses des Vorratsbehälters die einer Ladung entsprechende Menge Erz in den unteren Füllrumpf einlaufen und kann dann das Gefäß, wenn es unten steht, sehr rasch beladen, indem er die Verschlussklappe des Abmeßbehälters vollständig öffnet.

Der Kübel und seine Führungen sind im Prinzip ebenso konstruiert, wie bei den Hochofenaufzügen (vgl. Fig. 285 und 286). Zur Sicherung im Falle eines Seilbruches ist eine Fangvorrichtung vorgesehen, die den Wagen an der Schiene festklemmt. Das Seil ist federnd mit dem Wagen verbunden. Der Kübel faßt etwa 10 t Erz. Über Tage entleert er sich infolge Schrägstellung selbsttätig in eine Brechanlage, die sich über dem Erz-Vorratsbehälter befindet.

Die im Bau befindliche senkrechte Förderung nach Fig. 299 hat 142 m Fördertiefe und 4 m/sek Zugseilgeschwindigkeit. Der Kübel, der auch hier 10 t Erz faßt, ist im unteren Teil des Rahmens schwingend aufgehängt und bewegt sich mit Rollen an seinem oberen Ende in einer Führung. Nahe dem tiefsten Punkt des Schachtes ist diese etwas ausgebogen und läßt daher den Kübel mit seiner Öffnung gegen den Auslauf des Füllrumpfes

hin schwingen. Am oberen Ende des Aufzuges ist die Führung nach außen gekrümmt. Der vordere Teil des Gefäßes bewegt sich deshalb hier nach rechts und bleibt stehen, während der Boden weiter nach oben gezogen wird, so daß das Gefäß kippt und sich entleert. Durch eine Rutsche gleitet das Erz einem fahrbaren Kreiselskipper zu, der es über den Füllrumpf verteilt (vgl. Seite 61 bis 63).

Aus der Darstellung dieser beiden Anlagen geht hervor, daß außer der Verminderung der toten Massen noch verschiedene andere Punkte zugunsten der Skipförderung in Betracht kommen. Wichtig ist vor allem, daß infolge Zwischenschaltung eines unter Tage gelegenen Füllrumpfes der Förderbetrieb in der Grube von dem Aufzugbetriebe unabhängiger wird. Dazu kommt, daß das Ein- und Ausschleiben der Grubenwagen fortfällt, das für die Arbeiter sehr anstrengend und auch nicht gefahrlos war. Unten sowohl wie oben wird das Fördergefäß rascher abgefertigt und somit die Leistung des Aufzuges erhöht. Nachteilig ist, daß eine zweimalige Umladung des Fördergutes hinzukommt. Für Kohle, die das Umschütten schlecht verträgt, wird sich die Kübelförderung deshalb weniger eignen als für Erz.

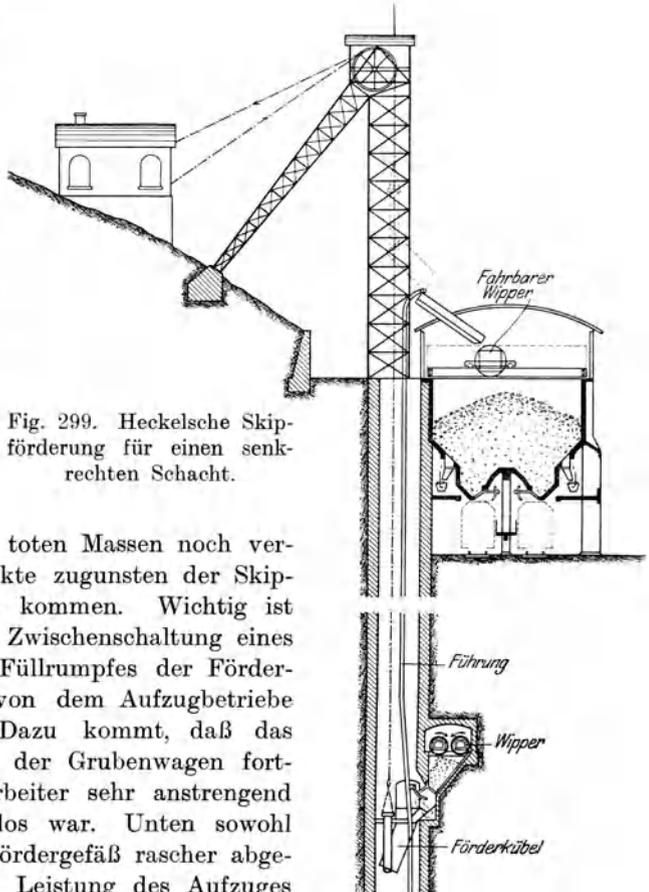


Fig. 299. Heckelsche Skipförderung für einen senkrechten Schacht.

### **III. Krane.**

#### **9. Kapitel.**

##### **Fördergefäße.**

Steht der Kran in direkter Verbindung mit einer ein- oder zweisehienigen Bahn, so können deren Wagenkästen unmittelbar als Fördergefäße dienen, indem sie beispielsweise im Schiffsrumpf gefüllt, dann durch den 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. 300 und 301 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. 302 bis 305, dessen Form bequemes Einschaufeln von der Böschung eines aufgeschütteten Haufens zuläßt. Im leeren

---

<sup>1)</sup> Entnommen aus Kammerer, Die Technik der Lastenförderung einst und jetzt, S. 137.

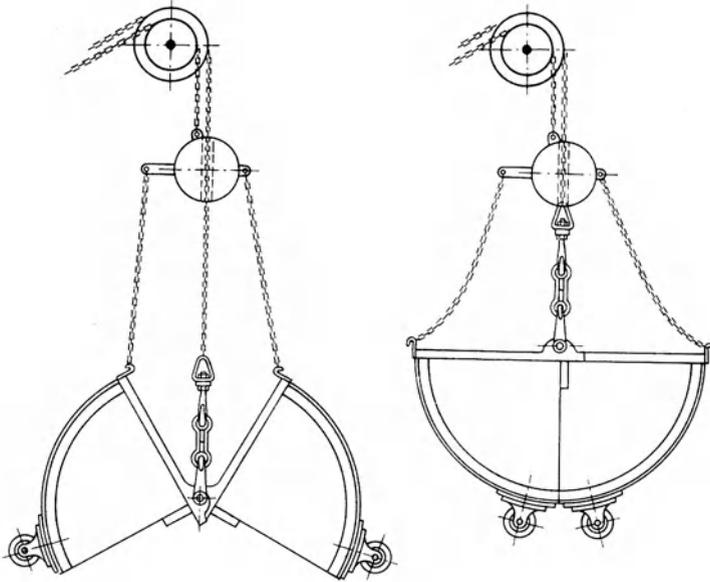


Fig. 300 und 301. Aufklappbares halbzyklindrisches Fördergefäß.

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 oder bei der Horizontalbewegung durch einen an der Fahrbahn befestigten Anschlag herausgehoben wird. In anderen Fällen ist zwischen den Flacheisen des Bügels auf jeder Seite ein Riegelhebel drehbar befestigt. Die Entriegelung kann

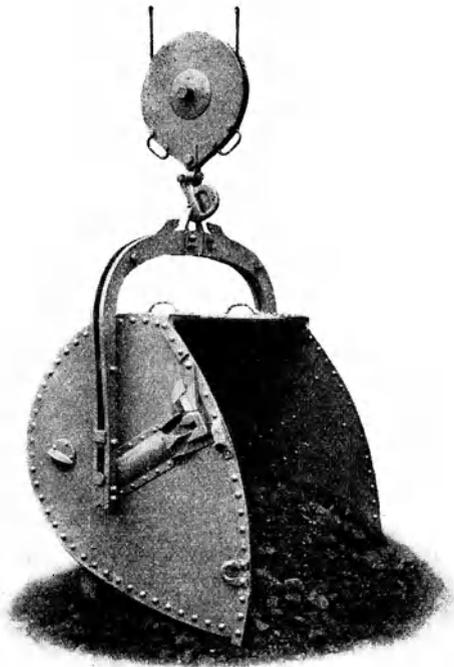


Fig. 302. Selbsttätig kippendes und sich wieder aufrichtendes Fördergefäß. Bleichert.

dann selbsttätig in der Weise geschehen, daß das eine Hebelende beim Aufziehen gegen einen Anschlag an der Katze stößt. Bei der in Fig. 303 bis 305 dargestellten Konstruktion der Deutschen Maschinenfabrik kann durch ein an einer Öse des Hebels *A* angreifendes, magnetisch betätigtes Entleereseil die Verriegelung bei beliebiger Laststellung vom Führerstande aus gelöst werden. Der Kübel

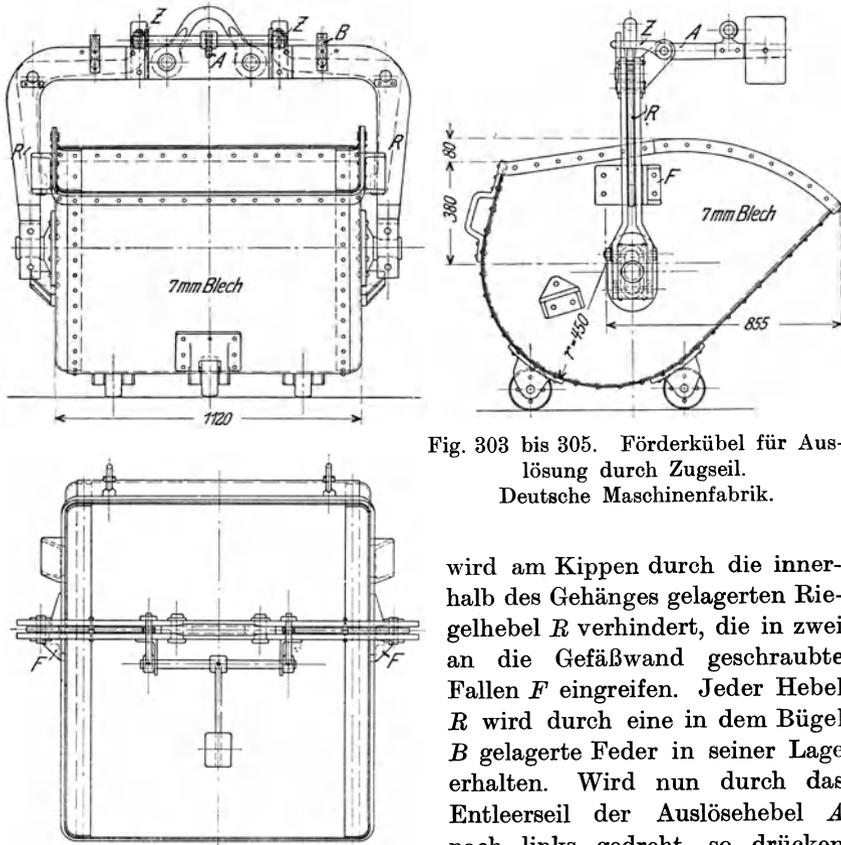


Fig. 303 bis 305. Förderkübel für Auslösung durch Zugseil.  
Deutsche Maschinenfabrik.

wird am Kippen durch die innerhalb des Gehänges gelagerten Riegelhebel *R* verhindert, die in zwei an die Gefäßwand geschraubte Fallen *F* eingreifen. Jeder Hebel *R* wird durch eine in dem Bügel *B* gelagerte Feder in seiner Lage erhalten. Wird nun durch das Entleereseil der Auslösehebel *A* nach links gedreht, 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 einstweilen noch bei gewissen harten und großstückigen Erzen, die mit dem Greifer nicht gefaßt

<sup>1)</sup> Die zugehörige Laufkatze ist auf S. 259 dargestellt.

werden können. Um Zeitverlust zu vermeiden, pflegt man eine größere Zahl von Förderkübeln zu benutzen, die gleichzeitig an verschiedenen



Fig. 306. Materialaufnahme mit Schürfkübel.

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. 306). Dieser Schürfkübelbetrieb, der in Amerika zuweilen angewandt ist, sich in Europa aber gar nicht

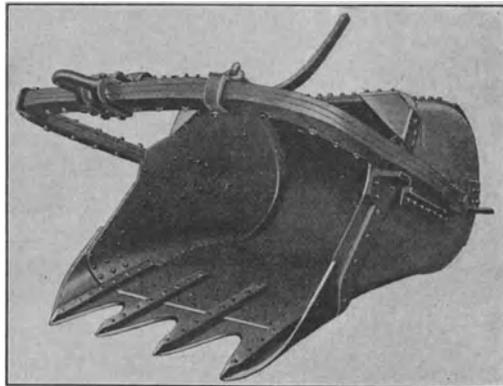


Fig. 307. Schürfkübel von Brown. Schwere Ausführung.

eingeführt hat, bietet dem Greifer gegenüber den Vorzug einfacherer Arbeitsweise, dagegen den Nachteil höheren Kraftverbrauches. Die Gefäße werden für solche Zwecke sehr kräftig ausgeführt (Fig. 307).

Erwähnt seien auch die früher in süddeutschen Häfen für Getreideausladung vereinzelt benutzten „Muschelkästen“, die 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.

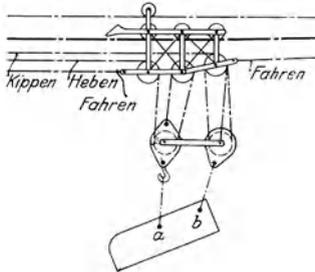


Fig. 308. Schaufel zur Förderung ausgeschachteten Materials.

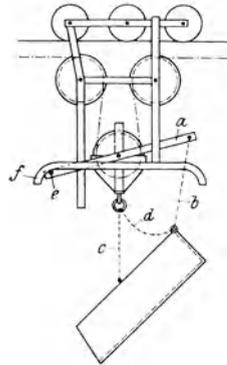


Fig. 309. Kippeinrichtung für flache Förderschalen. Bleichert.

Flache Schaufeln nach Fig. 308 werden für Förderung von Erde und Steinen bei Ausschachtung von Kanälen angewandt. Sie lassen sich sehr viel bequemer füllen als hohe Gefäße. Die Last der Schale wird zum größten Teil von dem Hauptflaschenzug bei *a* aufgenommen. Der bei *b* angreifende Hilfsflaschenzug dient dazu, die Schaufel zu kippen.



Fig. 310. Sicherheitshaken nach Bleichert.

Verzichtet man darauf, den Kübel in jeder beliebigen Höhe entleeren zu können, so läßt sich die Einrichtung vereinfachen durch die Anordnung nach Patent 266 925 (Bleichert). Während des Hebens hängt der Kasten mit den Ketten *c* und *d* (Fig. 309) an dem Flaschenzug. Nahe der höchsten Stellung aber stößt der Hebel *a*, der durch die Kette *b* mit dem hinteren Ende der Schale verbunden ist, mit dem Zapfen *e* unter die Traverse *f*, so daß beim weiteren Anziehen die Schale gekippt wird. Es ist

auf diese Weise möglich, ohne ein besonderes Seil zum Kippen auszukommen.

Wohl zu beachten ist, daß bei Anwendung von Gefäßen mit starrem Bügel der Kranhaken als sog. Sicherheitshaken nach Fig. 310

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 dazwischen geratenes grobes Material zerdrücken. Die Schaufeln werden in der Regel aus Blech, bei sehr schwer zu bearbeitendem Fördergut auch wohl aus einzelnen Vierkantstäben hergestellt (vgl. Fig. 345 und 346).

Als Schließkraft dient gewöhnlich die Spannung des Zugorganes, mehrfach vergrößert durch Flaschenzüge, Trommel-, Zahnrad- oder Hebelübersetzung. Anfänglich galt Kette als allein brauchbares Zugorgan für Greiferbetrieb, weil man fand, daß die Seile sich zu schnell abnutzten. Als mit der Entwicklung der Hochbahnkrane die Einführung von Seilgreifern unumgänglich nötig wurde, hat man sich indessen mit dem raschen Verschleiß abgefunden bzw. ihn durch Ausbildung geeigneter Konstruktionen heruntergesetzt. Bei richtiger Ausführung betragen selbst unter den ungünstigsten 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.

Die ältesten Greifer haben viertelkreiszyindrische Schaufeln, deren Drehachsen mit der Zylindermittellinie zusammenfallen, so daß die Mäntel sich in sich selbst verschieben.

Die Figuren 311 bis 313 geben die Anordnung der ersten Konstruktion, des Priestmanschen Greifers, der bei Baggararbeiten 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 den beiden Seitentrommeln die Ketten *a* sich aufwickeln, die einen im Verhältnis der Trommel-

durchmesser größeren Zug als die Lastkette erhalten und an dem Querbalken *b* angreifen, dessen Enden sich zwischen den Winkel-eisen 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. 311 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 Kohäsionswider-

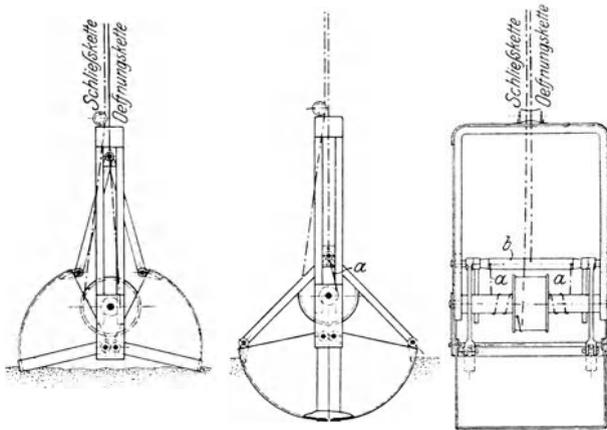


Fig. 311 bis 313. Priestman-Greifer.

stände 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. 311 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

<sup>1)</sup> Vgl. Z. Ver. deutsch. Ing. 1886, S. 995 f. (B. Salomon, Die Naßbagger).

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 zugeschrägt (Fig. 314), 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. 314 angedeutet, beim Eindringen Sand mitnehmen, da sich hierdurch gewissermaßen das Volumen der Schaufel vergrößert. Dann tritt die das Eindringen hemmende Wirkung auch nach der 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. 315).

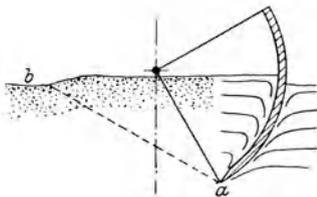


Fig. 315. Eindrigen einer zylindrischen Schaufel.

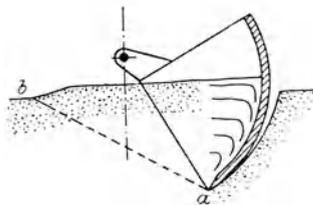


Fig. 316. Eindrigen einer exzentrisch drehbaren Schaufel.

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

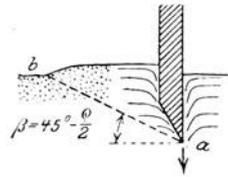


Fig. 314. Eindrigen einer flachen Schaufel.

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 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. 317 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, 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.

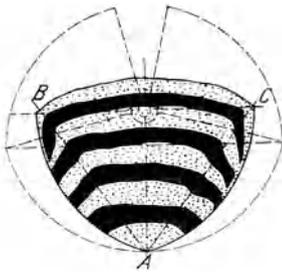


Fig. 317. Querschnitt einer Greiferfüllung nach den Versuchen von Salomon.

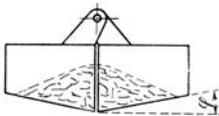


Fig. 318. Flache Greiferschaufeln für spezifisch schwere Stoffe.

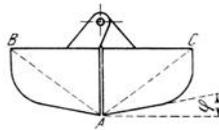


Fig. 319. Flache Schaufeln mit Rückwand für leichtere Stoffe.

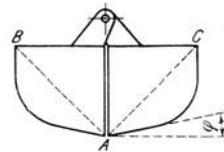


Fig. 320. Schaufeln tieferer Form.

Flache Schaufeln nach Fig. 318 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. 319). Werden die Schaufeln nach Fig. 320 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 gegebenem Rauminhalt zu groß ausfallen kann.

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.

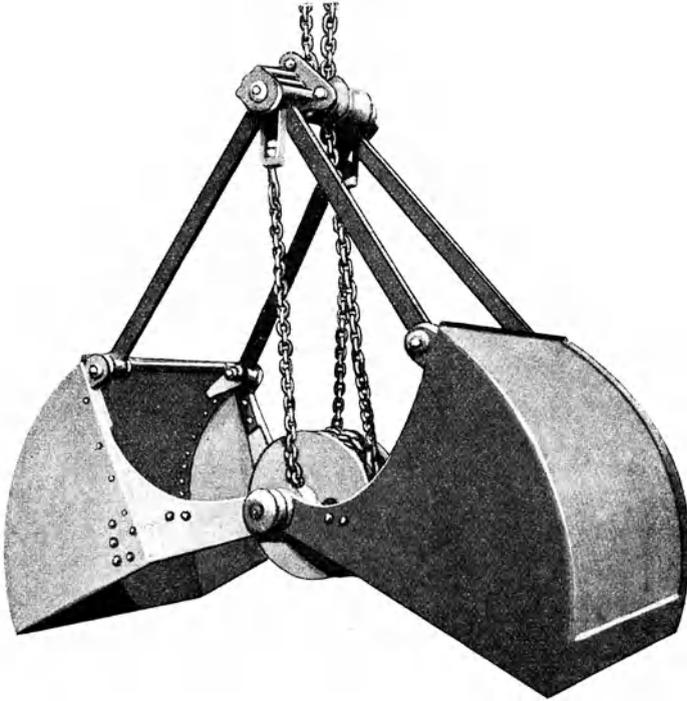


Fig. 321. Greifer nach Bauart Hayward mit Trommelübersetzung.

Der in Fig. 321 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. Greifer dieser Art haben sich ausgezeichnet bewährt und führen sich immer mehr ein. Abgesehen von der günstigen Form

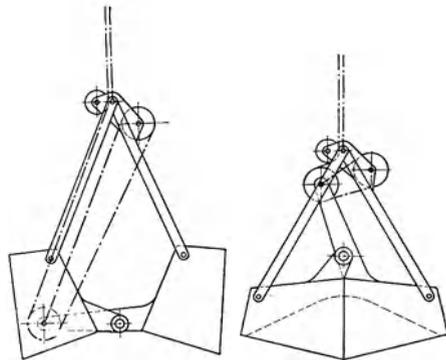


Fig. 322 u. 323. Greifer der G. H. Williams Co. mit Flaschenzug- und Hebelübersetzung.

der Schaufeln und der guten Hebelwirkung ist es ein für den praktischen Betrieb sehr wichtiger Vorzug der Konstruktion, daß der Greifer nicht „kopfschwer“

ist, d. h. daß der Schwerpunkt im geöffneten Zustande tief liegt. Infolgedessen fällt der Greifer nicht leicht um, auch wenn er auf die schräge Böschung eines Haufens aufgesetzt wird.

Der Greifer der G. H. Williams Co. in Cleveland (Fig. 322 und 323) hat dieselbe Grundform, doch dient zum Schließen ein Flaschenzug, dessen Wirkung durch Hebelübersetzung verstärkt wird<sup>1)</sup>.

Einfacher ist der Seilflaschenzug bei dem Bleichertschen Greifer angeordnet (Fig. 324).

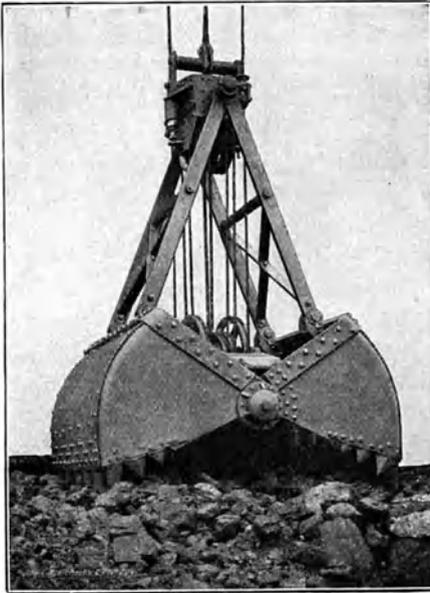


Fig. 324. Greifer Bleichertscher Bauart mit Seilflaschenzug für große Schließkraft.

kraft vergrößert (vgl. Patent 232 740). Es sind hier nach Fig. 325 zwei Stangen *a* eingebaut, an deren Verbindungszapfen die oberen

Rollen des Flaschenzuges angreifen, und die in der Schließstellung einen nahezu gestreckten Kniehebel bilden, der auf die als Doppelhebel ausgebildeten Arme *b* wirkt und die beiden Schalen noch besonders stark gegeneinander preßt.

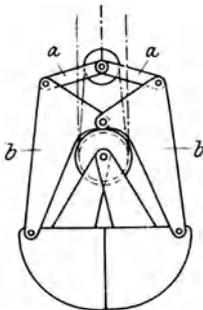


Fig. 325. Selbstgreifer, Bauart Laudi.

Bei den meisten deutschen Konstruktionen sind die Gelenkstangen der in Fig. 321 bis 324 dargestellten 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 mit be-

<sup>1)</sup> Nach Iron Age, 10. August 1905.



nutzt werden können, so bei der ältesten Ausführung dieser Art, dem in Fig. 326 bis 328 dargestellten Greifer von Jäger.

Zwischen die beiden trapezförmigen Seitenschilde des Greifergestells, 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. Damit läßt sich für jede Stellung der Traverse das größte mögliche Schaufeldrehmoment näherungsweise berechnen.

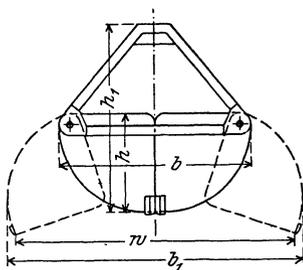


Fig. 329. Maßskizze für den Jägerschen Greifer.

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. 328 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. 329 gibt die Hauptabmessungen der Jägerschen Greifer.

**Tabelle 10.**  
Abmessungen des Jägerschen Greifers.

Inhalt (cbm)	$b$	$h$	$b_1$	$h_1$	$w$	Länge der Schaufel	Gewicht (kg)
1	1410	705	2150	1460	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. 330 bis 335 näher erörtert werden.

Die Bahn der Schaufelspitze ist in Fig. 330 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. 330 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 Kettenzuge leicht berechnen, wenn man das Schaufeldrehmoment durch den vertikalen Abstand  $y$  dividiert.<sup>1)</sup>

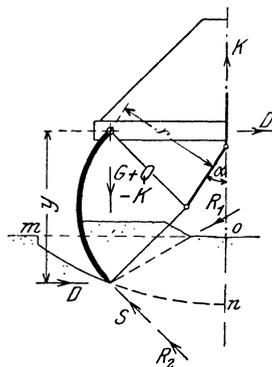


Fig. 330. Wirkung der Kräfte beim Schließen des Greifers.

<sup>1)</sup> Aus der Figur ergibt sich, daß das Verhältnis  $x:y$ , von dem, abgesehen von der sonstigen Übersetzung, die Kraft  $D$  abhängt, bei der dargestellten Konstruktion  $< 1$ , also recht ungünstig ist. Vorteilhafter sind in dieser Beziehung Greiferformen nach Fig. 321 oder 340.

Am besten sind die Vorgänge klarzustellen, wenn man wieder zunächst eine ebene Schaufel nach Fig. 331 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

$$\beta = 45^\circ - \frac{\rho}{2}$$

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.

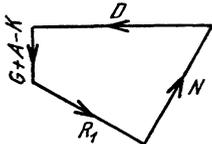


Fig. 332. Kräftepolygon für die stumpfe Schaufel.

Für den Fall, daß  $D$  eben imstande ist, eine Aufwärtsbewegung hervorzubringen, ergibt sich dann das Kräftepolygon Fig. 332, 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. 333), so sucht die Spitze in das Material einzudringen, und es wird jetzt zweckmäßig sein, an Stelle der Reaktion  $N$  den in die Richtung der Schaufelebene  $ac$  fallenden Schneidwiderstand  $S$  einzuführen, womit

alle die Widerstände zusammengefaßt sind, die sich unter sonst gleichen Verhältnissen dem Eindringen einer vertikalen Schaufel (Fig. 314) entgegensetzen. Dazu kommt noch der Reibungswiderstand  $R_2$ , welcher durch die normal zu  $ac$  gerichteten äußeren Kräfte an dieser Fläche entsteht. Damit ergibt sich das Kräftepolygon Fig. 334.

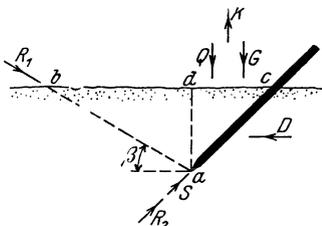


Fig. 333. Kräftewirkung an einer zugespitzten Schaufel.

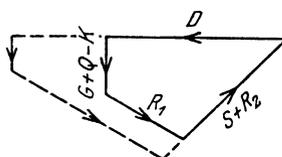


Fig. 334. Kräftepolygon für die zugespitzte Schaufel.

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. Vorausichtlich 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. 334 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. 334 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 die Praxis bestätigt 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.<sup>1)</sup> 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 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 kann durch Aufzeichnen der Kräftepolygone für verschiedene Stellungen die Bahn der Schaufelspitze mit einiger Wahrscheinlichkeit bestimmen, wenn über die Schneidwiderstände Genaueres bekannt ist. Offenbar wird auch die Form der Schneide einigen Einfluß haben. Zweckmäßig erscheint es, die Abschrägung nach innen zu legen, weil dann der Greifer sich steiler eingräbt.

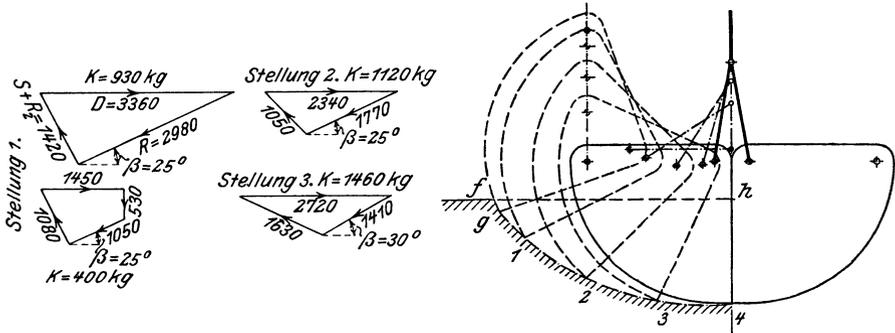


Fig. 335. Kräftepolygone beim Schließen des Jägerschen Greifers.

In Fig. 335 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

<sup>1)</sup> Dies gilt natürlich nur für einen Greifer, dessen konstruktive Ausführung festliegt. Wenn es möglich ist, die Übersetzung des Flaschenzuges zu vergrößern oder durch Änderung der Hebelsarme ( $x$  und  $y$  in Fig. 330) das Verhältnis der Kraft  $D$  zu dem Kettenzug  $K$  zu vergrößern, so ist dieser Weg im allgemeinen als der vorteilhaftere anzusehen.

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. 330 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. 335 nach Gutdücken eingezeichnet, jedoch so, daß der Inhalt der Fläche  $f g 1 2 3 4 h$  gleich dem Schaufelquerschnitt ist. Dabei wurde angenommen, daß der Greifer durch sein Eigengewicht um das Stück  $f g$  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 ist es für den Beginn des Greifens 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 infolgedessen sehr rasch eingraben.

Allerdings kommt dieser Vorteil nur auf einem sehr kurzen Wege zur Wirkung, denn die Übersetzung des Kniehebels nimmt 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 nament-

lich den Vorteil mit sich, daß die Schaufeln imstande sind, größere Kohlestücke, die sich zwischen die Schneiden geklemmt haben, zu zerdrücken.<sup>1)</sup>

Fig. 336 gibt einen Greifer von Mohr & Federhaff wieder, der bei 2 cbm Fassungsvermögen etwa 1800 kg wiegt. Die Kon-

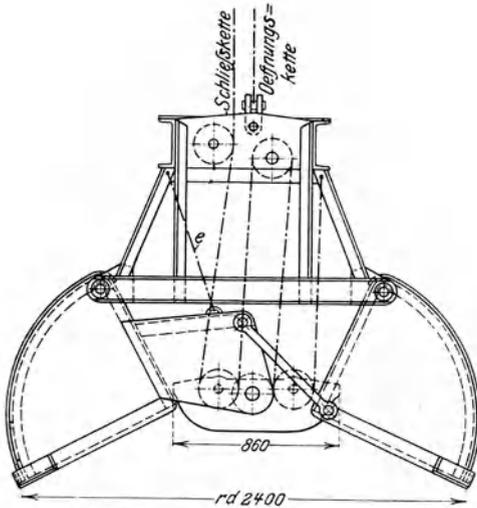


Fig. 336. Kettengreifer von Mohr & Federhaff.

struktion 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.

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

<sup>1)</sup> Vgl. hierzu den Bericht über die Versuche von Kammerer an zwei Greifern verschiedener Bauart in Z. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 617, und die Untersuchungen von Pfahl (Z. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 2005, 2054, 2102). Pfahl bezeichnet die in der Bewegungsrichtung der Schaufelspitze wirkende Kraft als Schließkraft und stellt auf Grund der Annahme, daß das Greifergewicht + Gewicht der schon gegriffenen Kohle = Seilzug + Vertikalkomponente der Schließkraft sei, eine Gleichung für den Seilzug auf, die mit den an mehreren Pohlischen Greifern gemessenen Werten in ziemlich gute Übereinstimmung gebracht werden kann.

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 4 fachen 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

Seilgreifer werden nach ähnlichen Prinzipien ausgeführt, wie die zuletzt beschriebenen Konstruktionen, indessen müssen die Flaschen-

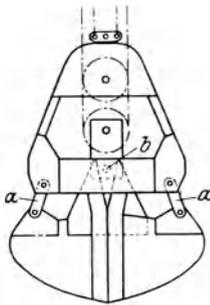


Fig. 337. Zweiseilgreifer von Pohlig.

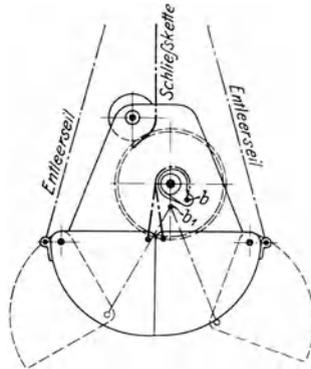


Fig. 338. Greifer mit fester Trommel und unrunder Scheibe.

zugrollen ihres großen Durchmessers wegen auf eine gemeinsame Achse gesetzt werden (vgl. den Einseilgreifer nach Fig. 353). Bei neueren Ausführungen (Fig. 337) verbindet die Firma Pohlig die beiden Schaufeln in der Mitte durch einen Zapfen *b* und hängt sie außen an kurzen Gelenkstangen *a* auf<sup>1)</sup>.

Als Übersetzungsmittel können auch, wie beim Priestmangreifer, Trommeln dienen, deren Achse entweder an einer Schaufel<sup>2)</sup> oder am Gerüst fest gelagert ist (Fig. 338). Vergrößerung der Schneiden-

<sup>1)</sup> Auf den sehr instruktiven Greiferkatalog Nr. 1311 der Firma Pohlig, der ausführliche Angaben über Greifertypen und ihre Verwendbarkeit enthält, sei besonders hingewiesen.

<sup>2)</sup> Vgl. Dingler 1903, S. 310, Fig. 226 und 227.

kraft 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.

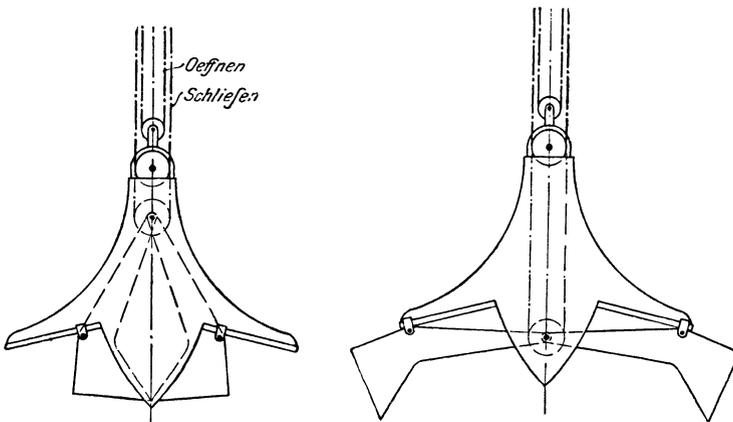


Fig. 339 und 340. Greifer mit Gleitbewegung der Schaufeldrehpunkte von Brown.

Fig. 339 und 340 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 Flasenzuges 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 dem Schaufeldrehpunkt und dem Angriffspunkt des Flasenzuges, die Greifweite auf ein beliebiges Maß gebracht werden. Auch läßt sich auf diese Weise die Übersetzung und damit die Schließkraft noch weiter erhöhen.

<sup>1)</sup> Vgl. Dingler 1903, S. 310 und 311.

Die Konstruktion erreicht ihren Zweck in einfacher Weise mit wenigen bewegten Teilen. Die Schlitten haben sich im Betriebe 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 Fördern aus dem Schiff vorsichtig herabgelassen und aufgezogen werden muß.

Bei dem Greifer der Wellman-Seaver-Morgan Co. (Fig. 341 und 342) 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.

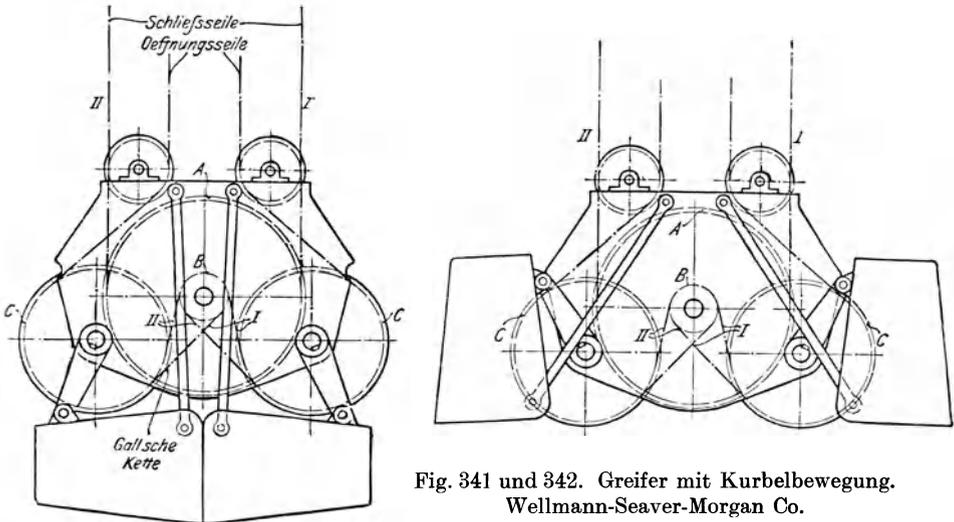


Fig. 341 und 342. Greifer mit Kurbelbewegung.  
Wellmann-Seaver-Morgan Co.

Die Schließseile wirken an zwei nahe der Greifermittle nebeneinanderliegenden Trommeln *A*, mit denen die kleinen Trommeln *B* für die Gallschen Ketten zusammengelassen sind. Diese greifen wieder an größeren Rädern *C* an und drehen auf diese Weise die Kurbelwellen. 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 Entleereseile wirken auf dieselben Scheiben *C* und damit auf die Kurbelwellen im umgekehrten Sinne.

Die vorliegende Konstruktion baut sich gedrängter, ist aber vieltetiger als die von Brown.

Für eine der besten Konstruktionen gilt in Amerika der in Fig. 343 und 344 dargestellte Greifer von Hoover & Mason. 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.

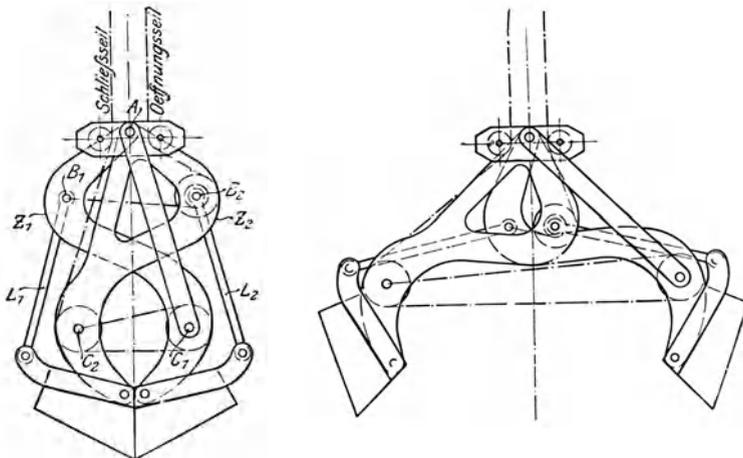


Fig. 343 und 344. Zangengreifer von Hoover & Mason.

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, wie sie für die bisher beschriebenen Greifertypen erforderlich sind, 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.

Der Einkettengreifer von Büniger & Leyrer (Fig. 345 bis 352) 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. 346 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. 345 und 346.

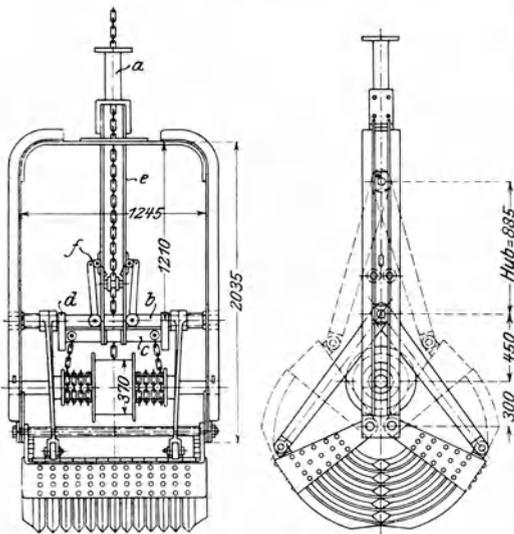
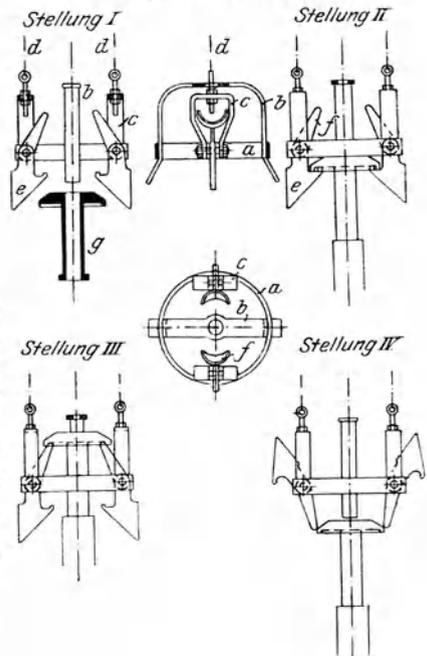


Fig. 345 bis 352. Einkettengreifer von Büniger &amp; Leyrer.

Fig. 347 bis 352.



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 unmittelbar 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 über-

trägt 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. 347 bis 352 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 aufgezogen, 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 für Verladezwecke werden immer 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 (Fig. 353 bis 355)<sup>1)</sup>. Die oberen Rollen des Flaschenzuges sind fest im Gerüst, die unteren in einem Gleitstück  $a$  gelagert,

<sup>1)</sup> Vgl. D.R.P. 89 881. Bei den modernen Pohligschen Einseilgreifern werden ebenso, wie in Fig. 337 für einen Zweiseilgreifer dargestellt, die Schalen durch einen Zapfen verbunden und außen an kurzen Stangen aufgehängt. Die Art der Auslösung, auf die es in den vorstehenden Figuren ankommt, ist indessen beibehalten worden.

das mit dem gleichfalls im Gestell geführten Zapfen *b* durch eine besondere Vorrichtung nach Fig. 355 gekuppelt wird. An *b* greifen die Zugstangen an, welche die Schaufeln schließen. Der Arbeitsvorgang ist folgender:

Wird der Greifer in geschlossenem Zustande (Fig. 353) 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*

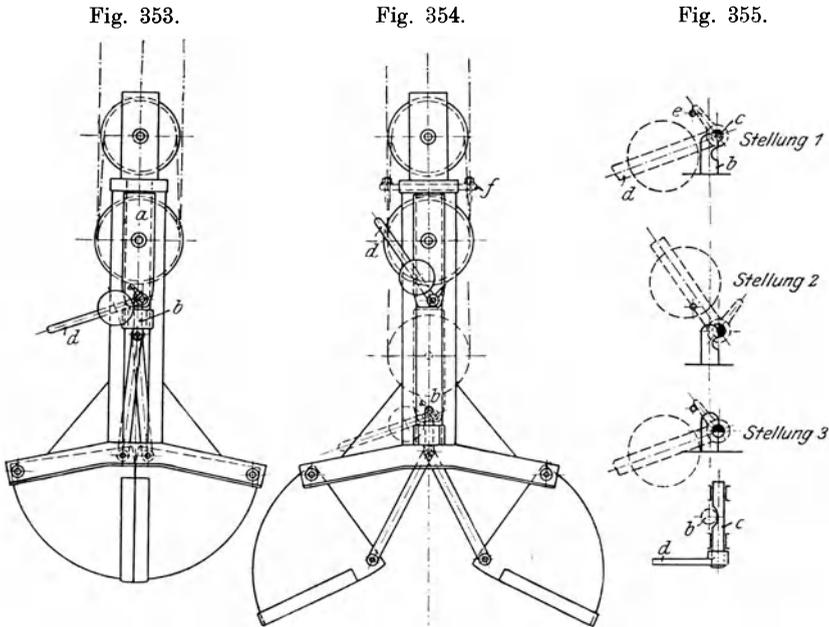


Fig. 353 bis 355. Einseilgreifer mit Auslösevorrichtung nach Hone, gebaut von Pohlig.

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. 354 gezeichnet (Stellung 2 in Fig. 355), 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. 355). 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. 355). Durch Anziehen des Seiles wird nun der Greifer geschlossen.

Einen wichtigen Bestandteil bildet noch eine hier nicht gezeichnete Dämpferpumpe, die mit Öl oder dergleichen 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.

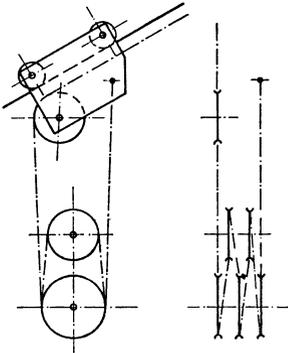


Fig. 356 und 357.  
Anbringung des Einseilgreifers  
an einem Schrägbahnkran.

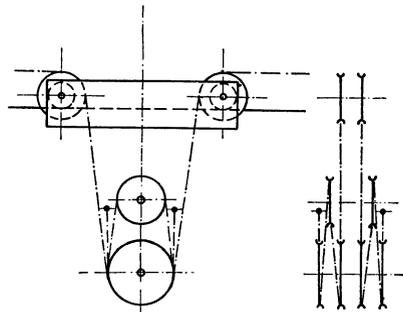


Fig. 358 und 359.  
Anbringung des Einseilgreifers  
an einer Verladebrücke.

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. 356 und 357 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. 358 und 359 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> und Correll<sup>2)</sup> zur Anwendung.

Einseilgreifer können für Schiffsentladung nur dann gebraucht werden, wenn es sich um offene Kähne handelt, weil der Greifer nicht geschlossen gesenkt werden kann und deshalb nicht durch enge Luken hindurchzubringen ist. Außerdem ist erwünscht, daß die Entladung immer an einer bestimmten Stelle, z. B. über einem in das Krangerüst eingebauten Füllrumpf, erfolgt, oder daß wenigstens die Entladestellen nicht zu häufig wechseln, so daß der Entleerungsanschlag nur von Zeit zu Zeit versetzt zu werden braucht. Für Elektrohängebahnen, bei denen die Entleerung ohnehin meistens durch Anschläge bewerkstelligt wird, sind Einseilgreifer recht gut geeignet, zumal der Einbau des komplizierteren Windwerkes für Zweiseilgreifer in die Elektrohängebahnwagen Schwierigkeiten macht. Es ist aber auch, wie schon bei dem Greifer von Büniger und Leyrer beschrieben, möglich, mit einem Entleerungsring zu arbeiten, der heb- und senkbar am Ausleger des Kranes, bzw. an der Laufkatze befestigt wird, und mit dem der Greifer an beliebiger Stelle und in beliebiger Höhe geöffnet werden kann, indem man den Greifer zunächst durch den Ring hindurchzieht und dann ein kurzes Stück wieder senkt.

Einige neuere Konstruktionen weichen völlig von den Prinzipien ab, die für die bisherigen Ausführungen maßgebend waren.

Bei dem Greifer von Palm<sup>3)</sup> ist darauf verzichtet worden, die Greiferschneiden für den Beginn des Eindringens steil gegen die Oberfläche des Fördergutes zu neigen. Die Schaufeln sind starr an Hebeln befestigt, die an einem ziemlich hoch liegenden Punkte durch einen Zapfen verbunden sind und durch den Seilzug gegeneinander bewegt werden. Beim Schließen drehen sich die Schaufeln nur um einen verhältnismäßig geringen Winkel. Die Konstruktion ist sehr einfach; daß ohne Gewichtserhöhung dieselben Resultate erreicht werden wie bei Greifern mit großer Schaufeldrehung, ist von vornherein nicht wahrscheinlich, doch kann nur durch Versuche darüber Klarheit geschaffen werden.

Sehr beachtenswert sind die Bestrebungen, die darauf hinausgehen, einen dichten Schluß des Greifers ohne Aufeinanderpressen der Schneiden zu erreichen. Die betreffenden Konstruktionen sind verwandt mit den neueren Bauarten von Füllrumpfverschlüssen, und

---

<sup>1)</sup> D. R. P. 153 141.

<sup>2)</sup> D. R. P. 153 219.

<sup>3)</sup> Vgl. Stahl und Eisen 1914, S. 625, und Fördertechnik 1913, S. 60.

stützen sich ebenso wie diese zum Teil auf das Prinzip, das Material an den Abschlußstellen unter seinem natürlichen Böschungswinkel aufzustauen. In Frage kommen die Patentschriften 185 231 der Benrather Maschinenfabrik und 238 284, 240 245, 252 596 der Firma Pohligh.

Praktische Anwendung hat der Gedanke bei dem Pohlighschen Greifertyp nach Fig. 360 gefunden. Die beiden Schaufeln, die geöffnet dieselbe Stellung haben, wie bei gewöhnlichen Greifern, und sich in der gleichen Weise in das Fördergut eingraben, werden im Verlauf der Schließbewegung ganz herumgedreht, so daß sie schließlich dieselbe Lage einnehmen, wie normale Förderkübel. Die Greifer sind praktisch ausprobiert worden und befinden sich für Verladung harter Erze in Gebrauch; sie sollen befriedigende Ergebnisse geliefert haben. Außer für Erz werden sie besonders für Koks empfohlen, weil die großen Stücke nicht zerdrückt werden und das Material daher höheren Wert behält.

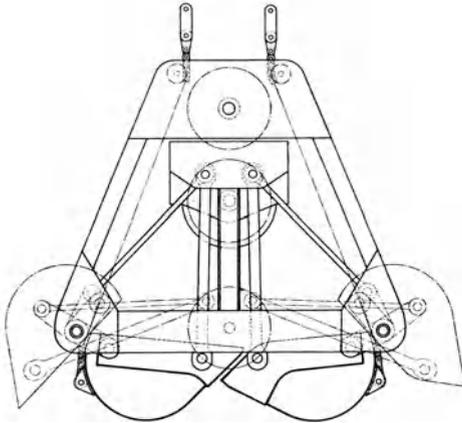


Fig. 360. Pohlighscher Greifer mit großer Schaufeldrehung.

Sodann hat man den Versuch gemacht, das Gewicht des Greifers voll auszunutzen, indem man zum Schließen nicht den Zug der Hubkette, sondern einen besonderen, mit dem Greifer zusammengebauten Motor benutzt. Die Hubkette kann in diesem Falle während des Greifens ganz ohne Spannung bleiben.

In Abb. 361 bis 363 ist ein solcher Motorgreifer mit elektrischem Antrieb dargestellt.<sup>1)</sup> Der 15 pferdige Motor treibt mit einem Schnecken- und zwei Zahnradvorgelegen eine Trommel, auf der sich die an den Greiferschalen angreifende Kette aufwickelt. Der Greifer wiegt bei 2 cbm Inhalt 6000 kg und hat bis zu 3150 kg Thomaschlacke gegriffen. Es ist klar, daß mit einem derartigen Greifer ganz außerordentlich große Schließkräfte ausgeübt werden können, daß aber andererseits der Motor verhältnismäßig schwach sein muß, wenn das Gewicht des Apparates nicht übermäßig hoch werden soll,

<sup>1)</sup> Nach Pfahl, Z. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 1182. — Vgl. auch Patent 220729 von Kammerer.

so daß die Schließzeit verhältnismäßig groß ist. Mit dem ohnehin vorhandenen starken Hubmotor eines modernen Verladekranes läßt sich die gleiche Arbeit in sehr viel kürzerer Zeit durchführen. Für schnell arbeitende Entladekrane können daher Motorgreifer im allgemeinen nicht in Frage kommen; sie sind aber sehr wohl am Platze für besondere Zwecke, wenn der Seilgreifer versagt.

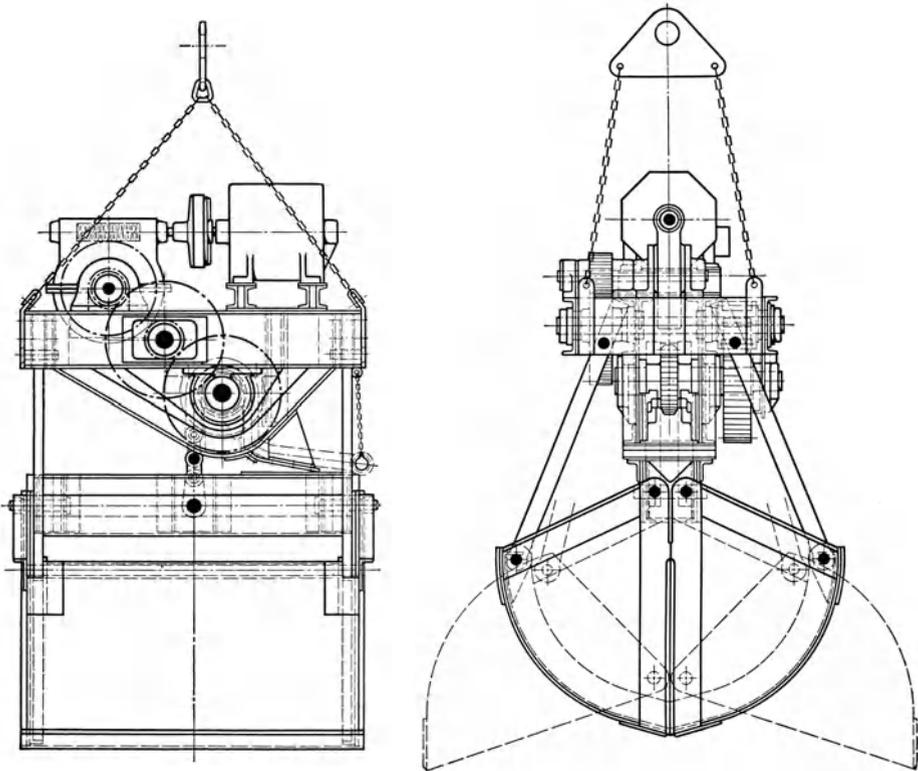


Fig. 361 und 362. Motorgreifer der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.

Nur bei einer ganz abnormalen Form von Kranen, den Hulett-Entladern (vgl. S. 292), sind Motorgreifer in größerem Umfange angewandt worden, und zwar sowohl mit elektrischem wie mit hydraulischem Antrieb. Ein Greifer der letzteren Art ist in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1914, S. 326, Fig. 71, dargestellt.<sup>1)</sup> Das große Gewicht des Antriebes spielt bei diesen Kranen keine Rolle, weil der Ausleger, an dem der Greifer durch einen starren,

<sup>1)</sup> Vgl. auch Borchers, Neuere Selbstgreifer, Stahl und Eisen 1914, S. 627, Fig. 7 und 8.

senkrechten Mast befestigt ist, durch Gegengewichte ausbalanciert ist. Der Druck, mit dem der Greifer sich auf das Fördergut aufsetzt, wird von dem Kranführer geregelt.

Der Vollständigkeit halber sei schließlich erwähnt, daß Greifer, die zum Erdaushub dienen sollen, in Amerika vielfach mehrschalig herge-

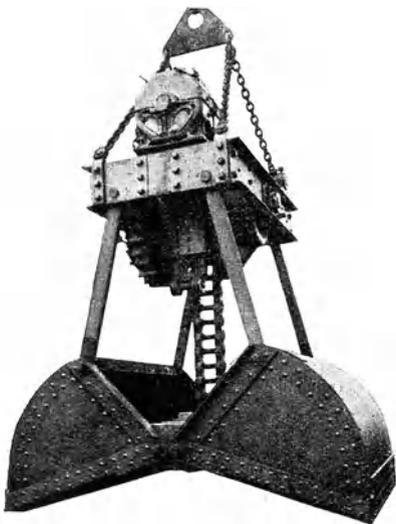


Fig. 363. Motorgreifer.

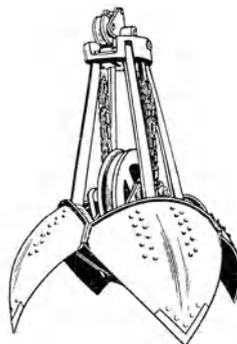


Fig. 364. Mehrschaliger Greifer.

stellt werden. Wie Fig. 364<sup>1)</sup> an einem vierschaligen Greifer zeigt, bilden die Schaufeln zusammen im geschlossenen Zustande an-

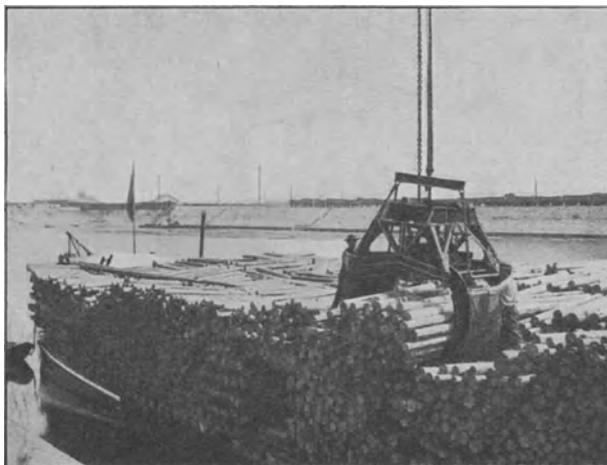


Fig. 365. Holzgreifer von Bleichert.

<sup>1)</sup> Entnommen aus Z. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 583.

genähert eine Halbkugel. Wegen der Ähnlichkeit mit einer aufgeschnittenen Orangenschale wird die Bauart in Amerika als „orange peel bucket“ bezeichnet. Da das Reiben der flachen Schaufelseiten an dem stehenbleibenden festen Boden fortfällt, so dringen die Schaufeln besser ein, als die für Schüttgut üblichen Halbzylinder. Außerdem werden Steine besser gefaßt.

In den letzten Jahren ist mit Erfolg versucht worden, Selbstgreifer zum Verladen von Holz zu verwenden (vgl. D. R. P. 207 365 von Mohr und Federhaff). Die Bauart dieser Holzgreifer weicht nicht erheblich von dem normalen Schema ab, doch sind die Schalen natürlich seitlich offen. Die Wirkungsweise zeigt recht deutlich Fig. 365; die Hölzer rollen beim Greifen aufeinander ab und gelangen so in die Lage, in der sie den Hohlraum des Selbstgreifers ausfüllen. Das Verfahren ist nur anwendbar, wenn es sich um die Verladung gleich langer, regelmäßig gestapelter Hölzer handelt, wie sie für die Auszimmerung von Gruben benutzt und in Zellstoff-Fabriken verarbeitet werden. Nachteilig ist, daß die Hölzer bei der Entleerung des Greifers leicht durcheinander fallen. Im übrigen hat das Verfahren sich gut bewährt.

## 10. Kapitel.

### Seilführung, Winde und Laufkatze.

#### a) Gesamtanordnung des Kranantriebes.

Die Anordnung von Winde und Seillauf ist sehr einfach, wenn die Linie, in der die Last 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. Wenn auch Krane dieser Art heute durch Krane mit Windenlaufkatzen (Führerstandslaufkatzen) mehr und mehr verdrängt werden, so kommen doch immer noch viele Fälle vor, wo feststehende Winden nicht zu vermeiden sind, so beispielsweise bei den meisten Kabelkränen (vgl. S. 294).

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. 366 skizzierte Anordnung. 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 Reibungswiderstände auftreten, wie beim Heben. Für Hochbahnkrane mit großem Katzenweg hat man deshalb, wie in Fig. 366 angedeutet, die Anordnung dadurch zu verbessern gesucht, daß 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, um sich beim Wiederanheben selbsttätig zu lösen.<sup>1)</sup> In dieser Form hat die Seilführung nach Fig. 366 früher häufig Anwendung gefunden. Bei moderneren Kranen hat man aber durchweg auf das Einhängen verzichtet, weil erstens durch das Ein- und Aushängen Zeit verloren geht und zweitens die Fahrbewegung, wenn der Vorteil der Anordnung voll ausgenutzt werden soll, erst nach vollendeter Hebung beginnen darf, was ebenfalls die Leistungsfähigkeit beeinträchtigt.

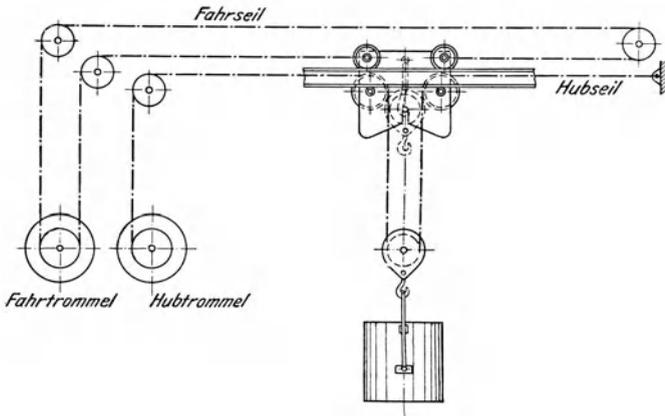


Fig. 366. Dreiseilkrane ohne Greifer.

Bei Benutzung mehrrolliger Selbstgreifer, wie sie heute allgemein üblich sind, läßt sich die Seilführung nach Fig. 366 überhaupt nicht anwenden, weil das Seil beim Fahren durch den ganzen Flaschenzug laufen müßte. Sie ist deshalb bei neueren amerikanischen Kranen von hoher Tragkraft und Leistung, wie in Fig. 367 skizziert, durch Einschaltung von zwei losen Rollen in den Zug des Hubseiles abgeändert worden. Das Entleereseil des Greifers weist allerdings noch ganz die alte Führung auf. Es faßt am Greifer mittels loser Rollen an und 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

<sup>1)</sup> Vgl. Fig. 414, S. 259.

den Greifer eingeführt, sondern läuft über eine in der „Hilfslaufkatze“ gelagerte Rolle und von da zum Punkte *a*, wo er am Kran gerüst festgemacht ist. Die beiden von der andern Rolle ablaufenden Stränge gehen zum Greifer und bilden einen endlosen 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.

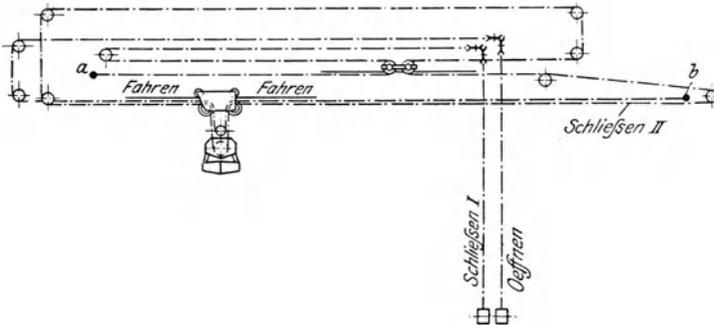


Fig. 367. Amerikanischer Vierseilkran mit Greifer.

Grundsätzlich anders ist die Anordnung der Fig. 368. Das Hubseil ist in der Katze festgemacht, übt also auf diese einen einseitigen Zug aus, welcher von dem auf der anderen Seite angreifenden Fahrseil aufgehoben werden muß, so daß beide Seile die gleiche Spannung erhalten. Zum Heben oder Senken hat man Trommel I allein einzurücken; beim Katzenfahren werden die Trommeln miteinander gekuppelt, so daß die eine soviel Seil hergibt, wie die andere aufwickelt. Die Last verschiebt sich dann wagerecht. Daneben kann durch Drehen der Trommel II allein die Last in schräger Richtung bewegt werden.

Für Selbstgreifer ist die Anordnung nach Fig. 368 schlecht geeignet, weil das Seil beim Heben durch den Flaschenzug des Greifers laufen müßte. Brauchbar ist dagegen die ähnliche Seilführung nach Fig. 369, bei der das Fahrseil eine Spannung gleich dem Gewicht der Last erhält. Von der Trommel I führt man in diesem Falle immer zwei parallele Seile zum Greifer; ein einzelnes Seil zentrisch in den Greifer einzuführen, ist konstruktiv kaum möglich und hätte auch den Nachteil, daß der Greifer sich drehen würde.

Bei Kabelkränen findet sich die Ausführung nach Fig. 368 häufig in der Weise geändert, daß die Last an drei, statt an zwei Seilsträngen hängt. Das Seil wird also nicht in der Katze festgemacht

sondern in bekannter Weise hier noch einmal über eine Rolle geführt und an der unteren Flasche befestigt.

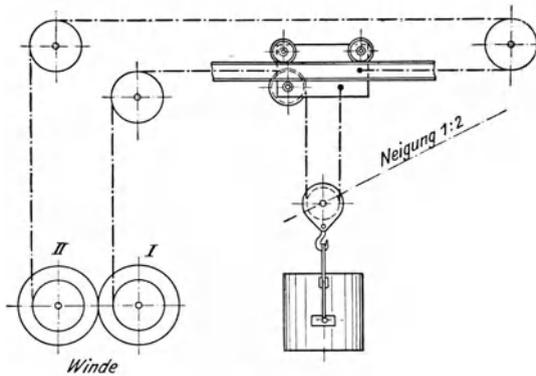


Fig. 368. Zweiseilkran ohne Greifer.

Die Anordnung mit einseitig eingeführtem Seil nach Fig. 368 und 369 hat den Nachteil, daß Heben und Fahren voneinander abhängig sind und die Fahrgeschwindigkeit nicht beliebig groß gemacht werden kann. Bei großen Fahrwegen — besonders also bei weit-

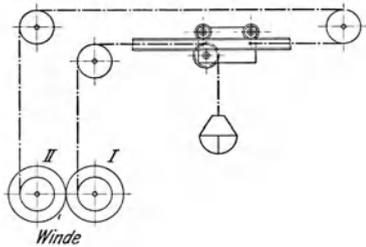


Fig. 369. Zweiseilkran mit Greifer.

gespannten Kabelkränen — macht sich ferner der Übelstand geltend, daß das Fahrseil bei geringer Belastung ebenso schwach gespannt ist wie das Hubseil und übermäßig durchhängt, so daß für beide Seile Reiter vorgesehen sein müssen, um den Durchhang einzuschränken (vgl. Fig. 418 auf Seite 262). Das ist bei einem geschlossenen Fahrseil wie in Fig. 366 günstiger, und

man läßt deshalb auch bei Ausführungen nach Fig. 368 und 369 regelmäßig von der Fahrtrommel im entgegengesetzten Sinne noch ein zweites Seil ablaufen, das auf der anderen Seite der Laufkatze angreift und das Hauptfahrseil straffzieht.

Um Fahren und Heben voneinander unabhängig zu machen, hat die Firma Jäger bereits bei einer älteren Ausführung beide Seilstränge zu einer Fahrtrommel geführt (Fig. 370) und in den so geschaffenen, beliebig beweglichen endlosen Seillauf eine lose Rolle *R* an einer Hilfslaufkatze eingeschaltet, die unter Einwirkung der Hubtrommel steht und das Lasttrum jederzeit zu verkürzen und zu verlängern gestattet.

Hunt benutzt vielfach eine Anordnung nach Fig. 371. 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

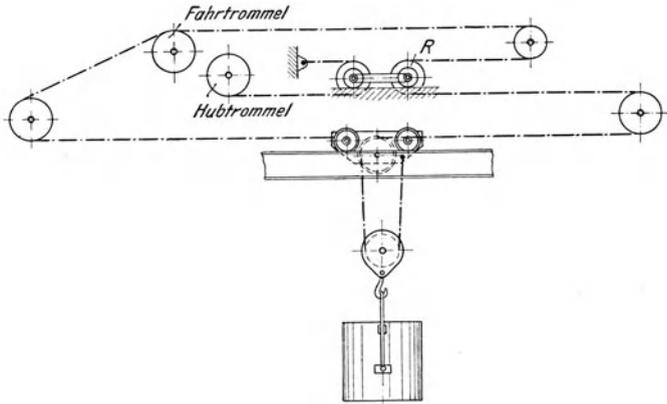


Fig. 370. Jägersche Seilführung mit Hilfslaufkatze.

mit Trommel 2 und Bremse  $B_1$  durch eine Reibkupplung  $R$  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 Reibkupplung 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 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

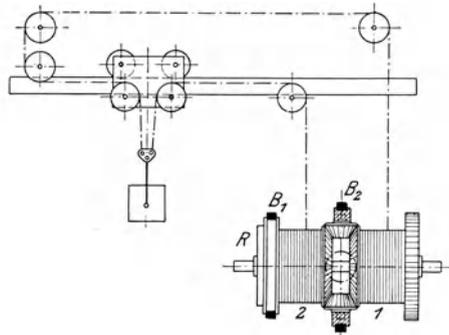


Fig. 371. Steuerung der Last durch Relativbewegung der Trommeln mit Hilfe eines Kegelräderwendegetriebes.

Seile konstant bleibt. Die Last wird durch die Hilfslaufkatze horizontal verschoben, ohne daß die Gesamtlänge der Seile sich ändert.

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

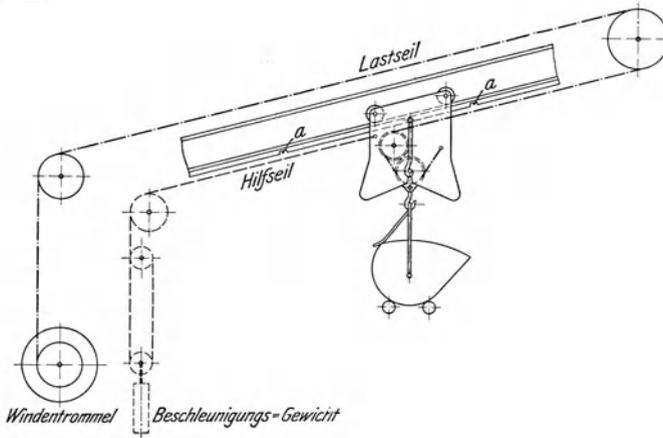


Fig. 372. Seilführung für Einseilkrane mit Verriegelung der Katze.

Bei der Anordnung nach Fig. 372 ist die Fahrbahn mit Einschnitten *a* oder Anschlägen versehen, welche die Katze während der Hubbewegung festhalten. Anschlägen des Hakengeschirres 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 hat für manche Fälle etwas Bestechendes, 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. Für den modernen Kranbau hat sie daher keine irgendetwas erhebliche Bedeutung mehr.

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. 373 hervorgeht, muß bei Anwendung einer losen Rolle die Neigung etwas mehr als  $30^\circ$  betragen; bei erheblichem Gewicht der Laufkatze darf sie geringer sein. 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 Haken-geschirr 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 im-

stande 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.

Für Betrieb mit Flaschenzuggreifer wurde der unter  $30^\circ$  geneigte Ausleger früher vielfach benutzt, obwohl sich im Betriebe herausgestellt hat, daß das Seil infolge der über die 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. 374 läßt die Anwendung eines beliebigen Greifers ohne weiteres zu. Der Ausleger muß nach einer Parabel gekrümmt sein, in deren Brennpunkt, bei A,

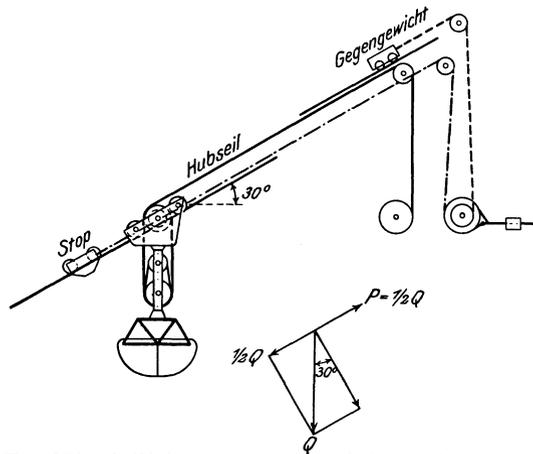


Fig. 373. Seilführung für einen Schrägbahnkran.

die Winde steht. Konstruktiv ist diese Form weniger günstig, und sie spielt praktisch heute keine Rolle mehr.

Für Aufhängung der Last in drei Seilsträngen gilt in entsprechender Weise:  $\sin \alpha > \frac{1}{3}$ ,  $\alpha > 19\frac{1}{2}^\circ$  (Fig. 375).

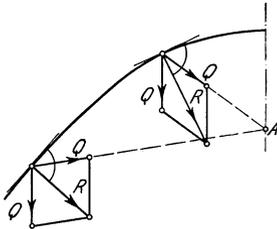


Fig. 374. Kran mit parabolischer Fahrbahn.

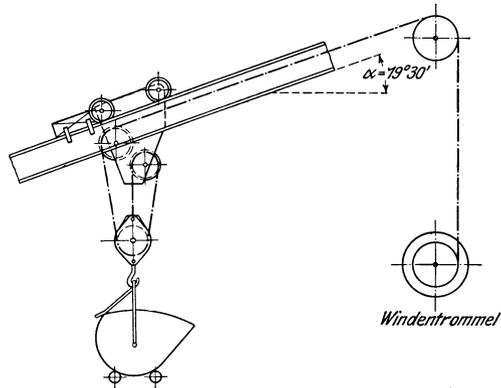


Fig. 375. Schrägbahnkran mit an drei Seilsträngen hängender Last.

Ihrer Einfachheit wegen bemerkenswert ist auch eine Bleichertsche Anordnung für Einseilkranen 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 verwendet daher bei Kranen von großer Leistung, um nicht einen zweiten starken Motor einbauen zu müssen, den Hubmotor meistens gleichzeitig für den Antrieb des Fahrwerkes der Laufkatze. 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 für sich angetrieben.

Als Kraftträger dienen meistens Dampf oder Elektrizität. Während

<sup>1)</sup> Vgl. Fig. 423 S. 265.

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. Heute sind diese Schwierigkeiten beim elektrischen Antrieb, hauptsächlich durch die Schaffung langsam laufender Motoren, überwunden, so daß derselbe auch in Amerika das Feld beherrscht.

Eine gewisse Bedeutung besitzt immer noch der Antrieb mit Druckwasser. Es kommt hier und da vor, daß bei einem großen Kran für bestimmte, wichtige Bewegungen Druckwasser besonders hergestellt wird, und es sind auch noch ausgedehnte hydraulische Anlagen in einzelnen Häfen in Betrieb. Krane dieser Art sind sehr betriebssicher, lassen sich ausgezeichnet steuern und haben geringen Verschleiß. Schwierigkeiten macht vor allem die Zuleitung des Druckwassers, namentlich wegen der Frostgefahr.<sup>1)</sup>

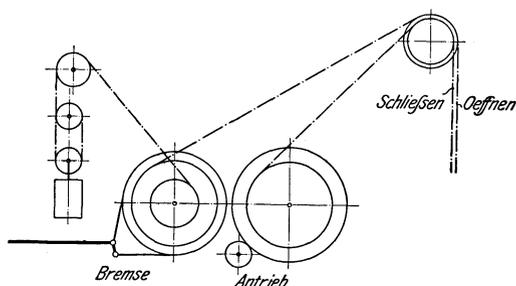


Fig. 376. Greiferwinde mit Gegengewichtsantrieb für die Entleertrommel.

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

<sup>1)</sup> Vgl. den sehr interessanten Aufsatz von P. Eilert: Der Kraftverbrauch von elektrischen und hydraulischen Hebezeugen, Z. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 1061.

dann nach Fig. 376 die Entleertrommel mit einer kleineren Trommel, auf die 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. Durch Anziehen der Bremse kann jedoch das Entleereseil festgehalten und dann durch Nachlassen des Schließseiles der Greifer geöffnet werden. Die Anordnung wird aber heute 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

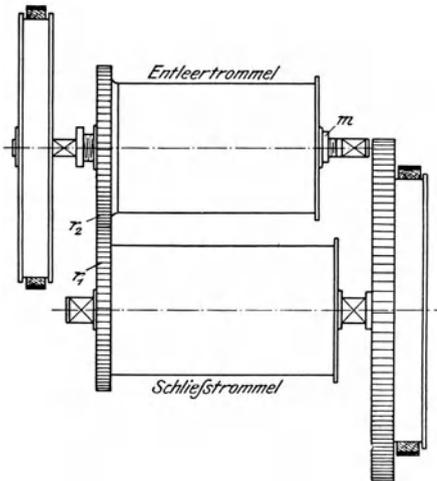


Fig. 377. Greiferwinde von Jäger.

mit einem Ruck angezogen wird. Bei Hochbahnkranen schließen die größere Hubgeschwindigkeit und kompliziertere Seilführung die Anordnung in der Regel vollständig aus. Vereinfachte Bedienung bei zwangsläufiger Mitnahme des Entleereseiles ergibt die Greiferwinde von Jäger (Fig. 377). 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 das Schließseil nachgelassen. Dabei schraubt sich das Zahnrad von der Entleertrommel ab, ohne die Drehung der zwangsläufig mit ihm verbundenen 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 Trommel-seite läßt sich der Punkt der Mitnahme genau einstellen.

In Fig. 378 ist eine Winde mit Reibkupplungen nach amerikanischer Ausführung skizziert, deren Bedienung dadurch verein-

facht 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 eingerückter Kupplung auch die jeweils belastete Trommel fest, bis sie durch Lösen der Kupplung zum Lastsenken freigegeben wird.

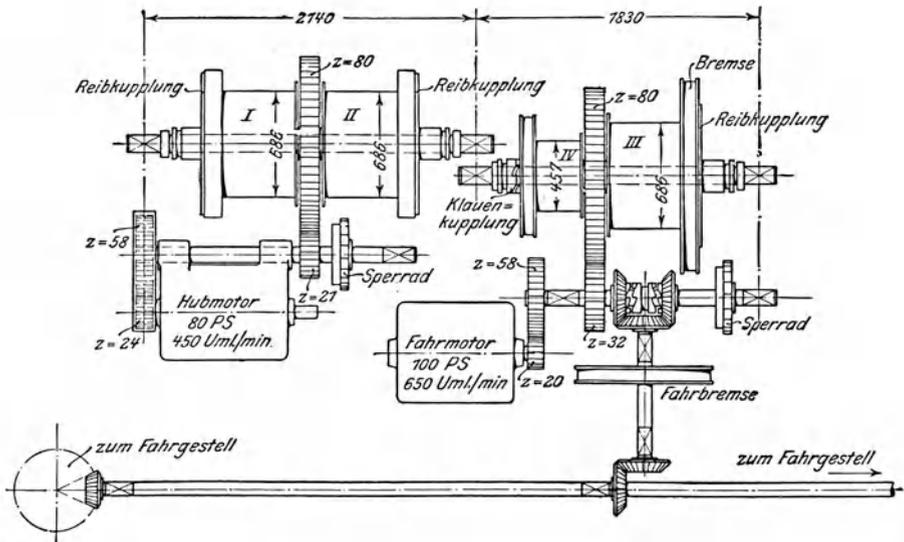


Fig. 378. Amerikanische Greiferwinde.

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.

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. 367 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. 378 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 Sperrrad 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

$$\frac{650}{60} \cdot \frac{20}{58} \cdot \frac{32}{80} \pi \cdot 0,686 = 3,22 \text{ m/sek,}$$

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. 379 und 380 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. 371 betrieben, jedoch mit besonderer Fahrwinde. Das

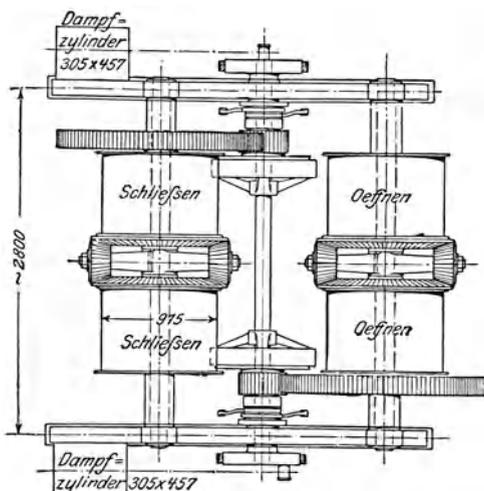
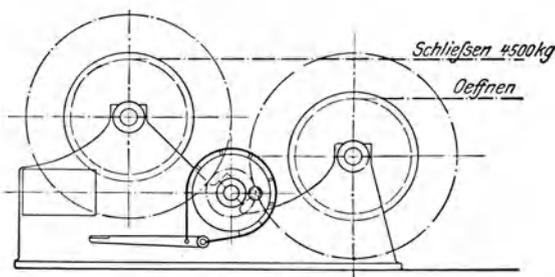


Fig. 379 und 380. Greiferwinde mit Seilausgleich durch Kegelräderwendegetriebe (Hunt).

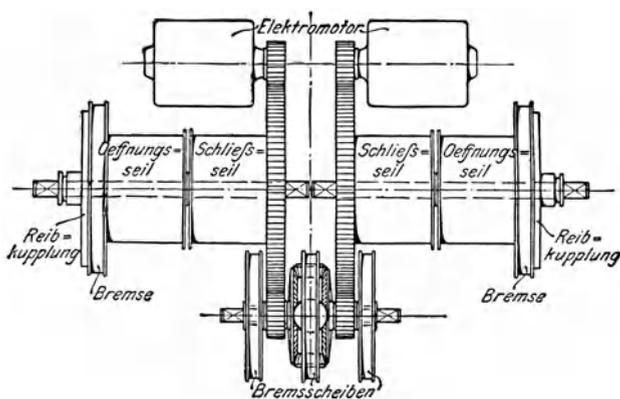


Fig. 381. Greiferwinde mit Kegelräderwendegetriebe auf der Vorgelegewelle.

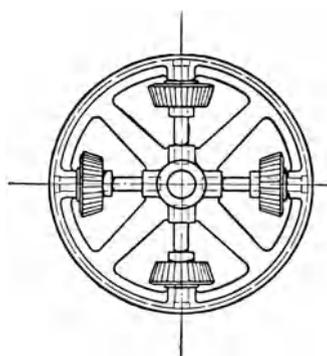


Fig. 382. Mittlere Brems-scheibe.

Wendegetriebe zwischen den Trommeln jeder Welle dient beim Heben als Kupplung und besorgt beim Fahren den Seilausgleich.

In Fig. 381 und 382 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 schnellaufenden Welle seinen Platz findet. Eine Fahrwinde ist, da der Ring des Wendegetriebes festgebremst werden kann, nicht

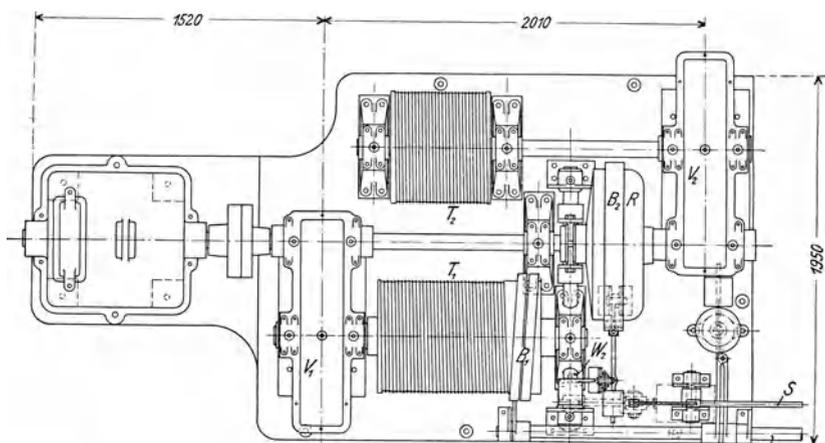
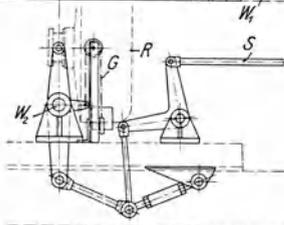


Fig. 383 und 384. Winde für einen Zweiseilkran ohne Greifer. Benrather Maschinenfabrik.

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. 378, da die Hilfslaufkatze fortfällt, doch spricht gegen sie ihr komplizierter Bau und der geräuschvolle Gang der schnellaufenden Kegelräder.

Die in Fig. 383 und 384 skizzierte Winde ist für einen Kran ohne Greifer mit einseitig in die Laufkatze eingeführtem Hubseil bestimmt (vgl. die zugehörige Laufkatze Fig. 412 und 413 und Seilschema Fig. 368). Die Hubseiltrommel  $T_1$  kann entweder allein oder gleichzeitig mit der Fahrseiltrommel  $T_2$  angetrieben werden.

Im erstenen Falle ist die Reibkupplung  $R$  der Fahrseiltrommel ausgerückt und die zugehörige Bremse  $B_2$  durch ein Gewicht angezogen. Wird nun der Motor angelassen, so lüftet der Elektromagnet 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 Führerkorb gelöst.

Im zweiten Falle wird die Reibkupplung eingerückt und die Fahrbremse gelöst. Wenn jetzt der Motor nach der einen oder nach der anderen Richtung gesteuert wird, so laufen beide Trommeln, und es verlängert sich das Fahrseil in demselben Maße, wie das Hubseil eingezogen wird, oder umgekehrt, so daß eine Horizontalbewegung ohne Heben oder Senken des Kübels 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. 384 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. Gleichfalls hebt ein ebenfalls auf  $W_2$  angebrachter Hebel mittels einer Schnur das Bremsgewicht. Beide Vorgänge stehen also in zwangsläufigem Zusammenhange.

Eine ähnliche, aber noch modernere Windenkonstruktion geben Fig. 385 und 386.<sup>1)</sup> Nicht nur die auf der Motorwelle sitzende Bremse, sondern auch die Bremse und die Reibkupplung der Fahrtrommel werden durch Magnete gesteuert, die mit  $a$  bzw.  $b$  bezeichnet sind. Die Hubtrommel ist, wie in Fig. 383, dauernd fest mit dem Motor verbunden. Beide Trommeln sitzen auf derselben Achse. Zum Anzeigen der Stellung der Last in wagerechter und senkrechter Richtung dienen zwei von den Trommeln aus gedrehte Spindeln  $c$  und  $d$ . Beim Heben ist die Hubspindel  $c$  allein in Tätigkeit und überträgt ihre Bewegung auf den an einer losen Rolle hängenden Zeiger  $r$ . Beim Fahren bewegen sich beide Spindeln. Da jetzt die Fahrspindel auf den Zeiger  $r$  im entgegengesetzten Sinne wie die Hubspindel einwirkt, so führt dieser Zeiger keine Bewegung aus.

<sup>1)</sup> Nach Richter, Elektrisch betriebene Bagger und Verladevorrichtungen. Z. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 798.

Die rein magnetische Steuerung und die Hub- und Fahrweg-  
anzeiger erleichtern, besonders bei großen Arbeitswegen, dem Kran-  
führer seine Aufgabe ungemein und machen es ihm möglich, rascher  
zu fahren und höhere Förderleistungen zu erzielen.

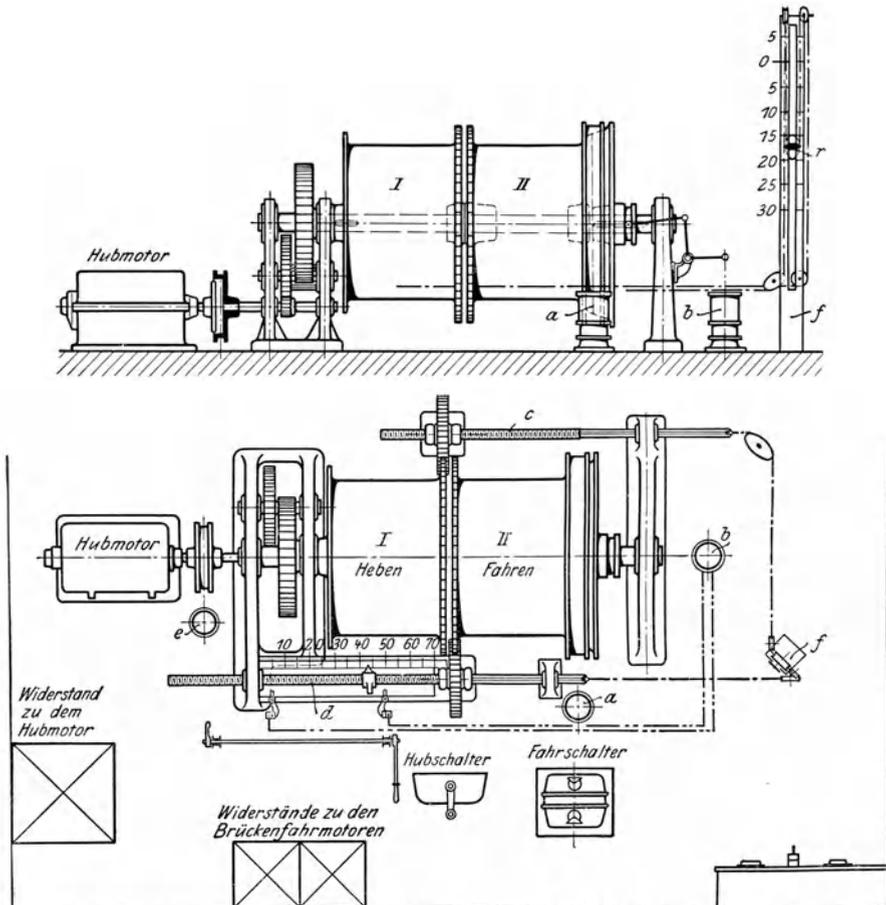


Fig. 385 und 386. Winde mit elektrischer Steuerung von J. Pohlig, Köln.

Wenn die Winde, wie es bei den meisten modernen, leistungs-  
fähigen Kranen mit Greiferbetrieb der Fall ist, ihren Platz auf der  
Katze hat und der Führer mit auf der Katze fährt, so pflegt die  
Konstruktion verhältnismäßig einfach zu sein. Die Hubwinde wird  
durch einen oder zwei Elektromotoren angetrieben; die Laufräder  
erhalten getrennten Antrieb von einem anderen Motor aus, und zwar  
werden alle Räder mit dem Antrieb in Verbindung gebracht, da es

sonst nicht möglich ist, die zum raschen Anfahren und Verzögern erforderliche Adhäsion zu erhalten. Bei großen Geschwindigkeiten und besonders bei kurzen Fahrbahnen, wo eine sehr kurze Beschleunigungs- und Verzögerungsperiode notwendig ist, wenn die hohe Geschwindigkeit ausgenutzt werden soll, genügt der Laufradantrieb überhaupt nicht mehr. Es ist dann erforderlich, die Katze in einen geschlossenen Seillauf zu legen. Dies gilt besonders auch für Kabelkrane mit Führerstandslaufkatze, bei denen gegen die Enden der Fahrbahn hin große Steigungen zu überwinden sind. Die Fahrwinde kann jetzt entweder fest auf dem Krangerüst angeordnet werden (vgl. Fig. 479) und ist dann von der Katze aus durch besondere Hilfs-Schleifdrähte zu steuern; oder sie erhält ihren Platz mit auf der Laufkatze, und die Seile werden an den Enden der Laufbahn festgemacht (Fig. 387). Die Anordnung ist im letzteren Falle, wo eventuell der Hubmotor zum Antrieb des Fahrwerkes mit benutzt werden kann, einfacher, doch erhält die Laufkatze größere Abmessungen und größeres Gewicht. Die zuerst angeführte Bauart kommt infolgedessen häufiger vor.

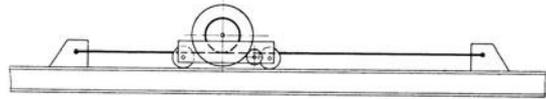


Fig. 387. Windenkatze in geschlossenem Seillauf.

Die Reibkupplungen werden meistens als Kegel-, Spreizring- und Bremsbandkupplungen ausgeführt.

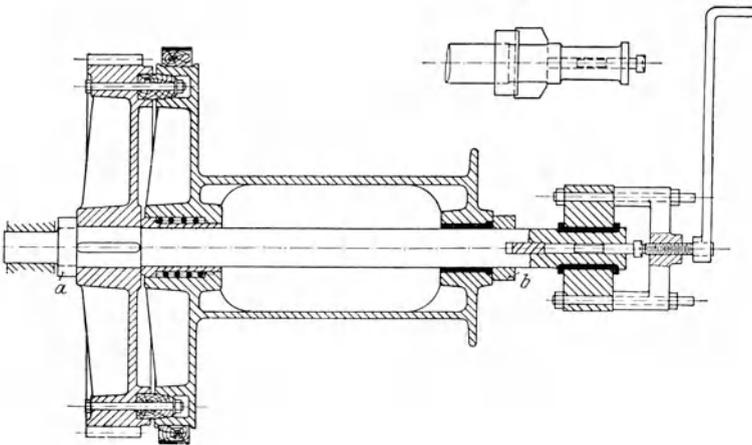


Fig. 388. Amerikanische Kegelpkupplung.

Fig. 388 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 Bremsscheibe zusammengeegossene Trommel läßt sich axial verschieben und gegen

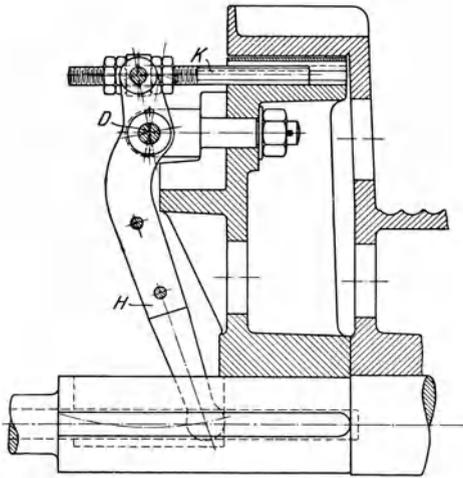


Fig. 389. Spreizringkupplung mit Keil.  
Losenhausen.

das mit Holzring versehene Stirnrad pressen, das durch den Stellung *a* an der Verschiebung gehindert wird. Der Anpressungsdruck wird durch eine Schraube hervorgerufen, 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.

Diese recht einfache Anordnung hat sich im ganzen zufriedenstellend be-

währt. Gegenstand von Verbesserungen ist namentlich die Spurpfanne der Spindel gewesen, die schwer zu schmieren ist und leicht heiß läuft. Für größere Ausführungen sind Kugellager zu benutzen.

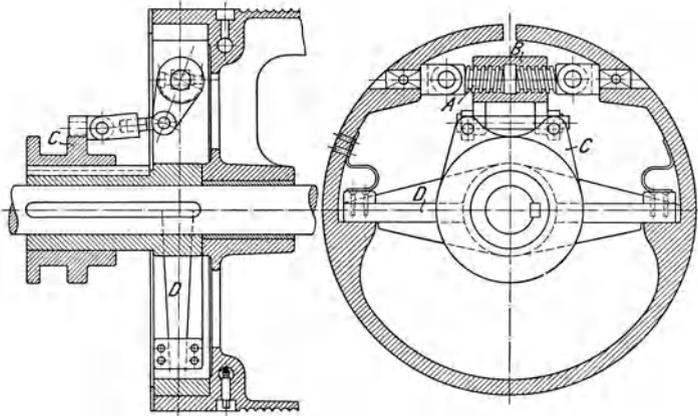


Fig. 390 und 391. Spreizringkupplung mit Schraube.  
Düsseldorfer Kranbaugesellschaft.

Fig. 389 gibt den Querschnitt einer Spreizringkupplung von Losenhausen. 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 Trommelwelle und wird von einer die Welle durchdringenden Stange gesteuert.

Die Düsseldorfer Kranbaugesellschaft ersetzt den Keil nach Fig. 390 und 391 durch zwei mit dem Ring gelenkig verbundene Gewindebolzen *A*, die sich bei Drehung der Rotgußmutter *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 mitgenommen 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.

Ziemlich weite Verbreitung haben ihrer großen Übertragungsfähigkeit und ihres geringen Einrückwiderstandes wegen die Bremsbandkupplungen gefunden. Ihre Wirkungsweise beruht, wie aus Fig. 392 ersichtlich, darauf, daß ein Holzgefüttertes Stahlband, das am einen Ende mit einer auf der treibenden 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.

Im übrigen lassen sich auch die im Handel befindlichen, bei Transmissionen gebräuchlichen Kupplungen für Kranwinden verwenden.

Zur Mitnahme der Entleertrommel des Greifers werden zuweilen Reibkupplungen allereinfachster Art benutzt, deren Übertragungskraft nur zum Spannen des Entleerseiles 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 Schleppkurbel mit Bremsband, die in dieser Weise be-

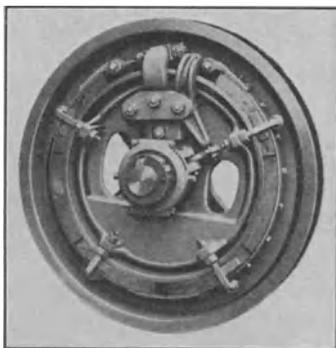


Fig. 392. Bleichertsche Bremsbandkupplung.

nutzt werden kann, ist in Dinglers polytechnischem Journal 1906, Seite 150, beschrieben.

Die Bremsen werden, wie im übrigen Kranbau, fast stets als Bandbremsen ausgeführt. Soll in beiden Richtungen gebremst

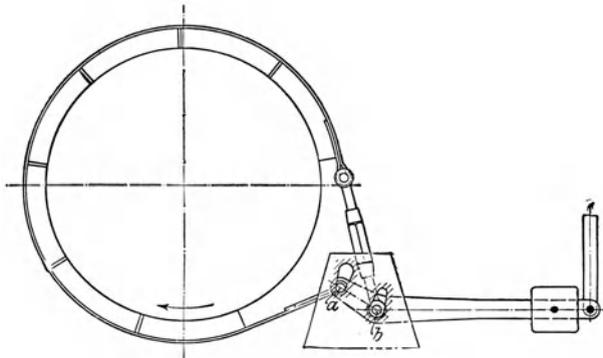


Fig. 393. In beiden Richtungen wirkende Fahrbremse.

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. 393 skizzierte An-

ordnung. 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 Bremscheibe 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.<sup>1)</sup>

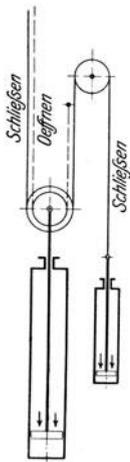


Fig. 394.  
Hydraulische Greiferwinde.

In Amerika hat man Versuche damit gemacht, die Bremsbänder mit Asbest auszufüttern. Angeblich sind die Resultate gut.

<sup>1)</sup> Vgl. auch die eigentümliche Bremsanordnung in Z. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 650, Abb. 30 und 31.

Druckwasserantrieb kommt für Greiferwinden selten in Betracht. Um übereinstimmende Bewegung 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. 394 skizzierten Anordnung, der eine amerikanische Ausführung zugrunde 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. 395 und 396. Gleichachsig 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  $r_1$  des Entleereseiles  $E$  betätigen kann.

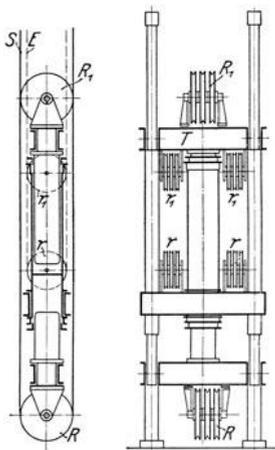


Fig. 395 und 396.  
Hydraulische Greifer-  
motoren.

### c) Die Laufkatzen.

Die Bauart der Laufkatzen hängt eng zusammen mit der Gesamtanordnung der Verladeanlage.

Laufkatzen mit Winde wurden anfänglich nach dem Muster der Katzen von Werkstättenlaufkranen gebaut, nur wurde ein Haus über die Winde gesetzt, das für den Führer und die Schaltapparate den erforderlichen Raum gewährte und auf allen Seiten noch Raum zum Herumgehen lassen mußte. Derartige Konstruktionen sind schwer und nehmen viel Raum ein. Heute ist man zu sehr kompensiösen Windenkonstruktionen gekommen. Die Winde wird unter die Laufwerke gehängt, so daß der Schwerpunkt der Katze tief liegt. Der Führerkorb mit den Schaltapparaten hängt noch weiter nach unten, so daß der Mann einen freien Ausblick auf die Last bekommt. In ihrer höchsten Stellung nimmt diese, wie aus den folgenden Darstellungen zu ersehen, den Raum zwischen dem Führerkorb und der Winde ein, so daß der verfügbare Raum voll ausgenutzt wird.

Nachdem die deutschen Kranbauunternehmen schon seit Einführung der Hochbahnkrane sehr häufig Führerstandslaufkatzen benutzt hatten, ist man in Amerika in den letzten Jahren auch für die schwersten, leistungsfähigsten Krane dazu übergegangen. Eine

solche Katze wiegt ja viel mehr als die Laufkatze eines Seilbahnkranes, die nur einige Leitrollen enthält; es ist daher für das Fahren mehr Kraft aufzuwenden, und vor allem bereitet wegen der größeren Masse das Anfahren und Anhalten der Katze bei großer Geschwindigkeit mehr Schwierigkeiten. Dem steht aber entgegen, daß der Führer die Last besser vor Augen hat, daß die komplizierte

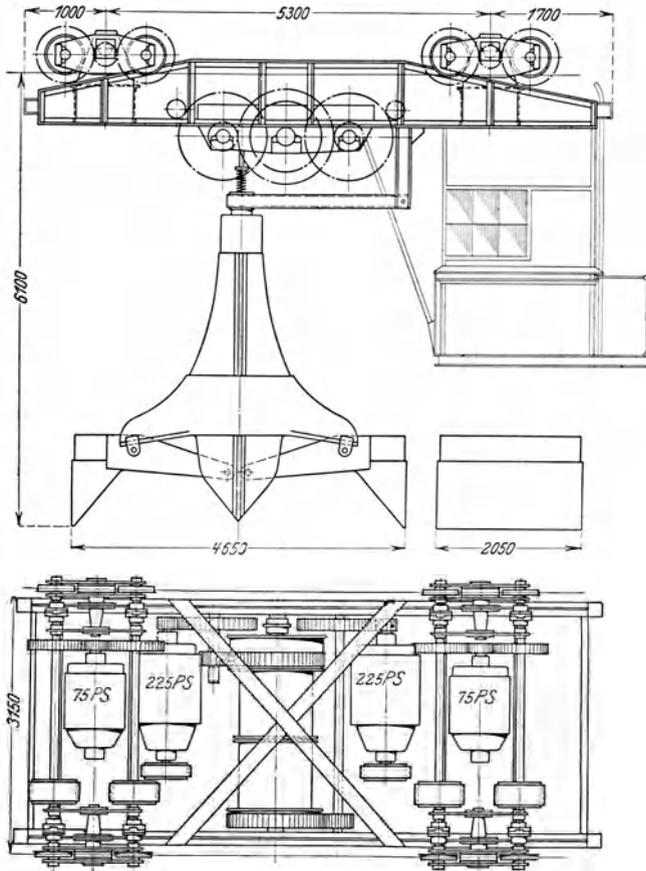


Fig. 397 und 398. Laufkatze einer amerikanischen Verladebrücke.

Führung und damit auch der große Verschleiß der Seile wegfällt, und daß das Krangerüst nicht zur Aufnahme der Winde und der Seilführungsrollen eingerichtet zu werden braucht, so daß die Konstruktionsarbeit sich wesentlich vereinfacht. Mit der allgemeinen Einführung der Selbstgreifer haben alle diese Gesichtspunkte erhöhte Wichtigkeit bekommen, so daß Greiferkrane heute ganz allgemein mit Führerstandskatzen gebaut werden.

Einige moderne amerikanische Konstruktionen geben Fig. 397 bis 400 wieder.<sup>1)</sup>

Die Katze nach Fig. 397 und 398 ist für einen Greifer von 10 t Erz Nutzinhalt gebaut. Die schweren Hauptträger sind an 4 Laufwerken zu je 2 Rädern aufgehängt, die in der Fahrriechtung weit auseinander liegen. Durch zwei 75pferdige Motoren werden sämtliche Laufräder angetrieben, und zwar in der Weise, daß immer die einander gegenüberliegenden Räder zweier Fahrwerke durch eine Antriebswelle verbunden sind. In die Wellen sind Kupplungen eingeschaltet, so daß die freie Einstellung der einzelnen Laufwerke nicht gehindert wird. Auf jeder Welle sitzt eine Bandbremse. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt 5,5 m/sek.

Die Hubwinde weist die übliche Anordnung mit zwei Greifer-trommeln auf, deren eine fest auf der Welle sitzt, während die andere, die Öffnungstrommel, durch eine Reibkupplung mit der Welle verbunden wird. Zum Antrieb dienen zwei Motoren von je 225 PS, die dem Greifer eine Hubgeschwindigkeit von 1,5 m/sek geben. Die Leistung der Katze, die auf einer 170 m langen Verladebrücke verkehrt, soll 600—650 t Erz in der Stunde betragen, doch ist diese Förderung offenbar nur bei sehr flottem Arbeiten vom Haufen unter günstigen Umständen, nicht etwa bei Schiffsentladung zu erreichen.

Eine wesentlich abweichende Konstruktion weisen die zu derselben Verladeanlage gehörigen Katzen der Uferkrane (Fig. 399 und 400) auf, die aus den Schiffen in Waggons oder auf den Haufen laden und nur 50 m Fahrbahnlänge haben. Da hier ein rasches und präzises Anfahren und Halten noch viel wichtiger ist, als bei der langen Verladebrücke, so wird die Katze durch Seile bewegt, die von einem in das Krangerüst eingebauten Fahrwerk ausgehen. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt 3,5 m/sek, die Leistung des Fahrmotors 75 PS.

Die Winde, welche den 7,5 t Erz fassenden Greifer bei 350 PS Motorleistung mit 1,1 m/sek Geschwindigkeit hebt, weist die Besonderheit auf, daß sie auf einer Drehscheibe montiert ist, eine Ausföhrung, die sich auch sonst bei amerikanischen Kranen findet und den Zweck hat, dem Greifer ein größeres Arbeitsfeld zu geben. Die Schaufelarbeit wird dadurch, daß der weitausladende Greifer jetzt von den Rändern der Luken aus nach allen Seiten unter das Deck fassen kann, wesentlich eingeschränkt. Zum Drehen dient ein kleiner Motor von 5 PS.<sup>2)</sup>

---

<sup>1)</sup> Nach Bergman, Neue amerikanische Verladeanlagen, Z. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 649 u. f.

<sup>2)</sup> Vgl. hierzu D. R. P. 260293 (Brown). Die Laufkatze arbeitet hier mit einem von einer Drehscheibe herabhängenden Stielgreifer. Siehe ferner Z. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1412/13, Fig. 49 und 50.

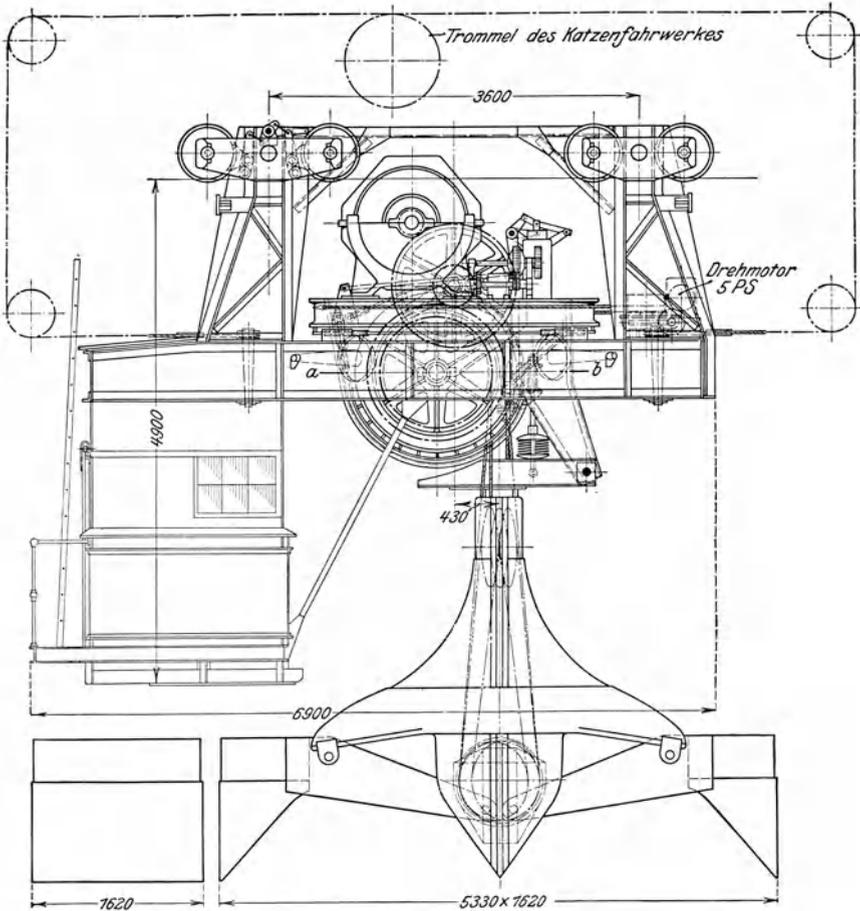
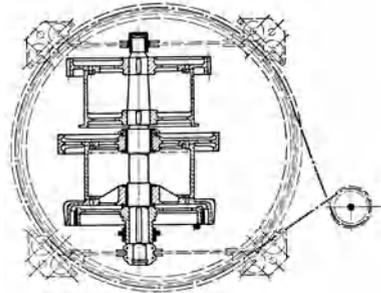


Fig. 399 und 400. Amerikanische Laufkatze mit drehbarer Winde.

Beachtenswert ist auch, daß bei dieser Winde, die sehr häufig umgesteuert werden muß, die Bremse der Entleerungstrommel durch einen Elektromagneten und die Reibkupplung durch einen  $1\frac{1}{2}$  pferdigen Motor betätigt wird (vgl. die in Fig. 397 und 398 dargestellte Winde).



Andere Formen von Windenlaufkatzen sind aus dem Bedürfnis heraus entstanden, Lasten über beliebig gekrümmte, eventuell auch mit Abzweigungen versehene Bahnen zu befördern. Zum Kurven-

ahren eignet sich nur eine Bauart, bei der die Räder seitlich ganz eng zusammengedrückt sind, oder die nach Art der Hängebahnwagen überhaupt nur in einer Ebene liegende Räder aufweist.

Konstruktionen dieser Art haben, weil sie ein ungemein vielseitig verwendbares Transportmittel darstellen, große Verbreitung gefunden, und zwar sowohl in der Form von Führerstandslaufkatzen, wie auch als ferngesteuerte, automatisch fahrende elektrische Windenwagen (Elektrohängebahnen).

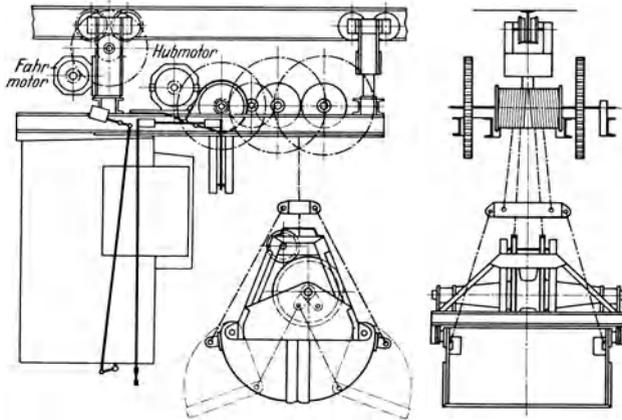


Fig. 401. Windenkatze mit Führerstand für Greiferbetrieb.

Fig. 401 zeigt eine Führerstandslaufkatze, die auf dem Unterflansch eines  $\Gamma$ -Trägers läuft und für Greiferbetrieb bestimmt ist. Die Laufwerke haben je 2 Räder. Sollen Kurven befahren werden, so müssen sie sich um einen senkrechten Zapfen frei einstellen können. Weichen im Gleis werden als Schiebeweichen konstruiert (vgl. Fig. 176). In Fig. 402 ist eine Ausführung der Deutschen Maschinenfabrik dargestellt. Eine amerikanische Laufkatze, für Gepäckbeförderung auf Bahnhöfen bestimmt, gibt Fig. 403.<sup>1)</sup>

Als Hängebahnwagen werden auch die Laufkatzen von Kabelkranen ausgebildet, bei denen aber natürlich die Kurvenbeweglichkeit wegfällt. Schwierigkeiten macht hier vor allem die Stromabnahme, die bei der in Fig. 404 dargestellten Ausführung der Firma Bleichert durch kleine Wagen besorgt wird, die auf den Leitungsdrähten fahren und mit der Katze durch ein Zugseilchen allseitig beweglich verbunden sind, so daß die gegenseitigen Schwankungen der Drähte und des Fahrseiles, die durch den Wind hervorgerufen werden, keinen Einfluß ausüben.

<sup>1)</sup> Nach Z. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 2030.

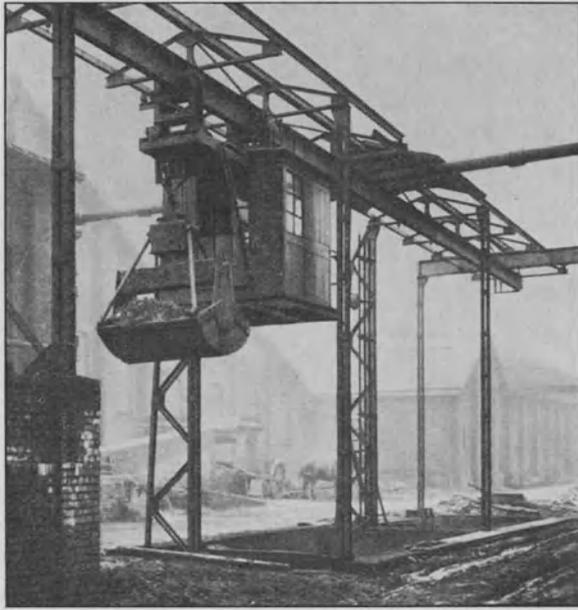


Fig. 402. Führerstandslaufkatze der Deutschen Maschinenfabrik.

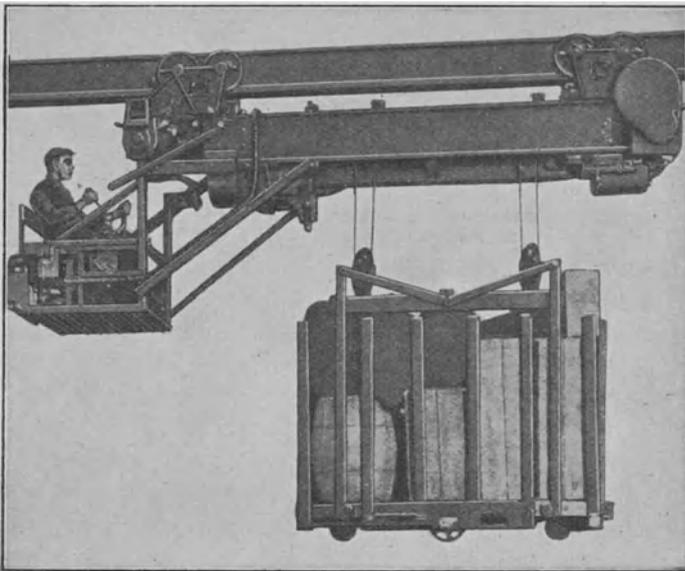


Fig. 403. Amerikanische Führerstandslaufkatze zur Gepäckbeförderung.

Ganz außerordentlich hat sich auch der Bau von Anlagen mit automatisch arbeitenden, d. h. führerlosen Windenlaufkatzen entwickelt, die man, ebenso wie die auf S. 139 bis 149 beschriebenen Ausführungen, nach dem Vorgang der Firma Bleichert heute allgemein als „Elektrohängebahnen“ bezeichnet, ein Ausdruck, der, um Verwirrung zu vermeiden, nicht auf Anlagen mit Führerstandslaufkatzen oder mit Wagen, die durch Zugschnüre gesteuert werden, angewandt werden sollte. Automatische Elektrohängebahnen sind vorteilhaft, wenn der Verkehr sich zwischen bestimmten oder nicht zu häufig wechselnden Punkten vollzieht, unzweckmäßig dagegen, wenn das Fördergut immer von verschiedenen Stellen eines Lagers aufgenommen und an verschiedenen Stellen abgelegt werden muß, weil dann auch die Bedienung immer ihren Platz wechseln müßte.

Das wichtigste Konstruktionselement eines Elektrohängebahn - Windenwagens ist die Fernsteuerung, für die eine große Anzahl Lösungen vorgeschlagen, aber meines Wissens nur wenige bisher mit Erfolg ausgeführt worden sind. Die Konstruktionen beruhen durchweg darauf, daß die

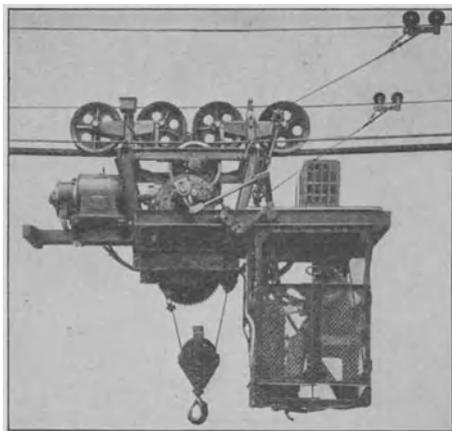


Fig. 404.

Stromzuführung zu den Motoren durch Magnete gesteuert wird, die vom Standort des bedienenden Arbeiters durch an eine Schleifleitung angeschlossene Schalter betätigt werden. Ist die Schaltung richtig hergestellt, also der Hub- oder der Fahrmotor in der gewünschten Weise an das Netz angeschlossen, so schickt der Arbeiter mit Hilfe eines feststehenden Anlassers Strom in die Schleifleitung des Motors und leitet so die Bewegung ein. Der nächstliegende Weg ist nun der, für jede Schaltung einen besonderen Magneten<sup>1)</sup> mit je einer besonderen Steuer-Schleifleitung vorzusehen, doch ergäbe das eine ziemlich komplizierte Anordnung. In sehr einfacher Weise ist dagegen die Aufgabe durch die Bleichertsche

<sup>1)</sup> Vgl. Patent 272868 von Schenck. Hier sind mehrere Magnete an einer Steuerleitung vorgesehen, die bei verschiedenen Spannungen anspringen und mittels entsprechend abgestimmter Vorschaltwiderstände getrennt betätigt werden sollen.

Bauart nach Patent 167893 gelöst, bei der nur ein Magnet in der Laufkatze und eine Schleifleitung erforderlich sind. Der Magnet arbeitet auf ein Sperrrad, das er bei jedem Hube um einen Zahn weiterdreht, und das auf derselben Achse mit einer Kontrollerwalze sitzt, so daß nacheinander alle verschiedenen Arbeitsstellungen der Motoren eingeschaltet werden.

Fig. 405 gibt das Schaltschema. An der Stelle, wo gehoben und gesenkt werden soll, ist neben einem isolierten Stück der Arbeits-

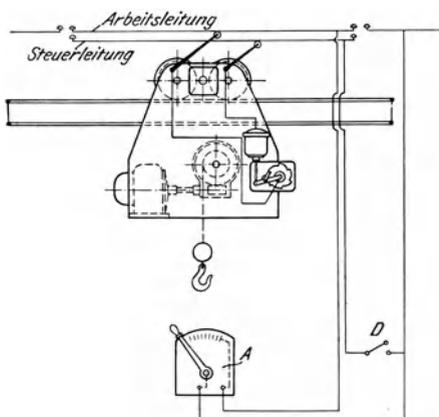


Fig. 405. Schaltschema für Elektrohängewagen mit Winde. Bleichert.

Arbeits-Schleifleitung noch eine besondere Steuerleitung verlegt. Beide können durch den Anlasser *A* bzw. den Schalter *D* mit einem stets unter Strom stehenden Leitungsstück verbunden werden. Beim Niederdrücken von *D* erhält jedesmal der Magnet Strom und schaltet eine neue Kontrollerstellung ein. Natürlich folgen sich die Stellungen in der Weise, wie sie im praktischen Betriebe in der Regel gebraucht werden, indessen ist es auch möglich, durch mehrmaliges

Bewegen des Tasters auf eine beliebige Stellung überzugehen.

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 des Anlassers die Arbeitsleitung ein. Bei der höchten Laststellung schaltet der Kübel durch Drehen eines Hebels automatisch den Arbeitsstrom aus, so daß die Winde stillsteht. Das nächste Weiterdrehen der Walze durch den Taster hat Einschaltung 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 dem Magneten von neuem Strom gibt und die Umschaltung auf Rückfahrt veranlaßt. Ist der Wagen nach der Ausgangsstation zurückgekehrt, so wird er vom Arbeiter durch Ausschalten des Arbeitsstromes auf dem isolierten Leitungsstück 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. Der Wagen wird auch hier meistens während der Fahrt entleert.

Die Versuche, etwas anderes zu schaffen, haben sich nach zwei Richtungen erstreckt. Zunächst ging man darauf aus, den Betrieb noch weitergehend selbsttätig zu gestalten, indem man durch Schaltanschläge den Wagen an der Beladestelle anhielt, den Kübel sich ganz automatisch senken, selbsttätig beladen, wieder heben und weiterfahren ließ. Es ist nicht besonders schwierig, mit den ungemein vielseitigen Elementen des Elektro-Maschinenbaues geeignete Mechanismen ausfindig zu machen. Wenn aber schon die oben beschriebene Anordnung sehr sorgfältig ausgeführt werden muß, um dauernd einwandfrei zu arbeiten, so leuchtet es ein, daß eine so komplizierte Einrichtung schwerlich störungsfrei arbeiten kann, so daß ein Arbeiter jedenfalls immer zum Eingreifen bereit sein muß und somit ein Vorteil kaum erzielt wird. Dazu kommt, daß jeder Wechsel der Arbeitsstelle, der Hubhöhe u. dgl. Schwierigkeiten bereitet, so daß die Anlage weniger bequem und vielseitig zu handhaben und für gewisse Zwecke, wie Schiffsentladung, überhaupt nicht brauchbar ist.

Der zweite Versuch, der dahin ging, die Steuerleitung zu ersparen, hat ebenfalls keine nennenswerte praktische Bedeutung, weil die geringe Verbilligung durch die größere Kompliziertheit des Steuermechanismus aufgehoben wird. Nach Patent 260955 (Gradenwitz) beispielsweise ist der Steuer magnet in Reihe mit den Motoren geschaltet. Der erste Stromstoß ist aber infolge eines besonderen vorgeschalteten Widerstandes so schwach, daß er nur den Magneten zum Anspringen bringt, ohne die Motoren zu beeinflussen. Erst auf der nächsten Steuerstufe läuft der Motor, der gerade eingeschaltet ist, an, während der Magnet in gehobener Stellung verbleibt. Theoretisch läßt sich mit dem System dasselbe leisten, wie mit demjenigen nach Patent 167893. Praktisch macht sich der Nachteil geltend, daß, solange der Magnet nicht verriegelt ist, was erst beim Übertritt auf ein anderes Leitungsstück automatisch geschehen kann, jedes Abspringen des Stromabnehmers zur Folge hat, daß der Magnet weiterschaltet und eine verkehrte Bewegung einleitet.

Alle sonstigen elektrischen Einrichtungen, insbesondere die Blockierung und Weichensicherung, sind dieselben wie bei einfachen Elektrohängebahnen.

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. 406 und 407 schematisch dar.

Die Winde, deren Vorgelege aus einem Stirnräderpaar und einem Schneckengetriebe besteht, muß symmetrisch ausgebildet werden.

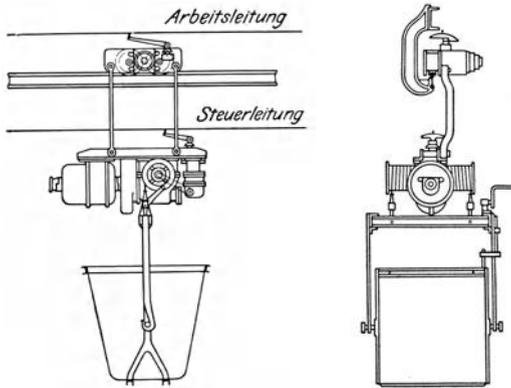


Fig. 406 und 407. Elektrohängebahnwagen mit Winde auf Kopfschiene. Bleichert.

7500 kg Erz —, weshalb eine Verminderung des toten Gewichtes der Katze sehr erwünscht war. Andererseits wollte man die Betriebsvorteile, die das Mitfahren des Kranführers zur Folge hat, nicht aufgeben.

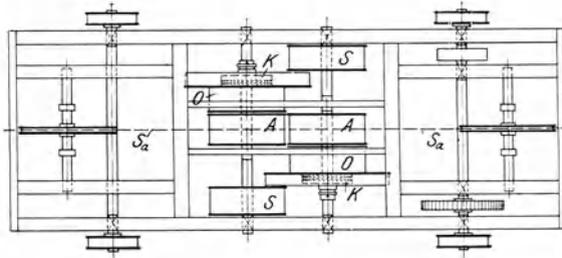


Fig. 408. Führerlaufkatze für einen Kran mit feststehender Hubwinde.

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 (vgl. hierzu Fig. 367 auf S. 229), 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.

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 24 zählige Klauenkupplung  $K$  verbunden ist. 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.

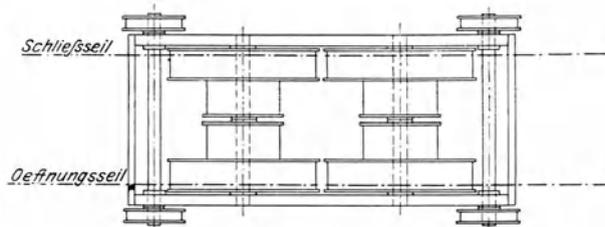


Fig. 409. Katze mit Trommelübersetzung.

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. 409). Falls ein besonderes Fahrseil fehlt (Schema Fig. 368 und 369) ergibt die Anordnung ferner eine im Verhältnis zur Hubgeschwindigkeit größere Fahrgeschwindigkeit.

Fig. 410 und 411 geben eine einfache Seilrollenlaufkatze wieder, die für Bahnneigung 1:4 und 5500 kg Belastung bestimmt ist.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Vgl. Seilschema Fig. 367.

Die Wangen bestehen aus schwachen Blechen, in die der Gewichtsverminderung wegen Aussparungen eingearbeitet sind. Die an der Rollenachse angreifende Last wird durch  $\square$ -Eisen unmittelbar nach den Laufradachslagern übertragen. L-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.

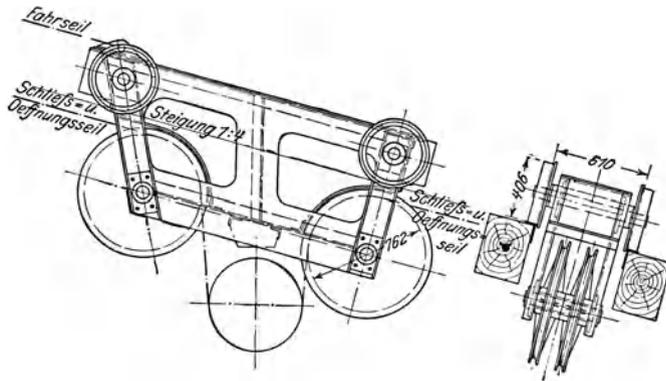


Fig. 410 und 411. Normale Laufkatze mit symmetrisch eingeführten Hubseilen für einen Kran mit feststehender Winde.

Eine Laufkatze mit einseitig eingeführtem Zugseil ist in Fig. 412 und 413 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.

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 Zahnrad 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 Führerstande 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.

<sup>1)</sup> Hierzu gehörig: Seilschema Fig. 368; Förderkübel Fig. 303 bis 305; Winde Fig. 383 und 384.

Als Spezialkonstruktion ist noch die in Fig. 416 skizzierte Huntsche Katze zu erwähnen.<sup>1)</sup>

Die Entlastung des Hubseiles bei Kranen, die nach dem Schema Fig. 366 arbeiten, läßt sich nach Fig. 414 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 in Stellung 2. Ist die Rolle genügend hochgehoben und wird dann wieder nachgelassen, so tritt der Zapfen in die punktiert angedeutete

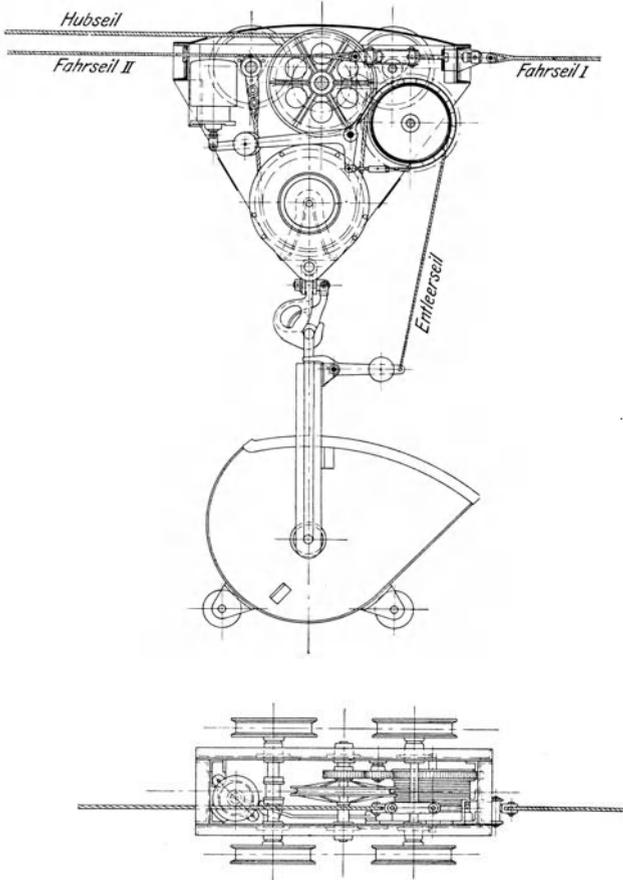


Fig. 412 und 413. Laufkatze mit einseitig eingeführtem Hubseil. Benrather Maschinenfabrik.

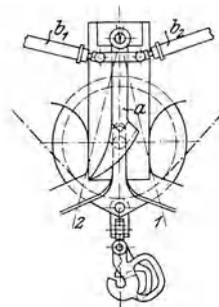


Fig. 414. Entlastung des Hubseiles. Brown.

Aussparung des Hakens, der jetzt in die Mittelstellung gedrängt wird. 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. Da-

<sup>1)</sup> Siehe Z. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1412/13, Fig. 49 und 50.

bei drängt der auf der Rückenfläche abgleitende Zapfen den Haken vollends zur Seite, und die Last kann frei gesenkt werden.

Wie schon erwähnt, hat diese Anordnung heute kaum noch praktische Bedeutung, weil durch das Ein- und Aushängen zu viel Zeit verloren geht. Ganz veraltet sind ferner die Laufkatzen, die

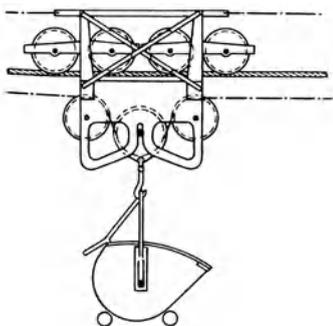


Fig. 415. Laufkatze für einen Seilbahnkran. Brown.

sich an der Bahn selbsttätig feststellen, und deren Zweck es war, ein besonderes Fahrseil überflüssig zu machen. Mit allen diesen komplizierten Einrichtungen konnte man bei den geringen Leistungen, für welche die älteren Spezial-Umschlagskrane für Massengüter gebaut wurden, allenfalls auskommen, bei großen Leistungen und erhöhten Ansprüchen an Betriebssicherheit aber müssen sie versagen. Beschreibungen finden sich in der 1. Auflage dieses Buches, S. 220 u. f., ferner in Ernst, Hebezeuge,

und in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1901, S. 1487 u. f. (Kammerer).

Laufkatzen für Seilbahnkrane (Fig. 308 und 309 auf S. 200 und Fig. 415) 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 Hubseil vor zu tiefem Durchhang durch Holzbalken schützen, die quer zur Fahrbahn unterhalb des Durchgangsprofils des Förderkübels aufgehängt werden. Dagegen würde Fahren bei beliebiger Lasthöhe durch die Balken verhindert werden, die deshalb nur ausnahmsweise bei älteren Anlagen benutzt worden sind.

Hunt legt bei einer Spezialausführung an der inneren Seite des einen Kranträgers entlang ein  $\square$ -Eisen (Fig. 416) und führt die

Schließ- und Entleereseile über wagerechte Rollen seitlich in die Katze ein, so daß sie, statt durchzuhängen, in der von dem  $\square$ -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  $\square$ -Trove aufgenommen.

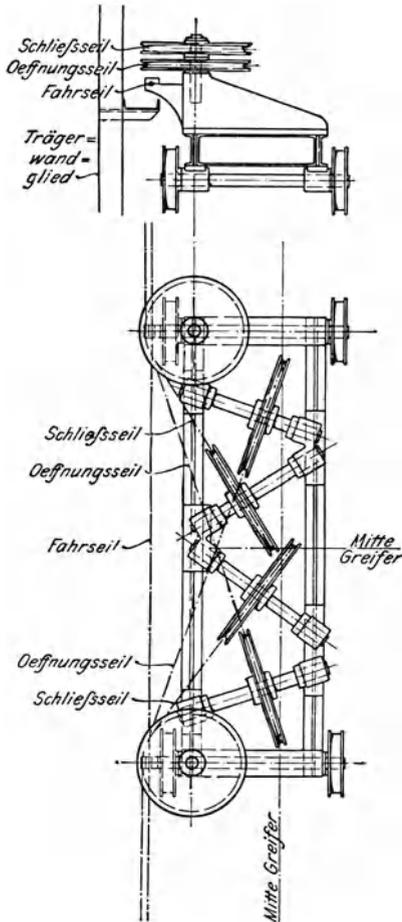


Fig. 416. Laufkatze mit auf der ganzen Länge unterstützten Seilen. Hunt.

Vielfach sind Versuche mit ausweichenden Rollen gemacht worden, doch haben sich alle diese Vorrichtungen bei großer Fahrgeschwindigkeit nicht besonders bewährt. Temperley hängt nach Fig. 417 die Rollen an Flacheisenparallelogrammen auf, die von der spitz zulaufenden Katze zur Seite gedrängt und durch Federn wieder in die Mittelstellung zurückgeführt werden.

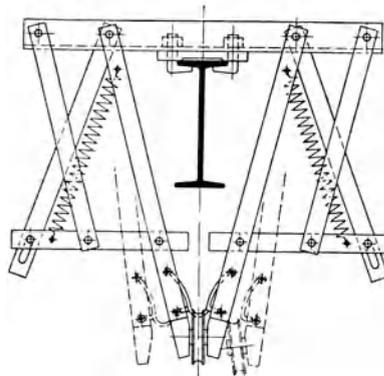


Fig. 417. Ausweichende Seilstütze. Temperley.

Bei Seilbahnkränen ist Unterstützung durch „Reiter“ üblich, die mit einem Tragröllchen für jedes Seil versehen sind (Fig. 418). 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 fort-

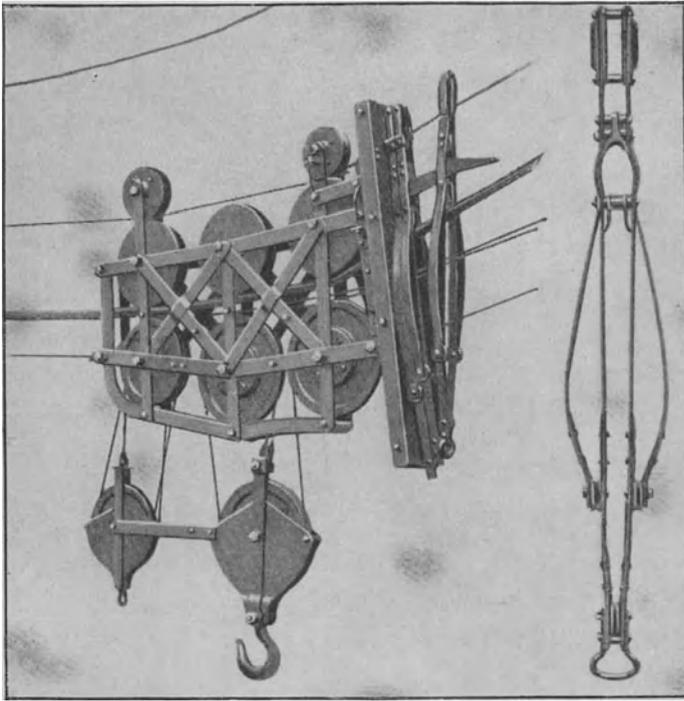


Fig. 418. Kabelkranlaufkatze und Reiter.

geht und erst an dem für ihn bestimmten hängen bleibt. Beim Rückgang nimmt die Katze die Seilträger nacheinander wieder auf.

## 11. Kapitel.

### Der Aufbau der Krane.

#### a) Drehkrane.

Die in Deutschland bei weitem am meisten verbreitete Bauart für Drehkrane ist der Drehscheibenkran (Fig. 419). 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 ein kurzer Königszapfen, seltener eine Säule, die einen Teil des Kippmomentes überträgt.

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 aus-

schließlich zum Wechsel des Arbeitsplatzes, nicht zum Bewegen der Last benutzt. Dasselbe gilt für das Einziehen des Auslegers, der in den meisten Fällen starr mit der Plattform verbunden wird.

Der Führer erhält bei den Drehscheibenkranen seinen Stand in unmittelbarer Nähe der Antriebsvorrichtungen an der Vorderwand des Windenhauses, so daß er die Last vor Augen hat und alle Bewegungen 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 schwie-

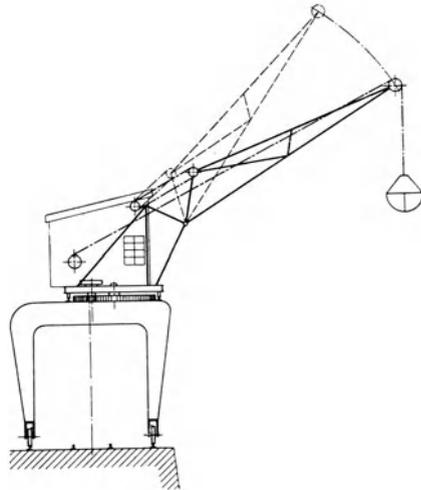


Fig. 419. Drehkran mit einziehbarem Ausleger auf einem Portalgerüst.

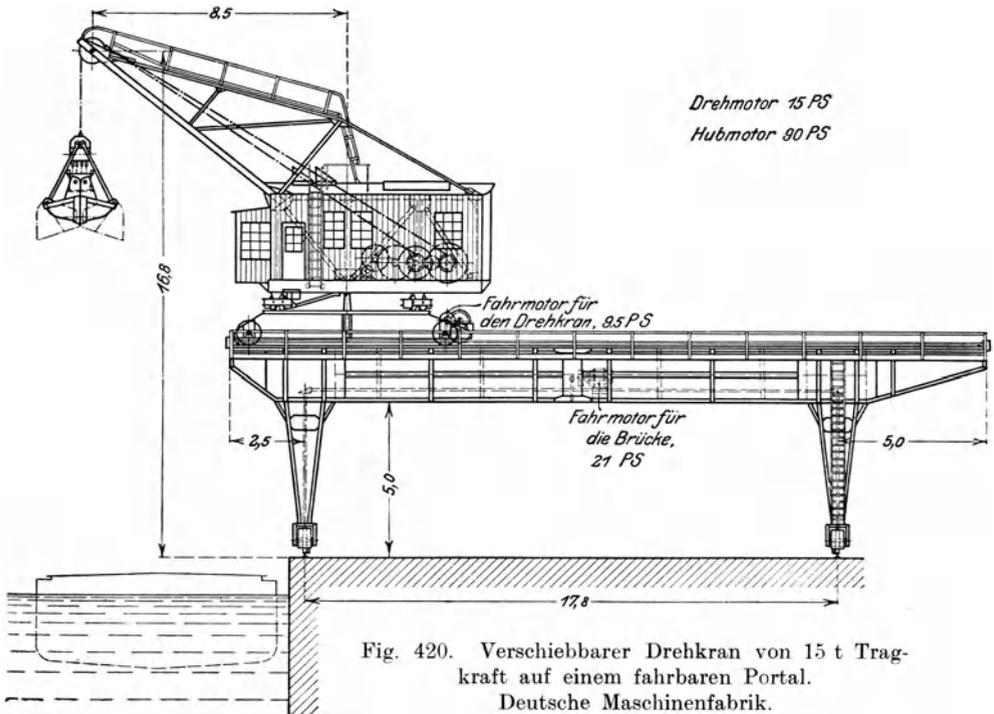


Fig. 420. Verschiebbarer Drehkran von 15 t Tragkraft auf einem fahrbaren Portal. Deutsche Maschinenfabrik.

rig ist bei großer Ausladung der Gewichtsausgleich für den drehbaren Teil.

Wenn das Portal eine größere Anzahl von Gleisen überspannen muß, so wird zuweilen der Drehkran auf dem Portal fahrbar angeordnet. Bei der in Fig. 420 wiedergegebenen Ausführung der Deutschen Maschinenfabrik handelt es sich um eine besonders schwere, leistungsfähige Anlage von 15 t Tragkraft, die zum Umschlag von Erz mit Selbstgreifern und zum Verladen von Stückgütern dient.

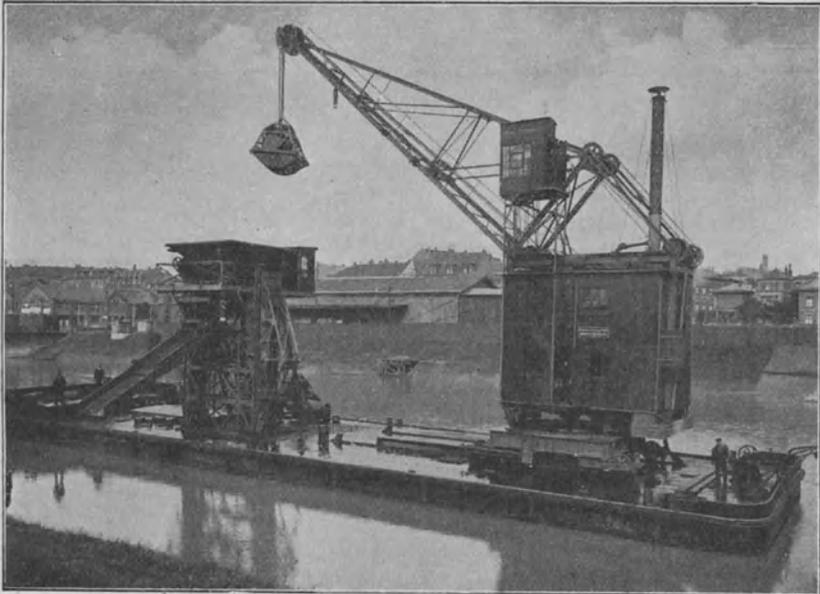


Fig. 421. Verschiebbarer Drehkran auf einem Ponton. Mohr & Federhaff.

Der Kran ähnelt bereits einer Verladebrücke mit oben fahrendem Drehkran (vgl. Fig. 450), unterscheidet sich von diesem Typ jedoch durch die niedrige Geschwindigkeit des Kranfahrens (20 m/min), die der geringen Brückenlänge entspricht.

Drehkrane werden auch häufig auf Pontons angeordnet und als Schwimmkrane vor allem zum Überladen aus Seeschiffen in Leichter benutzt. Indem man diese Krane an beliebigen Stellen des Hafens längsseit der zu entladenden Schiffe legt, vermeidet man das Verhaken der großen Dampfer und wird unabhängig davon, ob Platz am Kai zur Verfügung steht. Sowohl die Hafenanlagen wie auch die Schiffe können auf diese Weise besser ausgenutzt werden. Fig. 421 gibt die Abbildung eines von Mohr & Federhaff nach Rotterdam

gelieferten schwimmenden Entladers für Greiferbetrieb mit einem verfahrbaren Drehkran von 8000 kg Tragkraft. Aus dem Überlade-trichter, der auf einer Wage steht, und der in der Höhe einstellbar ist, rutscht das geförderte Gut in das Fahrzeug, das beladen werden soll. Der Kran dient vor allem zum Überladen von Erz, außerdem aber auch zum Verladen von Grubenholz und zum Bekohlen von Seeschiffen.

Günstiger als ein normaler Drehkran verhält sich in bezug auf Massenwirkungen eine Bauart der Firma Flohr (Fig. 422). 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.

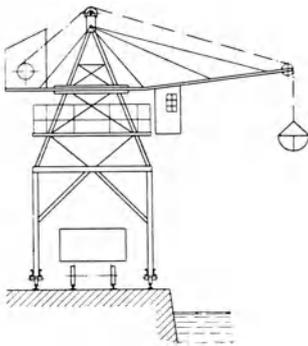


Fig. 422. Turmdrehkran,  
Bauart Flohr.

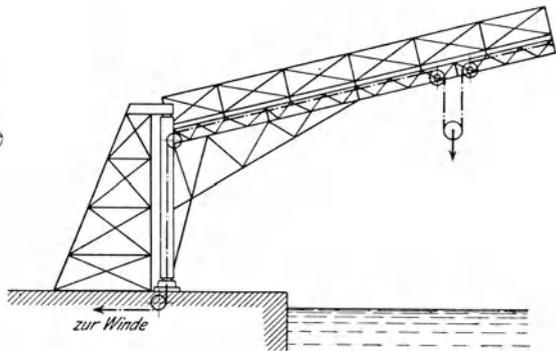


Fig. 423. Laufkatzenkran mit schwenkbarem  
Ausleger. Bleichert.

Zu erwähnen ist noch die in Fig. 423 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 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, eignet sich aber nur für geringe Leistungen.

Fig. 424 <sup>1)</sup> zeigt, wie ein Drehkran sich nicht nur zur direkten Entladung von Schiffen, sondern auch zur Handhabung eines Becher-

<sup>1)</sup> Nach Garlepp, Einige neuzeitliche Verladeanlagen, Z. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 1549. Auch Fig. 425 ist diesem Aufsatz entnommen.

elevators<sup>1)</sup> für Getreideförderung benutzen läßt. An den Elevator, der an den Kranhaken gehängt wird, schließt sich eine Schnecke, die das aus dem Schiff gehobene Getreide einer selbsttätigen Wägevorrichtung zuführt. Von hier fließt das Getreide lose über eine Schurre in den neben dem Schiffe liegenden Leichter, oder es wird abgesackt und so in den Leichter befördert. Die Wägevorrichtung, die in der Skizze auf Deck stehend gezeichnet ist, hat sonst ihren Platz in einem Hause zwischen den Portalfüßen des Kranes und wird hier zum Absacken benutzt, wenn in Eisenbahnwaggonen verladen werden soll.

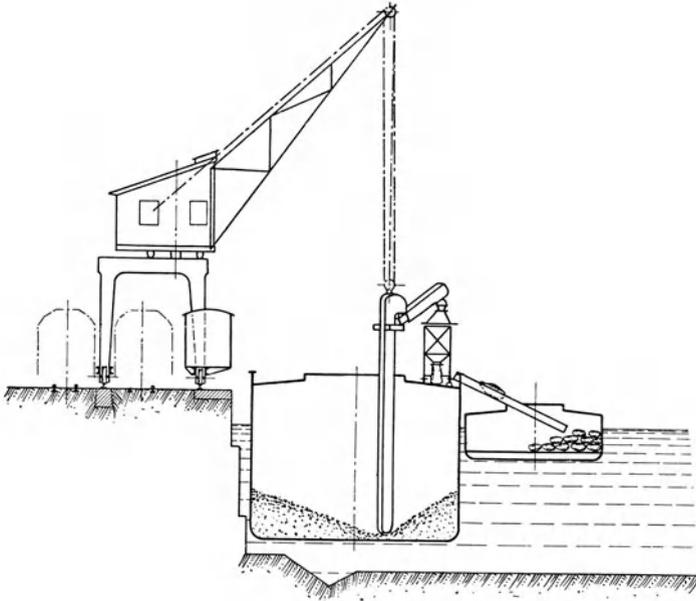


Fig. 424. Drehkran mit angehängtem Becherelevator. Mohr & Federhaff.

Großen Schwierigkeiten begegnet bei Drehkränen das Wägen der Last. Während es bei Laufkatzen mit wagerechter Bewegung möglich ist, die Winde auf eine Wage zu setzen oder die Katze auf eine Wage auffahren zu lassen, ist man bei Drehkränen darauf angewiesen, die Spannung irgendwelcher Konstruktionsteile zu messen, ein Verfahren, das nicht sehr genau sein kann. Während wiederholt versucht worden ist, die Belastung einer Rolle, über welche das Hubseil geführt wird, auf die Wage einwirken zu lassen, hat die Firma Mohr & Federhaff bei der Ausführung nach Fig. 425 zu

<sup>1)</sup> Vgl. Band I, 2. Aufl., S. 132 u. f.

dem Mittel gegriffen, zwei Stäbe des Kranauslegers etwas zu knicken und die aus den Stabspannungen resultierenden Kräfte auf einen doppelten Hebel wirken zu lassen, dessen Welle durch einen weiteren Hebel und eine Zugstange den Wagebalken beeinflusst. Das Lauf-

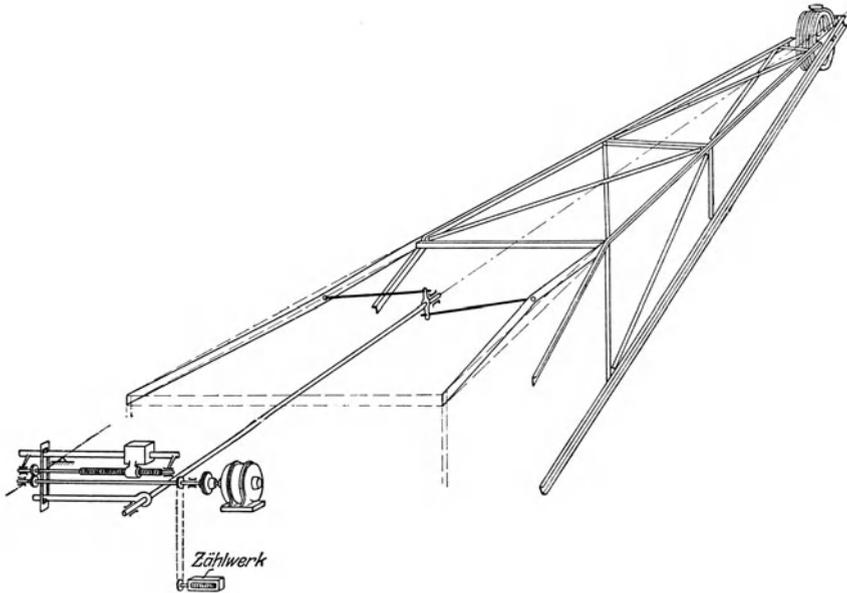


Fig. 425. Wägevorrichtung für Drehkrane. Mohr & Federhaff.

gewicht wird durch einen kleinen Elektromotor, der sich bei einer bestimmten Höhenlage der Last selbsttätig einschaltet, bis zur Gleichgewichtslage verschoben, wobei ein Zählwerk die Bewegung registriert. Das Laufgewicht kehrt dann wieder in die Nulllage zurück.

#### b) Hochbahnkrane mit starrem Gerüst.

Drehkrane sind bei Förderwegen über etwa 30 m, d. h. also bei mehr als 15 m Ausladung, 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 die Drehung des Auslegers durch die Schiffsmasten und die Takelage gehindert. Diese Schwierigkeiten, die sich natürlich bei geringerer Ausladung auch schon geltend machen, fallen fort, wenn man der Last geradlinige Bewegung 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 als „Hochbahnkrane“ bezeichnet, ein Ausdruck, der sich in der Praxis allerdings wenig eingebürgert hat.

Auf die Ausbildung des Krangerüstes ist wesentlich die Länge der Fahrbahn von Einfluß, die sich aus dem Zwecke, dem der Kran dienen soll, ergibt.

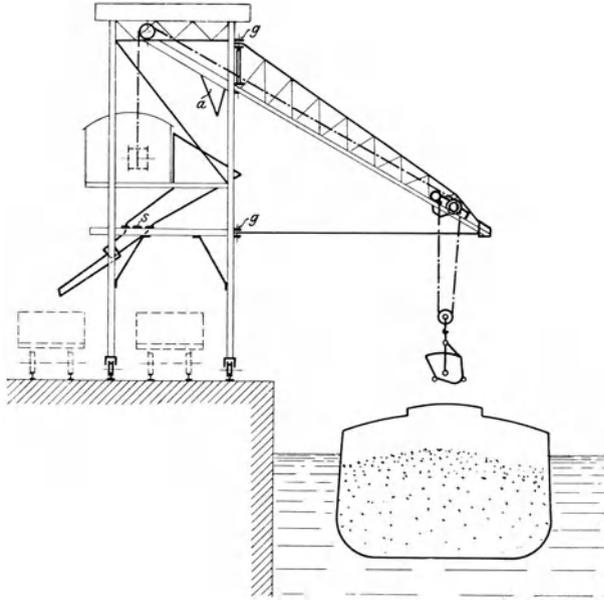


Fig. 426. Uferkran mit schräger Fahrbahn zum Überladen aus Schiffen in Eisenbahnwagen. Pohlig.

Handelt es sich um die 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 können der einfachen Seilführung wegen<sup>1)</sup> Krane mit schräger Fahrbahn sein. Beispiele für Schrägbahnkrane geben die Fig. 426 bis 429. Der Kran Fig. 426 dient zum Überladen aus Schiffen in Eisenbahnwagen. In dem Turm befindet sich ein Füllrumpf mit hoher Rückwand, die das Verschütten von Material beim Umkippen des schnell arbeitenden Fördergefäßes verhindert. Aus dem Trichter wird das Fördergut durch einen Schieber *s* in die Eisenbahnwagen abgezogen.

<sup>1)</sup> Siehe Schema Fig. 373, Kap. 10.

Oberhalb des Trichters ist an der Fahrbahn der Anschlag *a* angebracht, der eine selbsttätige Entleerung des Greifers oder Kübels an der richtigen Stelle bewirkt.

Nach dem gleichen Prinzip ist der in Fig. 427 skizzierte Kran gebaut, der, ebenfalls unter Zwischenschaltung eines Füllrumpfes, die Wagen einer Drahtseilbahn belädt. In das fahrbare Krangerüst ist eine das feste Gleis mit Schleppzungen übergreifende Weiche eingebaut, auf welche die vom Zugseil gelösten Wagen zur Beladung übergeschoben werden.

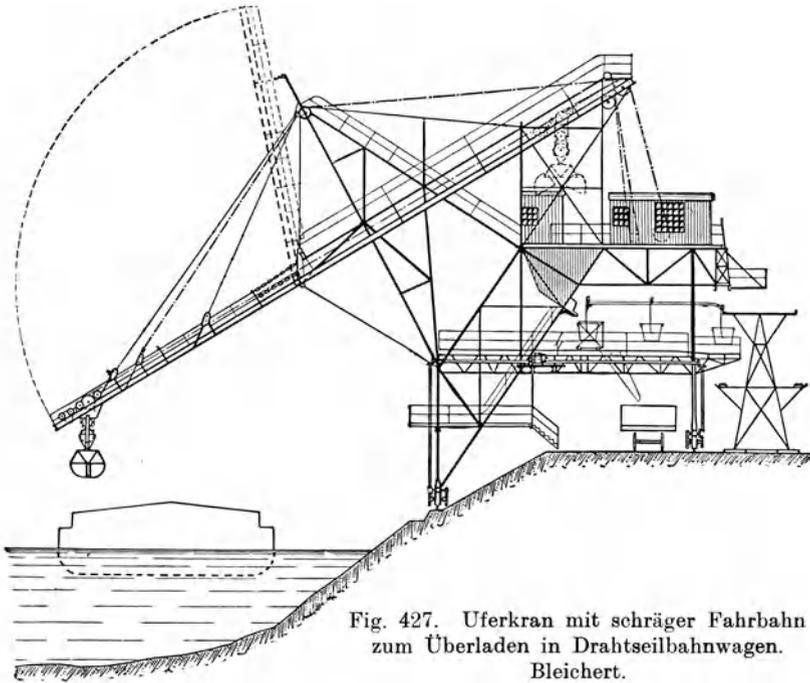
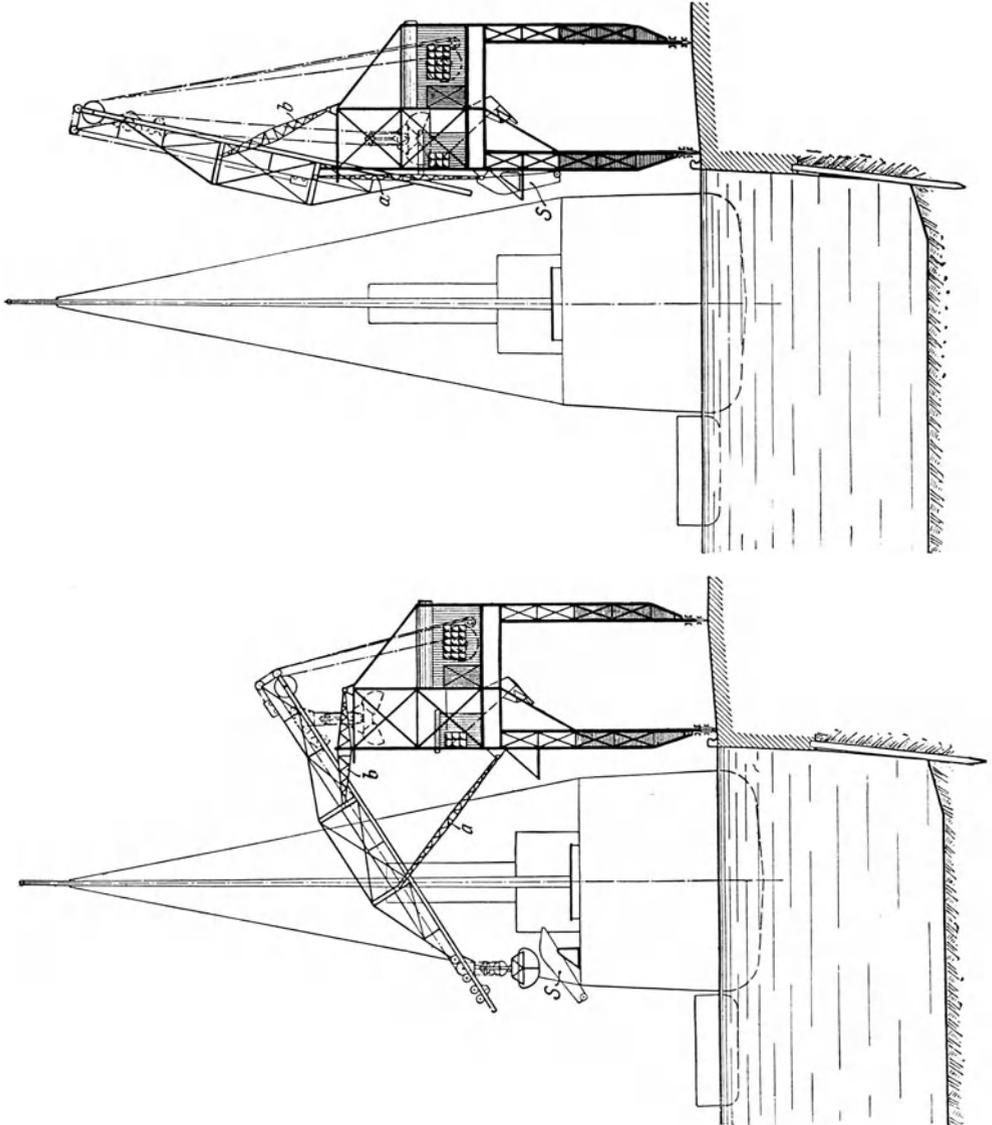


Fig. 427. Uferkran mit schräger Fahrbahn zum Überladen in Drahtseilbahnwagen. Bleichert.

Die Winde wird bei diesen Kranen in einem Schutzhause 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. 426 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 Ausschwenken

durch das Tauwerk gehindert wird. Weit gebräuchlicher sind in einer vertikalen Ebene schwingende Ausleger, die gewöhnlich um einen am Gerüst gelagerten Zapfen drehbar ausgeführt werden (vgl. Fig. 427). In der höchsten Stellung fallen Haken ein, die den Ausleger verriegeln, während er in der Arbeitsstellung durch Zugstangen unter-

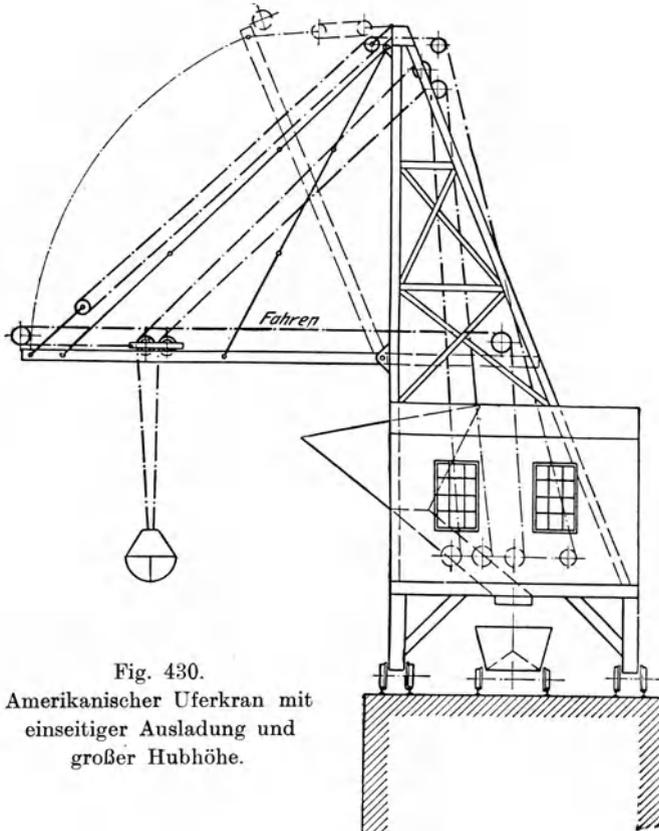


Fig. 430.  
Amerikanischer Uferkran mit  
einseitiger Ausladung und  
großer Hubhöhe.

stützt wird, die beim Aufziehen einknicken. Bei Entladung von Seeschiffen mit viel Takelage tritt aber auch hier noch häufig der Fall ein, daß die Taue gekappt werden müssen, um die Bahn für die Laufkatze frei zu machen, weil der Ausleger sich von oben auf das Tauwerk legt. Vermieden wird dies bei einer im Hamburger Hafen ausgeführten Bleichertschen Konstruktion (Fig. 428 und 429). 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. Durch

diese Konstruktion ist vor allen Dingen auch die Gefahr beseitigt, daß beim Sinken des Wasserspiegels die Taue von oben auf den Ausleger drücken und den Kran zum Kippen bringen, weil der Ausleger dann nicht mehr gehoben oder wagerecht eingefahren werden kann.

Bei großer Ausladung macht die schräge Fahrbahn den Turm übermäßig hoch; zudem ist mit der einfachen Seilführung der Nachteil verbunden, daß die Hub- und Fahrbewegung voneinander abhängig sind (s. Kap. 10). Daher kommt wagerechte Fahrbahn häufiger vor.

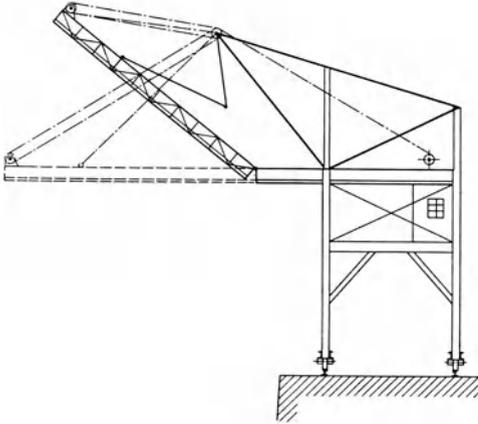


Fig. 431. Uferkran mit großer einseitiger Ausladung.

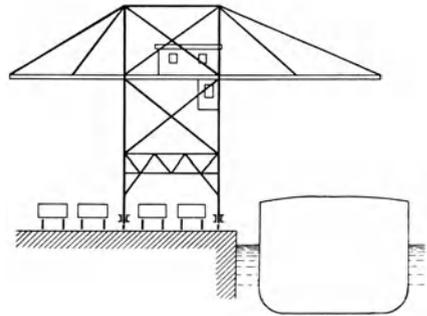


Fig. 432. Uferkran mit Ausladung nach beiden Seiten.

Eine in Amerika sehr beliebte Anordnung ist in Fig. 430 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 wagerechte Komponente der Hubseilspannung eine bremsende Wirkung ausübt.

Der Krantyp wird besonders für hohe Leistungen angewandt und dann von zwei Führern bedient, von denen der eine das Fahren,

<sup>1)</sup> Vgl. auch D.R.P. 169 935 (Speyerer), sowie Z. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 261.

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. 431 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. 432). Andernfalls 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. 367, Kap. 10).

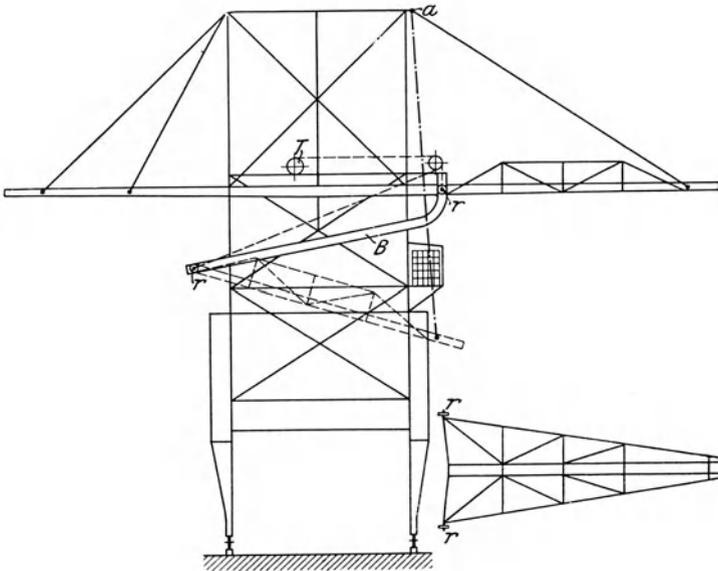


Fig. 433. Amerikanischer Kran mit einziehbarem Ausleger.

Der in Fig. 433 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 *a* aufgehängt, während das hintere Ende sich mit Rollen *r* in zwei  $\square$ -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, erfüllt also denselben Zweck, wie die in Fig. 428 und 429 skizzierte Bauart für Schrägbahnkrane.

Während aber diese Auslegerkonstruktionen vereinzelt geblieben sind, hat der Gedanke, den Ausleger in sich selbst parallel zu verschieben, neuerdings viel Anklang gefunden. Ziemlich bekannt geworden sind die von der Firma Bleichert gebauten Krane der Schiffahrtsgesellschaft „Midgard“ in Nordenham. Bei dem kleinen, nur zur Überladung zwischen Schiff und Eisenbahn dienenden Typ ist die ganze Fahrbahn als ein zusammenhängender, auf Rollen gelagerter Träger ausgeführt, der sich durch einen Windenmechanismus nach der Wasser- oder nach der Landseite verschieben läßt (Fig. 434). Bei den ca. 100 m langen Verladebrücken dagegen (Fig. 435 bis 437) liegt der Hauptteil der Fahrbahn fest, und nur der wasserseitige Ausleger ist innerhalb des kastenförmigen festen Fahrbahnträgers beweglich.



Fig. 434. Bleichertsche Krane mit verschiebbarer Fahrbahn.

Er greift mit zugespitzten Schleppschienen über die festen Laufschienen, so daß die Katze bei jeder Auslegerstellung von der einen Fahrbahn auf die andere übergehen kann. Durch eine besondere, in der Patentschrift Nr. 193 294 erläuterte Vorrichtung werden die Katzenfahrseile beim Einziehen des Auslegers verkürzt und so stets straff gehalten.

Eine sehr eigenartige Weiterbildung haben diese Krane in den in einer Anzahl von Exemplaren für den Löschbetrieb im Hamburger Hafen ausgeführten „Doppelkranen“ (Fig. 438 und 439) gefunden<sup>1)</sup>. An einem Portalgerüst ist hier sowohl ein geradlinig verschiebbarer Ausleger mit Führerstandslaufkatze als ein normaler

<sup>1)</sup> Die Zeichnung verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Bauinspektor E. G. Meyer. — Ausgeführt sind die Krane durch die Deutsche Maschinenfabrik.

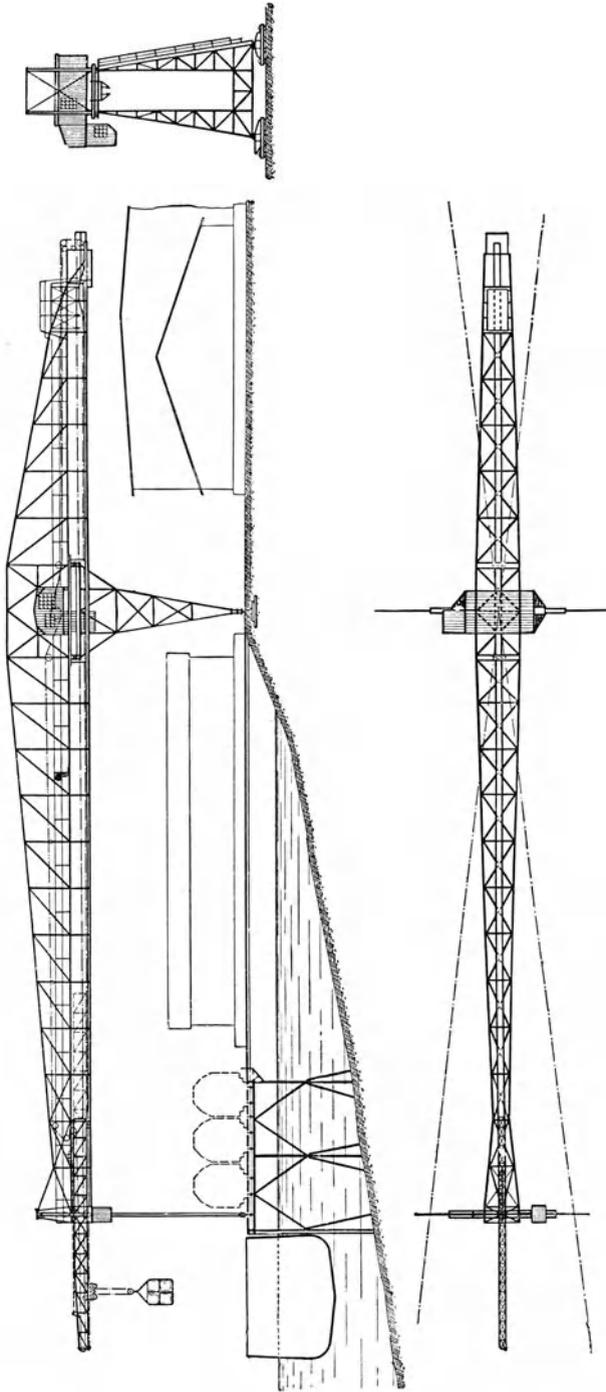


Fig. 435 bis 437. Bleichertscher Brückenkran mit verschiebbarem Ausleger.

Drehkran angebracht. Der Drehkran hat veränderliche Ausladung und kragt, wenn der Ausleger ganz gesenkt ist, so weit vor, daß das Lastseil eben an dem ganz herausgeschobenen wagerechten Ausleger vorbeigeht. Die beiden Entladevorrichtungen können daher gleichzeitig benutzt werden, um aus derselben Luke zu arbeiten. Mit dieser Konstruktion ist der Erfolg erzielt worden, daß ohne Weglassung des Drehkrans, der zum Befördern sperriger Güter im all-

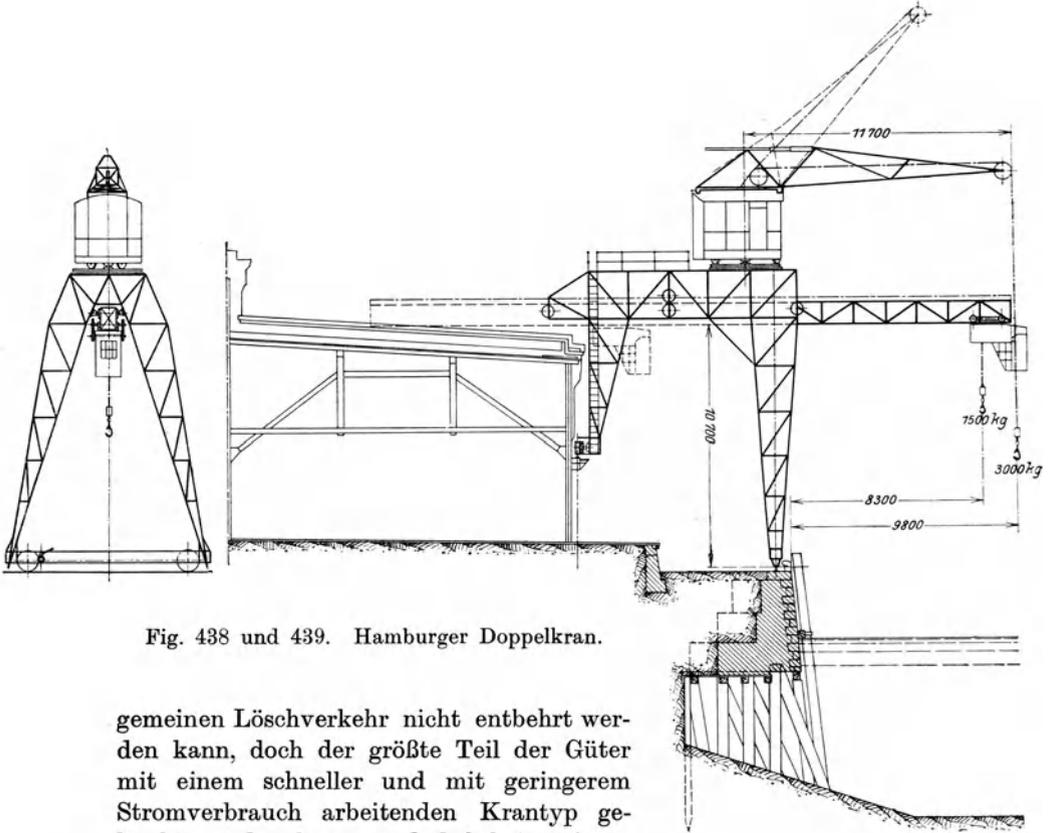


Fig. 438 und 439. Hamburger Doppelkran.

gemeinen Löschverkehr nicht entbehrt werden kann, doch der größte Teil der Güter mit einem schneller und mit geringerem Stromverbrauch arbeitenden Krantyp gelöscht werden kann, und daß bei geringer Raumbeanspruchung und verhältnismäßig niedrigen Kosten an einer Stelle zwei Entladevorrichtungen zur Verfügung stehen, wodurch die Löschanlage sehr leistungsfähig wird.

In dem Falle der Fig. 434 beträgt die zulässige Kranbelastung nur 1500 kg; in Amerika ist aber das gleiche Prinzip bereits für außerordentlich leistungsfähige Krane von hoher Tragkraft angewandt worden. So arbeitet der in Fig. 447 dargestellte Uferkran mit einem Selbstgreifer, der mit Ladung 7,5 t wiegt. Konstruktionseinzelheiten

eines ähnlichen amerikanischen Kranes sind in der Z. Ver. deutsch. Ing. 1914, S. 331, enthalten.

Doppelauslegerkrane von sehr großer Fahrbahnlänge (80 m und darüber) finden sich auf Walzwerkslagerplätzen (Fig. 440). Da bei außenstehender Last ein ziemlich bedeutendes Kippmoment ausgeübt wird, so wird zuweilen eine oberhalb der Lastkatze sich bewegende Gegengewichtskatze angeordnet, die mit jener durch Seile verbunden ist und jeweils die symmetrische Stellung auf dem anderen Ausleger einnimmt. Die beiden Joche des Stützgerüsts werden so weit auseinandergezogen, daß der längste Träger frei zwischen den Eckpfosten hindurchgeht.

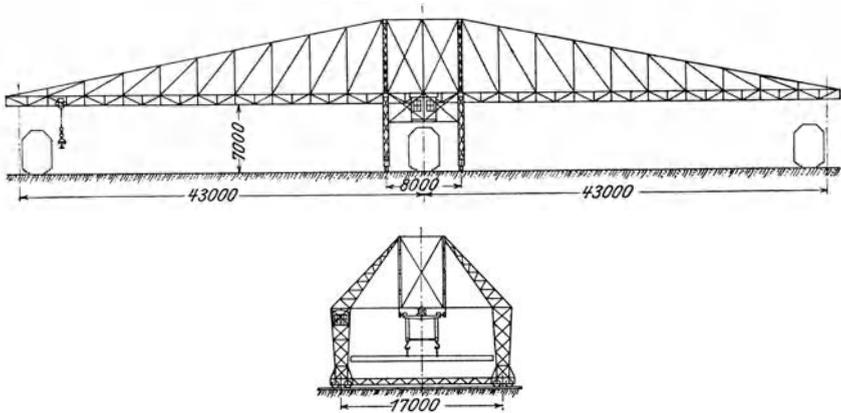


Fig. 440. Doppelauslegerkran mit langer Fahrbahn für einen Trägerlagerplatz.  
Duisburger Maschinenbau-A.-G.

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 über Eisenbahngleise auskragt. Die stärker belastete Stütze wird dann in der Regel als stabiler Turm, die andere als schmale Pendelstütze ausgeführt, die den durch Temperaturwechsel hervorgerufenen Längenänderungen nachgibt.

Die Hauptträger erhalten meist parallele Gurtungen (Fig. 441 und 442), bei großer einseitiger Ausladung wird jedoch zweckmäßig die Trägerhöhe über der betreffenden Stütze vergrößert (Fig. 443 und 444).

Amerikanische Firmen, namentlich die Brown Hoisting Machinery Co., bevorzugten früher 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 er-

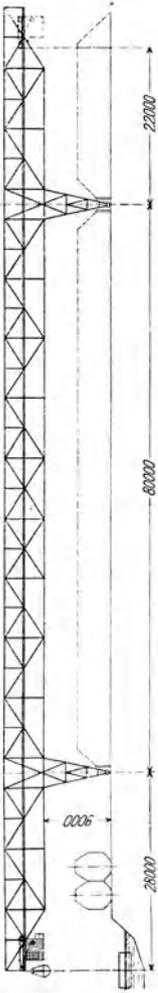


Fig. 441 und 442. Brückenkran von großer Spannweite mit parallelen Gurtungen.  
Benrather Maschinenfabrik.

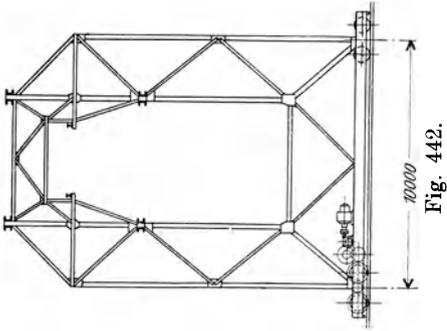


Fig. 442.

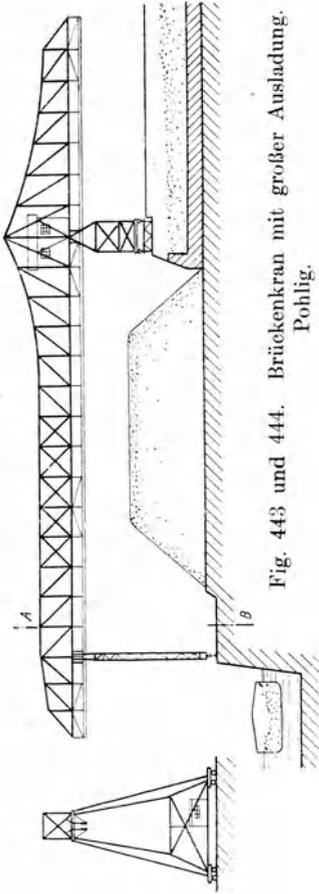


Fig. 443 und 444. Brückenkran mit großer Ausladung.  
Pohlig.

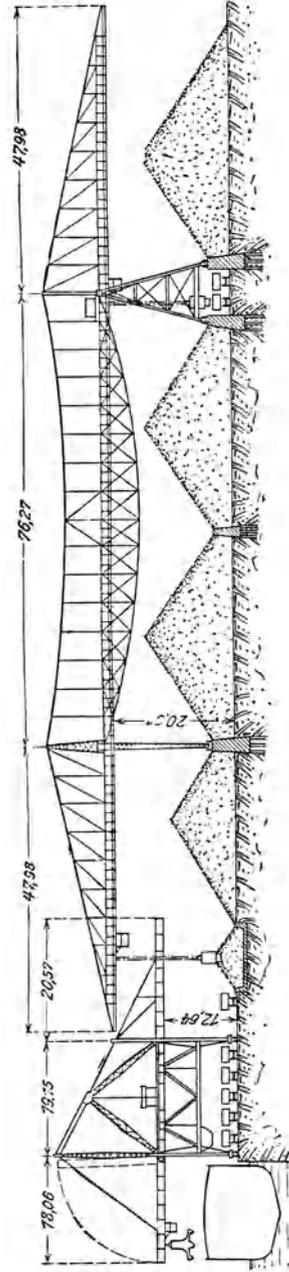


Fig. 445 und 446. Brückenkran mit Schnellentlader. Brown.

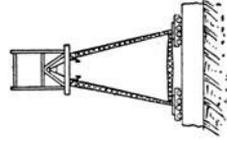


Fig. 446.

hält. Ein Beispiel dafür ist die in Fig. 445 und 446 skizzierte Brownsche Verladebrücke. Sie 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.

Seit einer Reihe von Jahren ist man aber auch in Amerika zu den in Deutschland üblichen Trägerformen übergegangen. Dies zeigt u. a. die in Fig. 447 skizzierte Anlage, die aus vier Uferkranen und einer 170 m langen Verladebrücke besteht<sup>1)</sup>.

Um den aufziehbaren Ausleger am Krangerüst zu vermeiden, führte die Benrather Maschinenfabrik bei Verladebrücken mit Führerlaufkatze eine Anordnung nach Fig. 448 und 449 ein, bei der die Katze einen über das Schiff auskragenden Schnabel erhält. 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 Hübten 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,

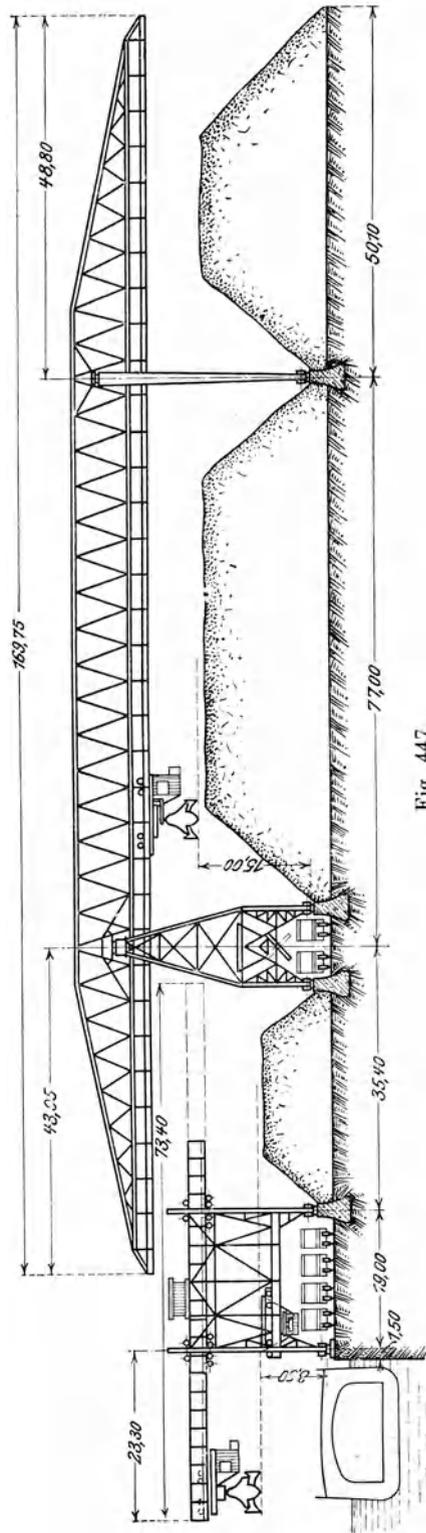


Fig. 447.

<sup>1)</sup> Nach Bergman, Neue amerikanische Verladeanlagen, Z. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 648.

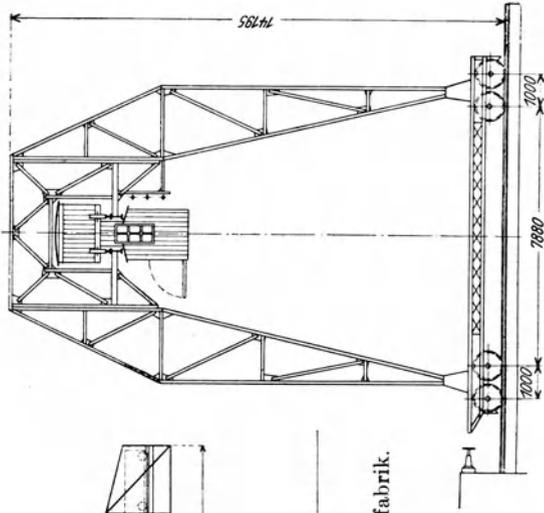


Fig. 449.

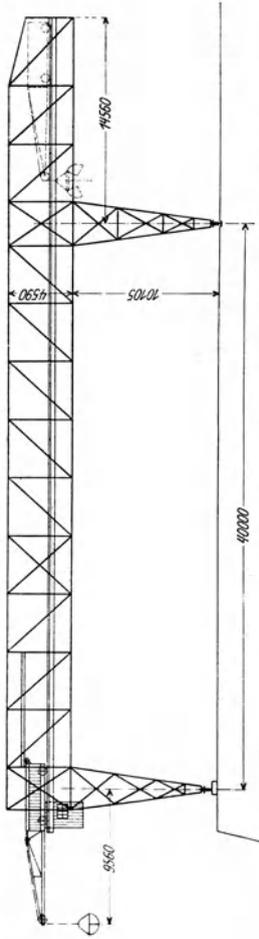


Fig. 448 und 449. Verladebrücke mit Auslegerlaufkatze. Benrather Maschinenfabrik.

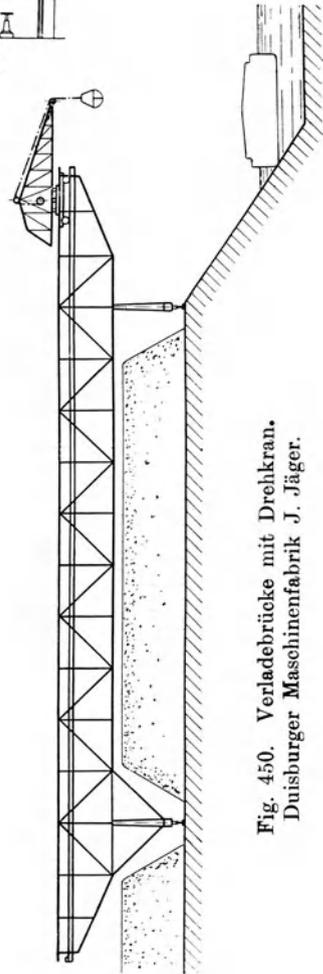


Fig. 450. Verladebrücke mit Drehkran. Duisburger Maschinenfabrik J. Jäger.

an die sich die Hinterräder legen, gegen Kippen geschützt. Die Konstruktion eignet sich vorzugsweise für kleinere Ausladungen.

Jäger hat denselben Gedanken zuerst in der Weise weiter ausgebildet, daß er auf die bewegliche Brücke einen Drehkran setzt (Fig. 450). Ohne Verfahren des Gerüstes kann jetzt aus zwei Schiffsluken gearbeitet oder 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 und gehört heute zu den beliebtesten Anordnungen für mittlere Leistung. Für hohe Leistungen ist die bewegte Masse des Kranes zu groß, die nur mäßige Fahrgeschwindigkeiten zuläßt.

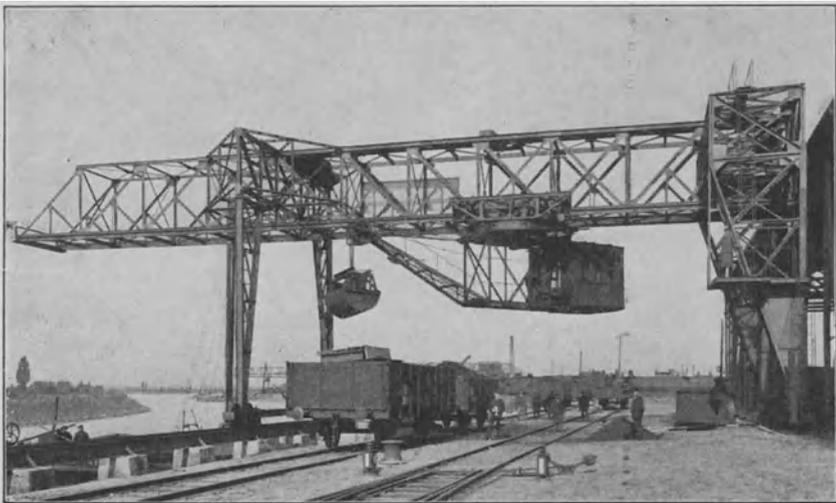


Fig. 451. Verladebrücke mit unten hängendem Drehkran. Mohr & Federhaff.

Ein weiterer Schritt führt zu der Verladebrücke mit unten fahrendem Drehkran, eine Anordnung, die zuerst von Mohr & Federhaff für einen Fall ausgeführt wurde, wo es erforderlich war, die Katze von der verschiebbaren Brücke auf eine Anzahl fester Fahrbahnen übergehen zu lassen, die an der Dachkonstruktion eines Schuppens aufgehängt waren (Fig. 451). Die Anordnung ist aber auch für andere Verladebrücken ausgeführt worden. Sie erlaubt ein Ablegen der Last, ohne daß der Kran nach der Seite gedreht zu werden braucht; ferner liegt der Schwerpunkt der Katze unter den Laufrädern. Fahrgeschwindigkeit und Leistung können daher höher sein, als bei obenfahrendem Kran. Zu beachten ist jedoch, daß die

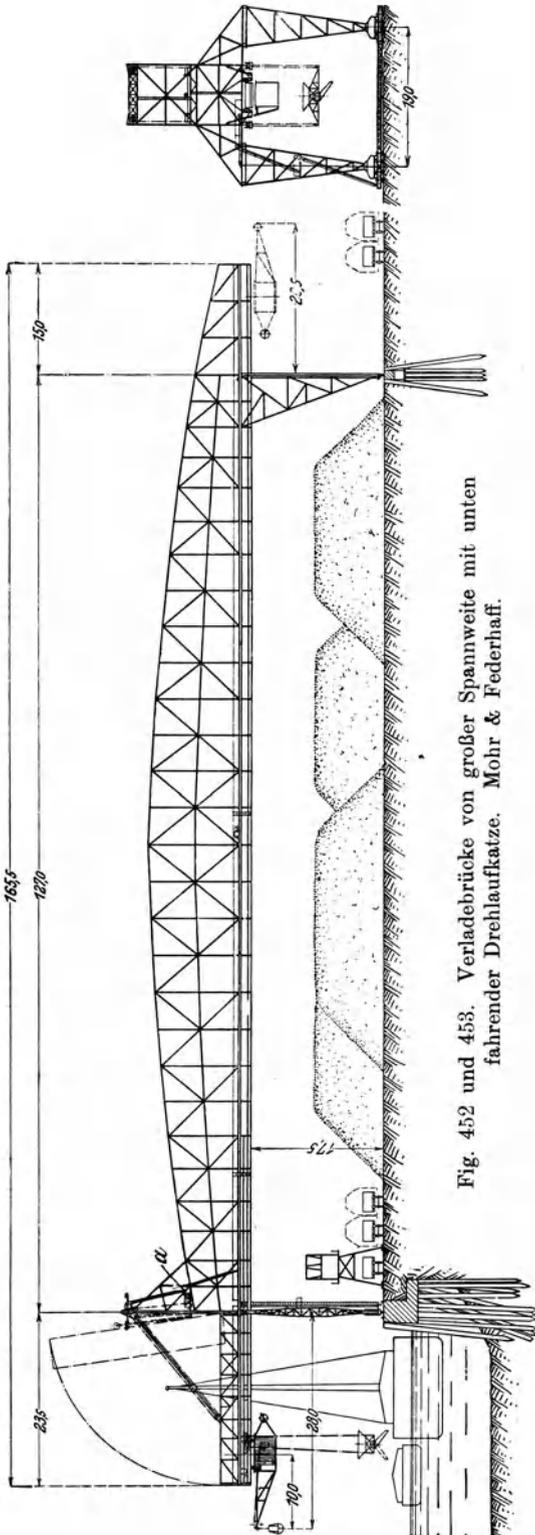


Fig. 452 und 453. Verladebrücke von großer Spannweite mit unten fahrender Drehlaufkatze. Mohr & Federhaff.

Portale, welche die Katze zu passieren hat, große lichte Weite haben müssen, damit der Ausleger nicht jedesmal vollständig in die Fahrtrichtung eingestellt zu werden braucht.

Die in Fig. 452 und 453 dargestellte Ausführung der genannten Firma hat, wie aus der Zeichnung zu ersehen, ungewöhnlich große Abmessungen. Die Tragkraft des Drehkranes beträgt 6 t, seine Fahrgeschwindigkeit 4 m/sek und die Förderleistung bis zu 180 t/st. Die Anlage dient zum Umschlag zwischen Schiff, Lagerplatz und Eisenbahnwagen und zwischen Seeschiff und Leichter. Die großen Luken der hier in Frage kommenden Schiffe kann der Kran in ihrer ganzen Ausdehnung ohne Verfahren der Brücke bestreichen und die Kohle in dem Leichter in zweckmäßiger Weise verteilen. Für das Bekohlen von Seeschiffen ist ein Trichter mit drehbarer Auslaufrutsche vorgesehen, der an Seilen hängt und sowohl wagerecht wie senkrecht beliebig eingestellt werden kann.

Eine eigentümliche Kombination bildet die von der Deutschen Maschinenfabrik erbaute leistungsfähige Erz-Verladeanlage der Gelsenkirchener Bergwerks-A.-G. am Rhein-Herne-Kanal (Fig. 454). Auf jeder der beiden 104 m langen Brücken läuft ein Drehkran, dem

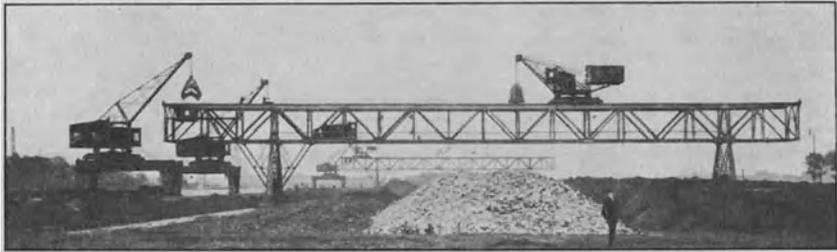


Fig. 454. Kombinierte Verladeanlage. Deutsche Maschinenfabrik.

jedoch nur die Aufgabe zufällt, das Fördergut vom Lagerplatz wieder aufzunehmen und in Eisenbahnwagen zu verladen. Die Schiffsentladung wird durch drei Drehkrane besorgt, die auf Portalen am Ufer stehen und in die am wasserseitigen Brückende vorgesehenen Trichter fördern. Von hier gelangt das Erz bei der einen Brücke

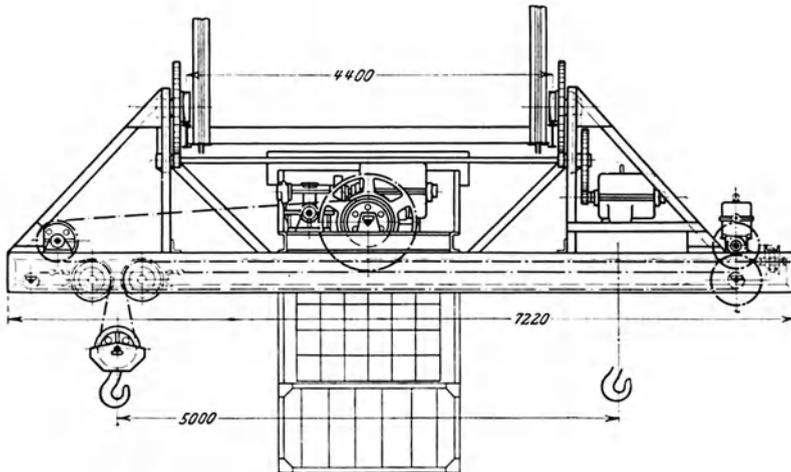


Fig. 455. Laufkatze mit Querbewegung der Last. Nagel & Kaemp.

auf einen Gurtförderer, bei der anderen in einen Kübelwagen von 30 t Inhalt, der sich mit 2 m/sek Geschwindigkeit auf der Brücke bewegt. Jeder Drehkran kann 150 t/st leisten, während die beiden Verteilanlagen (Band bzw. Kübelwagen) für 300 t berechnet sind.

Eine Verladebrücke mit abkuppelbarem und für sich verfahrbarem Drehkran ist in der Z. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 898, dargestellt.

Die Firma Nagel & Kaemp hat bei einer zur Holzverladung dienenden Brücke die Seitenbewegung der Last durch einen quer zur Fahrriichtung an der Laufkatze angebrachten Träger erreicht, auf dem sich eine besondere kleine Katze motorisch verschieben läßt. Fig. 455<sup>1)</sup> zeigt die Laufkatze von vorn, in der Fahrriichtung, gesehen. Die Verschiebegeschwindigkeit der Hilfskatze beträgt 15 m/min.

Der Querschnitt der Verladebrücken kann sehr verschieden aussehen, je nachdem, ob die Katzenbahn unter, zwischen oder über den Hauptträgern liegt<sup>2)</sup>.

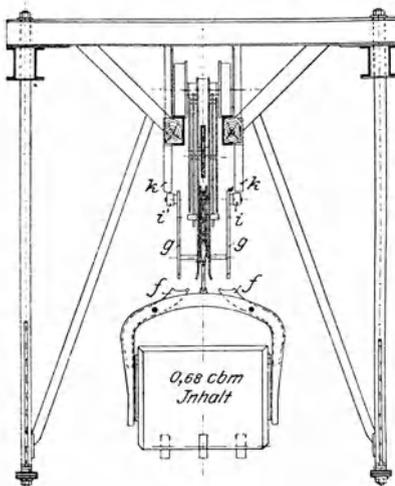


Fig. 456. Einseilkatze für Verriegelung an einem festen Anschlag. Brown.

In Fig. 456 ist der normale Querschnitt der älteren Brownschen 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.

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.

Für die ersten deutschen Konstruktionen war die amerikanische Querschnittsgestaltung vorbildlich. In die deutsche Konstruktionsweise übertragen ergaben sich Formen, wie in Fig. 457.

Obwohl bei dieser Anordnung durch das hohe Aufziehen des

<sup>1)</sup> Nach Z. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 487.

<sup>2)</sup> Vgl. hierzu den Aufsatz von Kammerer in der Fördertechnik vom 1. Nov. 1907.

Kübels die Bauhöhe der Brücke, die bei gegebener Schütthöhe erforderlich ist, so klein als möglich gehalten wird, legt man heute, besonders bei den schweren Führerstandslaufkatzen, durchweg die Fahrbahn tiefer, auf Mitte bis Unterkante Hauptträger, so daß oberhalb der Katze noch Platz für einen guten Querverband bleibt. Wird die Katze schmal gehalten, was die meisten praktischen Ausführungen mit Erfolg anstreben, so läßt sich das untere Stück der

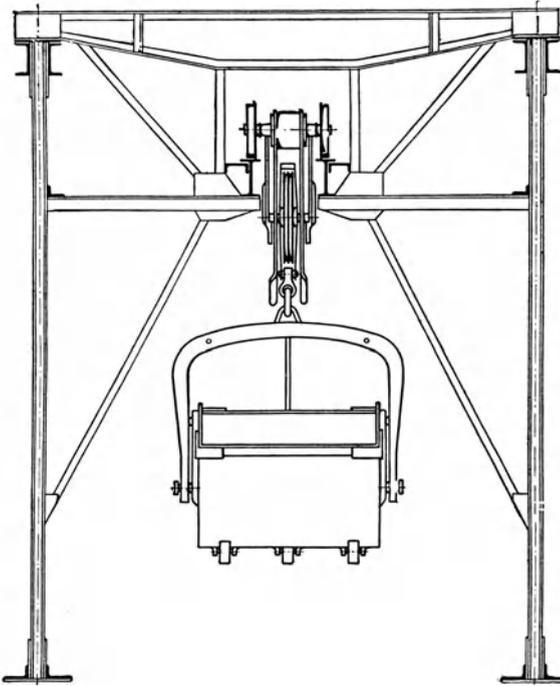


Fig. 457. Querschnitt einer deutschen Verladebrücke mit zwischen die Hauptträger aufgezogenem Kübel.

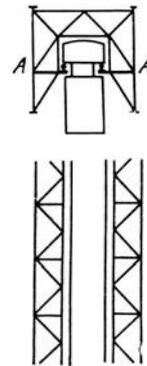


Fig. 458. Brücke mit zwischen den Trägern liegender Aussteifung.

Hauptträgervertikalen nach innen hin abspreizen und auch die notwendige Aussteifung der Fahrbahn zwischen die Träger verlegen (Fig. 458), während bei breiter Laufkatze beides nach außen verlegt werden kann (Fig. 459 und 460). Es ist allerdings nicht unbedingt notwendig, gerade in der Höhe der Laufbahn einen Horizontalverband zu legen. In den meisten Fällen genügt ein Verband oberhalb des Laufkatzenprofils und eine kräftige Absteifung der Fahrbahn im senkrechten Querschnitt, so daß die an der Fahrbahn wirkenden wagerechten Kräfte, die durch die seitlichen Stöße beim Fahren der Katze ent-

stehen und bei genügend großem Radstand nicht sehr erheblich sind, sicher auf den Horizontalverband übertragen werden.

Diese Art der Fahrbahnversteifung wird immer dann benutzt, wenn die Fahrbahn ganz unterhalb der Hauptträger liegt, wie in dem Querschnitt Fig. 461,<sup>1)</sup> eine Anordnung, die sich wegen der einfachen und sehr kräftigen Ausführung der Brücke trotz der großen Bauhöhe, die sie verlangt, immer mehr einführt, besonders bei schweren Ausführungen.

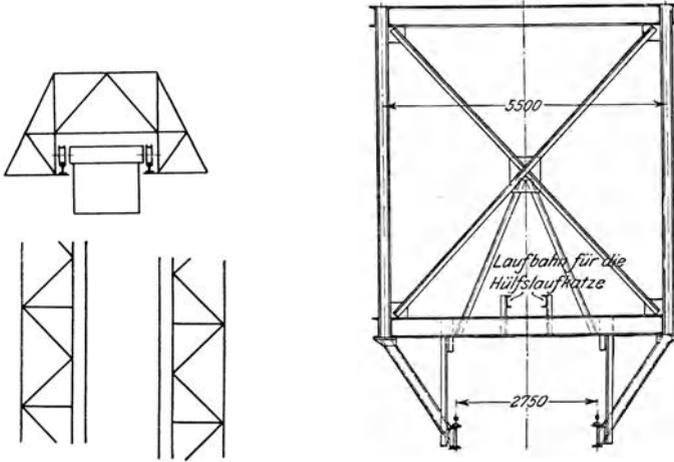


Fig. 459 und 460. Brücke mit außerhalb der Träger liegender Aussteifung.

Fig. 461. Brückenquerschnitt für tiefliegende Fahrbahn.

In Amerika finden sich bei Kranen von mäßiger Spannweite häufig vollwandige Blechträger nach Fig. 462 und 463, die der Höhe nach von der Laufkatze vollständig eingenommen und nur durch  $\square$ -Eisen oben gegeneinander versteift werden.

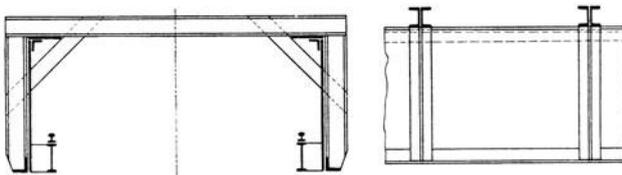


Fig. 462 und 463. Amerikanischer Fahrbahnträger für geringe Spannweiten.

Bei obenliegender Fahrbahn, insbesondere also bei Brücken mit Drehkranen, werden die Schienen meist unmittelbar auf den Ober-

<sup>1)</sup> Zu Führerlaufkatze Fig. 408 gehörig.

gurt gelegt. Um die Spannweite der direkt belasteten Gurtstäbe zu vermindern, ordnet man halbe Diagonalen mit einem oder zwei Stützstäben an (Fig. 464).

Die Firma Jäger hat, wie aus Fig. 465 hervorgeht, bei der in Fig. 450, S. 280, skizzierten Brücke die von  $\Gamma$ -Eisen gestützten Schienen tiefer, an der Innenseite der Träger, angeordnet und vorspringende Quereisen der Laufkatze unter die  $\Gamma$ -Eisen der Obergurte greifen lassen, wodurch der Drehkran große Sicherheit gegen Kippen erhält.

Bei Ausbildung der Stützen ist folgendes zu beachten:

Vom Führerhaus aus sollte eine 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 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

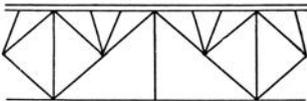


Fig. 464. Absteifung des Obergurtes bei obenliegender Fahrbahn.

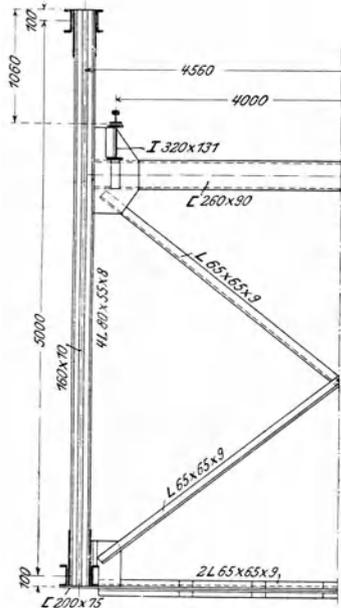


Fig. 465. Brückenquerschnitt für oben fahrenden Drehkran. Jäger.

Winde und Führerstand nach der landseitigen Stütze verlegt (vgl. z. B. Fig. 435 bis 437). Der Führer muß dann nach elektrischen Signalen arbeiten, die ihm vom Ufer aus durch einen besonders dafür angestellten Mann gegeben werden. Auch selbsttätige Bewegungsanzeiger, vgl. Fig. 385 und 386, können sehr nützlich sein.

Beim Arbeiten aus mehreren Luken ist es 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 (s. Fig. 435). 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. 449 bei gut verlegten Gleisen ziemlich gleichmäßige Lastverteilung erwarten läßt. Die schweren amerikanischen Brücken erhalten oft Doppelgleise für die Stützen, und Wagen von vier oder acht Rädern. Hier und da finden sich in solchen Fällen Kugellager, sonst regelmäßig Anschluß durch Zapfen, wie bei dem achträdrigen Wagen in Fig. 466 und 467.<sup>1)</sup> Bei dieser Ausführung werden vier Räder durch eine Welle mit Kreuzgelenk von dem auf der Brücke stehenden Motor angetrieben.

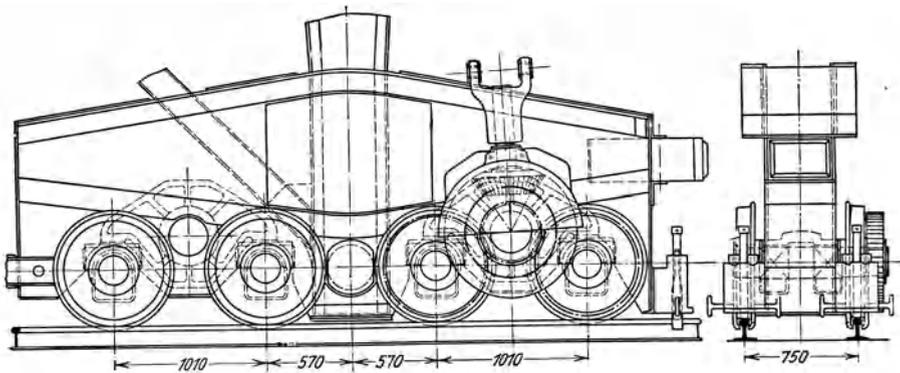


Fig. 466 und 467. Achträdriger Wagen für eine schwere Brückenstütze.

Der Fahrtrieb der Brückenstützen kann auf zweierlei Weise ausgeführt werden, nämlich entweder mittels eines in der Mitte des Brückenträgers angeordneten Motors, der mit langen Wellenleitungen auf die Fahrwerke arbeitet, oder in der Weise, daß jede Stütze für sich durch einen Motor angetrieben wird. Die letztere Anordnung ist einfacher und wird in Deutschland bevorzugt. Sie birgt indessen die Gefahr in sich, daß, auch wenn Nebenschlußmotoren verwandt werden, die beiden Stützen nicht gleichmäßig schnell fahren, wenn auf einer Seite infolge von Zufälligkeiten, wie Verschmutzung der Schienen oder starkem Wind, der Widerstand besonders groß ist. Daß hierdurch Brückeneinstürze verursacht wären, ist allerdings noch nicht sicher erwiesen worden. Auf jeden Fall sind Vorkehrungen zu treffen, daß der Führer eine stärkere Schiefstellung sofort be-

<sup>1)</sup> Nach Z. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 649.

merken muß, und daß der Motor in solchem Falle automatisch ausgeschaltet wird.

Durchgehende Wellenleitungen sind in Amerika allgemein üblich, werden aber auch in Deutschland von einzelnen Firmen ausgeführt. Wegen der Durchbiegung der Brücke muß die Welle aus einzelnen Stücken zusammengesetzt werden, die eine gewisse Beweglichkeit gegeneinander besitzen. An den Pendelstützen sind Kreuzgelenke einzuschalten.

Getrenntes Verfahren der Stützen ist bei Einzelantrieb einfacher, läßt sich aber auch bei Anwendung einer durchgehenden Welle ausführen, wenn man jede Hälfte der Wellenleitung durch eine Reibkupplung mit dem Antrieb verbindet.

Die langen Verladebrücken bieten dem Winde eine sehr große Angriffsfläche, weshalb bei ungenügenden Feststellvorrichtungen Wegrollen der Brücke durch den Wind vorkommen kann. Bremsen der Laufräder genügt nicht, da die Laufräder auf schlüpfrigen Schienen gleiten können, ohne sich zu drehen. Vielmehr sind zuverlässige Schienenklammern unumgänglich nötig, die als den Schienenkopf umgreifende Zangen ausgeführt werden und im Fahrwerk sehr solide befestigt werden müssen (vgl. Fig. 466 und 467). In einzelnen Fällen hat man auch automatische Schienenklammern verwandt, die sich beim Abstellen des Stromes von selbst fest gegen die Schienen legen, da sonst durch Unachtsamkeit des Personals Unglücksfälle eintreten können.

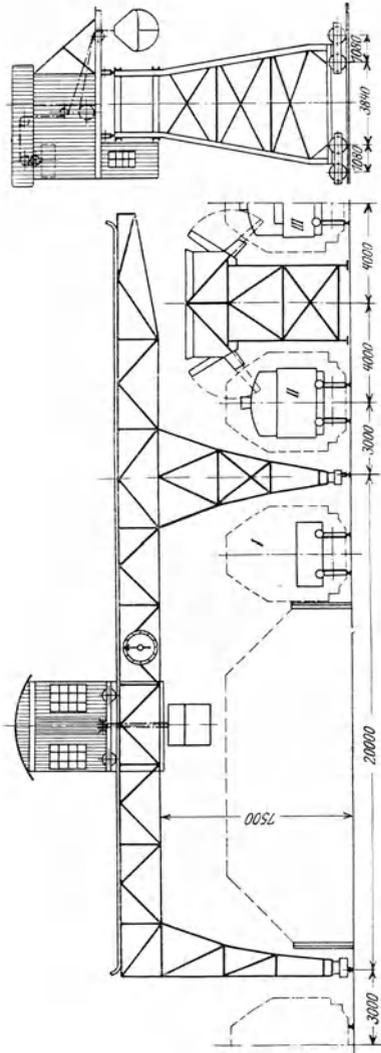


Fig. 468. Lokomotivbekohlungs Kran der Guilleaume-Werke.

Ähnlich den eigentlichen Verladebrücken, jedoch mit kleiner Fahrlänge, werden die Bockkrane für Lokomotivbekohlung ausgeführt. Fig. 468 gibt ein Beispiel für die in Deutschland bevorzugte Bauart.<sup>1)</sup> Die Kranbrücke überspannt das Kohlenlager und drei Gleise. Aus dem auf Gleis I zugefahrenen Wagen entnimmt der Greifer die Kohle, um sie nach Bedarf direkt in den Lokomotivtender, auf das Lager oder in die Hochbehälter zu entleeren, die für den Nachtbetrieb und für die Versorgung der Tenderlokomotiven bestimmt sind. Über Gleis I ist in der Brücke eine Wage eingebaut, die vom Führerstande aus in Tätigkeit gesetzt wird und jede Greiferladung festzustellen gestattet.<sup>2)</sup>

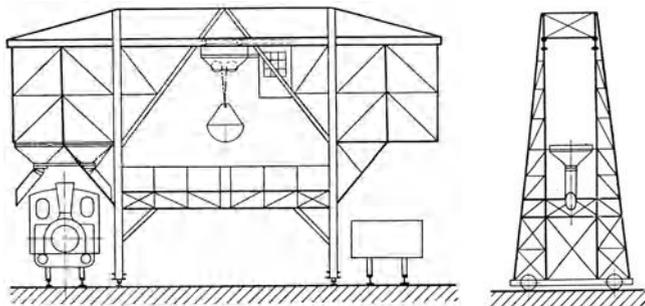


Fig. 469 und 470. Lokomotivbekohlungs-kran der Gesellschaft für elektrische Industrie.

Wird statt dessen, nach Anordnung von Correll, die Hubwinde auf eine Wage gesetzt, so kann in jeder Stellung und auch während der Fahrt gewogen werden.

Der in Fig. 469 und 470 wiedergegebene Lokomotiv-Bekohlungs-kran weicht in seinem Aufbau von dem Normaltyp ab, während die Arbeitsweise im wesentlichen dieselbe ist. Der

<sup>1)</sup> Vgl. die ausführliche Darstellung eines Schenck-schen Kranes durch C. Guillery in der Z. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 292, sowie die Zeichnung eines Kranes von Losenhausen in der Z. Ver. deutsch. Ing. 1910, S. 797.

<sup>2)</sup> D.R.P. 152164; vgl. auch D.R.P. 194630.

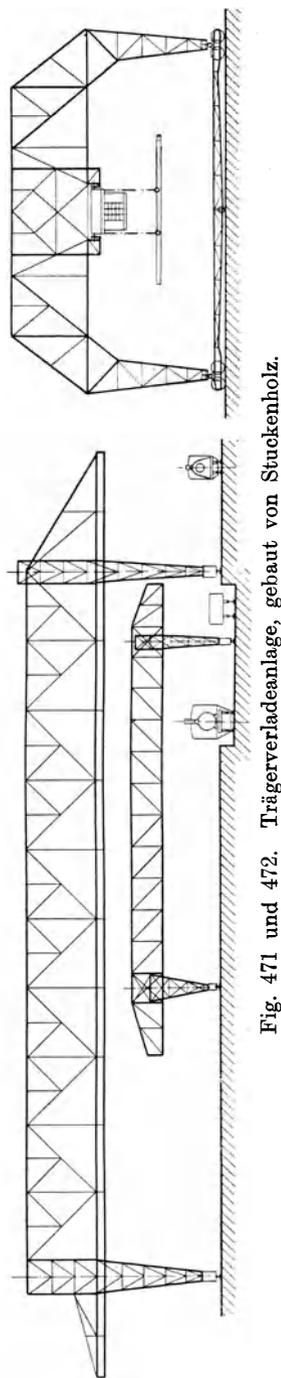


Fig. 471 und 472. Trägerverladeanlage, gebaut von Stuckenholz.

Greifer wirft die Kohle in zwei mit drehbaren Rohren versehene Trichter.

Auch Trägerverladekrane werden in Form von doppelt gestützten Brücken ausgeführt. In Fig. 471 und 472 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 Krangerüsts zum Transport eines leichten Trägers unwirtschaftlich wäre.

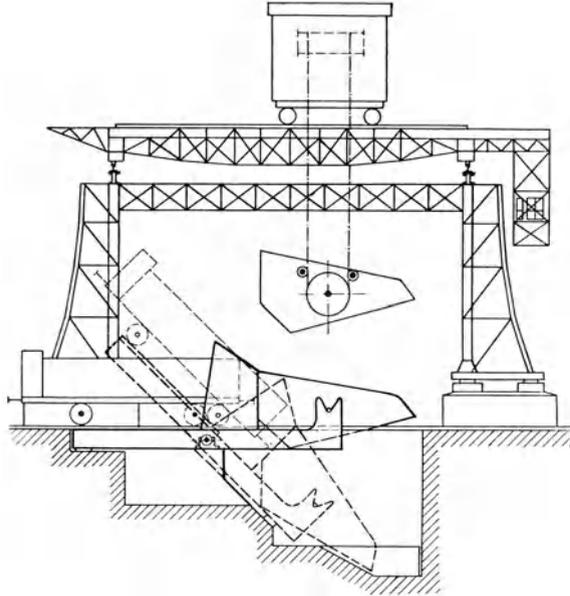


Fig. 473. Verladeanlage mit Laufkran zum Überladen aus Eisenbahnwagen in Schiffe. Grusonwerk.

Zuweilen werden, besonders bei Trägerverladekranen, die Brückenstützen auf einer oder beiden Seiten weggelassen und dafür feste Laufgerüste erbaut. Die Verladebrücke geht dann ihrer äußeren Form nach in den normalen Laufkran über.

Fig. 473 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 Fördergefäß, das auf die Plattform des Kippers gesenkt wird und diese zum Kippen

<sup>1)</sup> Vgl. Kammerer, Z. Ver. deutsch. Ing. 1907, S. 1057, und Buhle, Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern, III. Teil, S. 207.

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.

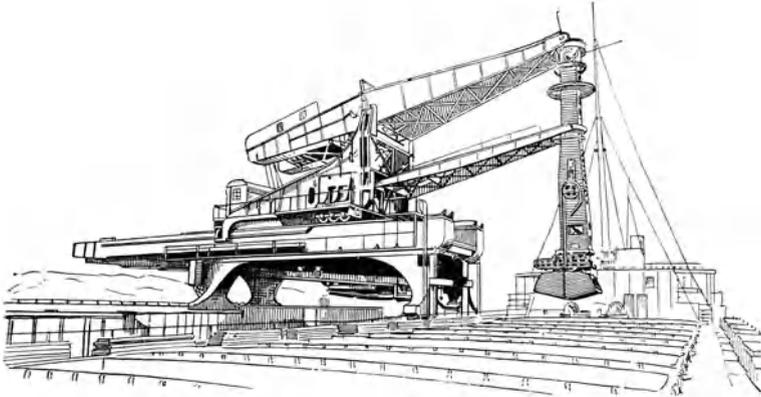


Fig. 474. Verladeanlage mit Hulett-Kranen.

Eine von den normalen Krantypen weit abweichende, immerhin mit den Hochbahnkränen verwandte Bauart rührt von dem Amerikaner Hulett her (Fig. 474 und 475).<sup>1)</sup> Dieser hat den Greifer, um ihn vollständig unter die Gewalt des Führers zu bringen, als Stielgreifer 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. Der Kùbel, der ungefähr den Inhalt eines Eisenbahnwagens faßt, ist an einer Wage aufgehängt.

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.

Dadurch, daß der Mast um eine senkrechte Achse drehbar und der ohnehin schon weit ausladende Greifer um 1 m aus der Mittel-

<sup>1)</sup> Die Krane werden in Amerika ausgeführt von der Wellman-Seaver-Morgan Co. in Cleveland, in Deutschland durch das Eisenwerk Lauchhammer.

linie 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.

Mit Hulett-Entladern sind ganz außerordentlich hohe Leistungen erzielt worden — 700 bis 800 t/st im Durchschnitt beim Ausräumen eines Schiffes und 1100 t/st im Maximum. Der Greiferinhalt beträgt bei den größten bisher gebauten Ausführungen 17 t. Die Krane werden fast ausschließlich zum Ausladen von Erz benutzt, sind aber nur bei großen Dampfern mit weiten Luken zu gebrauchen. In Deutschland ist ihre Einführung wegen der Ungleichmäßigkeit der

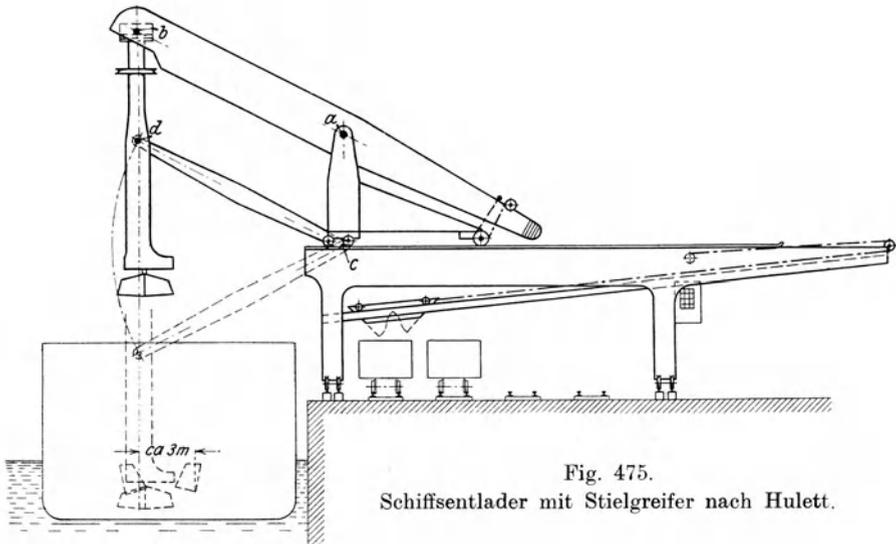


Fig. 475.

Schiffsentlader mit Stielgreifer nach Hulett.

Schiffstypen bisher nicht gelungen. Da aber die großen Gesellschaften mehr und mehr zur Beschaffung moderner Flotten übergehen, so ist damit zu rechnen, daß man im Laufe der Zeit die großen Vorteile schnell arbeitender Sonderkrane auch hier wird ausnutzen können. Während jetzt bei der Entladung eines Schiffes mit Tagen gerechnet werden muß, handelt es sich bei diesen großen Anlagen nur noch um Entladezeiten von wenigen Stunden. Damit geht eine ungleich bessere Ausnutzung der Hafenanlagen Hand in Hand.

In diesem Zusammenhang sei besonders auf den im Jahre 1914 von Regierungsbaumeister Borchers auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Eisenhüttenleute gehaltenen Vortrag verwiesen. Borchers untersucht ausführlich die Umschlagverhältnisse beim Rhein-Herne-Kanal und schlägt ein dem Hulett-Entlader ähnliches, aber in wesentlichen Punkten abgeändertes System für derartig leistungsfähige Anlagen vor (vgl. D. R. P. 269 805).

### c) Kabelkrane (Seilbahnkrane).

Spannweiten über etwa 100 bis 125 m lassen sich mit Hochbahnkranen nicht mehr gut überbrücken. Wird dagegen die starre Laufbahn durch ein Seil ersetzt, so sind ziemlich unbegrenzte Spannungen möglich.

Der Aufbau des Kranes gestaltet sich bei feststehenden Anlagen verhältnismäßig einfach. Das Trageil wird an beiden Enden 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. 476 gewählt. Die Winde steht gewöhnlich jenseits der landseitigen Stütze.

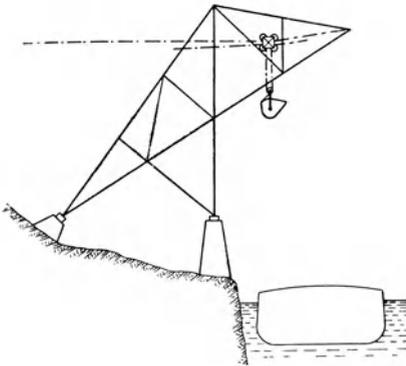


Fig. 476. Stütze mit Ausleger.

Fahrbare Krane bedürfen auf Schienen laufender Stütztürme, die durch Gegengewichte vor dem Kippen geschützt werden (Fig. 477). 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 Fahrschienen vorgesehen.

Eine deutsche Ausführung, bei der die Stützen aus Eisen konstruiert sind, gleichfalls zum Ausheben von Boden und außerdem zum Transport von Beton beim Bau einer Schleuse bestimmt, zeigt Fig. 478.<sup>1)</sup> Die Türme laufen auf zwei Schienen auf jeder Seite. Das Trageil wird durch ein 45 t schweres Gewicht gespannt, das sich in der in der Zeichnung rechts befindlichen Stütze befindet. Die Tragkraft beträgt 4,2 t, die Hubgeschwindigkeit 1 m/sek und die Fahrgeschwindigkeit der Laufkatze 3 m/sek. Der für Heben und Fahren gemeinsame Motor hat eine Nennleistung von 80 PS.

Zur Schiffsentladung und Lagerplatzbedienung sind Kabelkrane wiederholt verwandt worden und dürften sich hierfür auch noch mehr als bisher einführen. Entsprechend der heutigen Richtung kommen vorzugsweise Führerstandslaufkatzen mit Selbstgreiferbetrieb in Frage. Fig. 479 zeigt einen solchen Kran, der von Bleichert & Co. für die Firma Borsig in Tegel bei Berlin errichtet worden ist. Der

<sup>1)</sup> Nach Pietrkowski, Z. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 232.

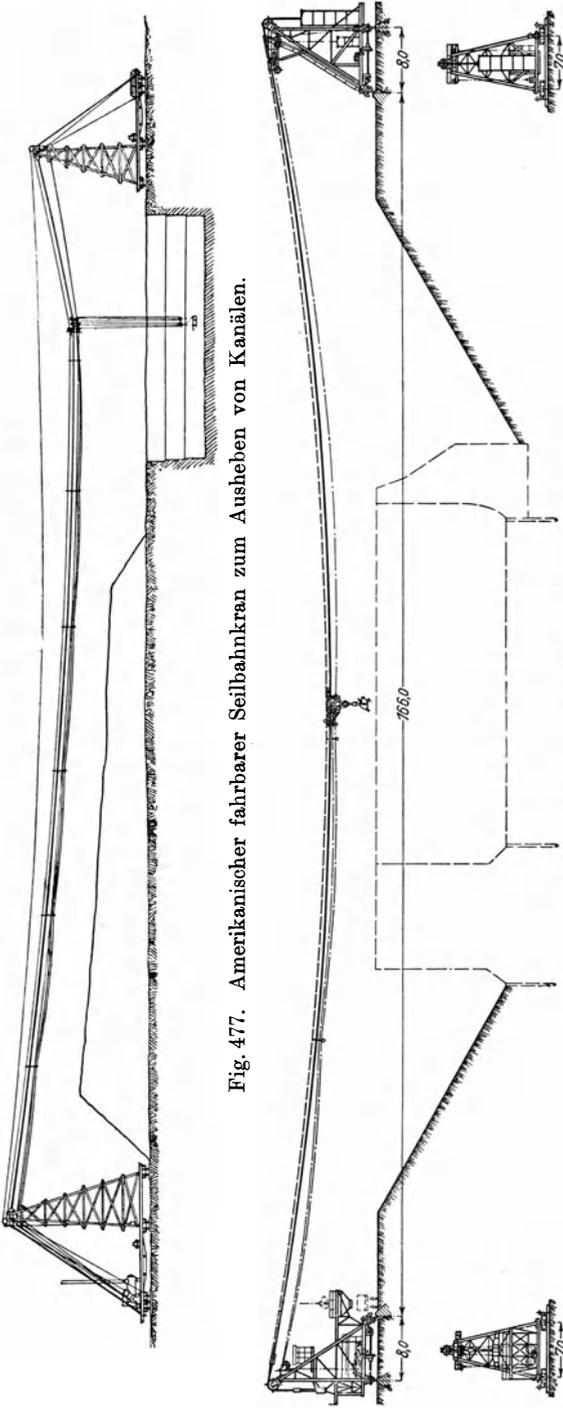


Fig. 477. Amerikanischer fahrbarer Seilbahnkran zum Ausheben von Kanälen.

Fig. 478. Fahrbarer Kabelkran von Pohlig.

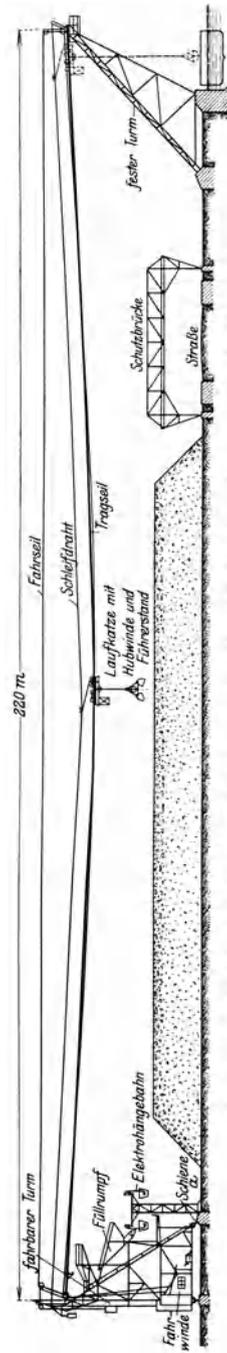


Fig. 479. Bleichterscher Kabelkran zur Schiffsentladung und Lagerplatzbedienung.

wasserseitige Turm steht in diesem Falle fest, während der landseitige sich auf einem Kreise verfahren läßt. Der Greifer faßt 2 cbm = 1500 kg Kohle; die Tragfähigkeit des Kranes ist 3800 kg. Da beim Transport der Kohle vom Kahn bis Mitte Lagerplatz etwa 20 Spiele in der Minute ausgeführt werden können, so beläuft sich die Durchschnittsleistung auf 30 t in der Stunde.



Fig. 480. Schleusen-Kabelkrane mit schwenkbaren Stützen. Bleichert.

Um die teuren fahrbaren Türme und das schwere Gleis zu vermeiden, macht Bleichert nach Fig. 480 in solchen Fällen, wo nur ein verhältnismäßig schmaler Streifen bestrichen zu werden braucht, wie z. B. beim Bau von Schleusenmauern, die Stützen schwenkbar (D. R. P. 271 069). Die Stützenfüße ruhen in Kugellagern, und die Stützen werden oben durch Seile nach den Seiten hin gespannt, die sich verkürzen und verlängern lassen. Auf diese Weise kann bequem ein Ausschlag von 6 m nach jeder Seite hervorgebracht werden.

Eine wichtige Rolle spielt die Spannung der Tragseile. In wichtigen Fällen und besonders dann, wenn zur Verkleinerung des Durchhanges eine straffe Spannung des Seiles erforderlich ist, so daß jede

Verkürzung oder Verlängerung den Durchhang und die Spannung erheblich ändern würde, empfiehlt es sich, wie bei Drahtseilbahnen das Tragseil durch ein Belastungsgewicht immer unter der gleichen Spannung zu halten (vgl. D. R. P. 232221). In anderen Fällen, z. B. bei Steinbruchskabelkränen, wo das Seil weit durchhängen darf, genügt es indessen vollständig, wenn eine Einrichtung vorgesehen wird, um das Seil leicht mit der Hand nachspannen zu können, wenn es sich dehnt. Meistens wird das Seil an eine Schraubenspindel angeschlossen; noch sicherer ist eine Anordnung der Firma Bleichert, wo die Übertragungsteile nur auf Druck beansprucht werden. Zwischen die am Seilende befestigte Muffe und den Kopf der Stütze werden, nachdem das Seil durch Schrauben gespannt ist, geteilte Ringe eingeschoben und dann die Schrauben wieder gelockert.

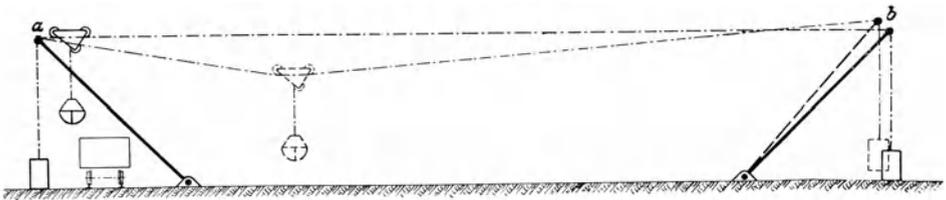


Fig. 481. Seilbahnkran mit Pendelstützen. Bauart Brothers.

In einer Reihe von Fällen ist die in Fig. 481 schematisch angedeutete Anordnung benutzt worden, bei welcher die Stützen schräg stehen und durch Gewichte belastet werden. Die Idee stammt von dem Amerikaner Brothers. Steht die Laufkatze an einem Ende der Bahn, z. B. bei  $a$ , so berühren, wie gezeichnet, beide Gewichte den Boden. 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 entgegensetzt. Auf Bahnen dieser Art sollen Führerlaufkatzen mit reinem Motorantrieb mit gutem Erfolg gelaufen sein.<sup>1)</sup>

In konstruktiver Hinsicht ist vorteilhaft, daß die Stützen sich einfach und billig herstellen lassen und weniger Platz beanspruchen,

<sup>1)</sup> Vgl. Z. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 2094.

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. 482).

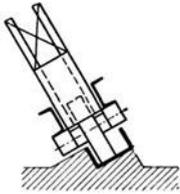


Fig. 482. Fuß einer fahrbaren Pendelstütze.

Daß die Konstruktion sich trotz ihrer unbestreitbaren konstruktiven Vorzüge nicht allgemein eingeführt hat, liegt daran, daß das System nicht einfach und stabil genug ist. Gegen Krane mit beweglichen Gerüstteilen besteht in den Kreisen der Interessenten naturgemäß ein gewisses Mißtrauen.

Wenn sich im einzelnen Fall erhebliche Vorteile ergeben, so steht jedoch der Anwendung der Bauart nichts entgegen, beispielsweise dann, wenn es erforderlich ist, z. B. bei Schiffsentladung, die eine Stütze weit auskragen zu lassen. Da aber hier

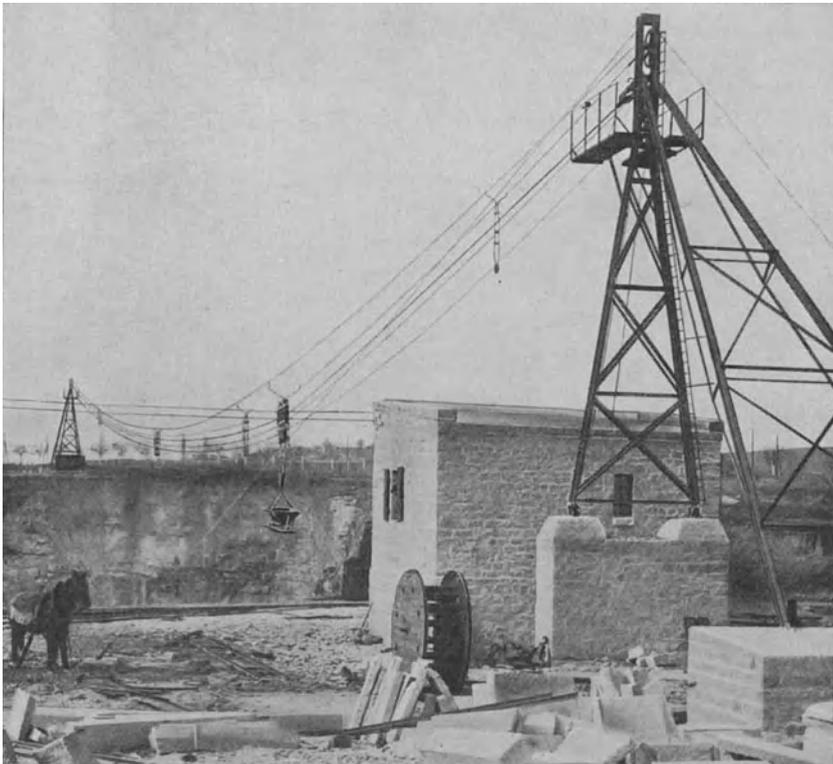


Fig. 483. Steinbruchskabelkran von Neubauer. Spannweite 250 m.

das Gewicht nicht auf den Boden aufsetzen kann, sondern in der Spitze des schrägen Mastes angebracht werden muß, so empfiehlt es sich, die Stütze für den Fall eines Trageilbruches noch durch besondere Hilfsseile zu halten.

Bei der Anordnung nach Fig. 481 kommt als Nachteil noch in Betracht, daß die Gewichte leicht in den Boden einsinken und durch die Last mit einem plötzlichen Ruck herausgerissen werden, was heftige Schwingungen des Seiles hervorrufen kann.

Dieses Schwanken des Seiles, das besonders bei Gewichtsspannung beim Aufnehmen und Absetzen von Lasten eintritt, ist überhaupt eine der unangenehmsten Erscheinungen bei Kabelkranen, weil die Bedienungsmannschaft dadurch gefährdet werden kann. Mit Erfolg ist versucht worden, durch Dämpfvorrichtungen die Erscheinung zu mildern.

Außer dem Trageil müssen bei großen Spannweiten, falls das Hubseil nicht etwa, wie bei Greiferbetrieb, dauernd stark belastet ist, ein oder zwei Knotenseile gespannt werden, um Reiter für die Unterstützung des Hubseiles aufzunehmen (vgl. Fig. 418 auf S. 262 und Fig. 477). Sehr anschaulich zeigt die Wirkungsweise dieser Reiter Fig. 483, in der ein Steinbruchs-Kabelkran von Louis Neubauer, Chemnitz, mit 5000 kg Tragkraft, 250 m Spannweite und 50 m Hubhöhe dargestellt ist. Die Reiter befinden sich hier auf beiden Seiten der Laufkatze, was in solchen Fällen nicht erforderlich ist, wo das Hubseil einseitig in die Laufkatze eingeführt und darin festgemacht ist (vgl. die Ausführungen auf S. 230). Für die Führung der Hub- und Fahrseile ist im übrigen das in Kapitel 10 Gesagte maßgebend.

## 12. Kapitel.

### Anwendbarkeit von Kranen.<sup>1)</sup>

#### 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

---

<sup>1)</sup> Vgl. auch des Verfassers Buch: „Billig Verladen und Transportieren“, S. 123 u. f.

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 Hochbahnkränen befaßt hat und irgendwelche Typen, wie sie beim hydraulischen Drehkran ausgeprägt vorliegen, sich nicht entwickeln konnten. Obwohl die Elektrizität dem Kranbauer in mancher Hinsicht Schwierigkeiten macht, namentlich in bezug auf sichere Beherrschung des Anziehens und Anhaltens, so sind doch die Anzeichen, die auf Wiedereinführung des Druckwassers deuten, ganz vereinzelt geblieben. Die zwei wichtigen Eigenschaften der Elektrizität: Bequeme Zuleitung und die Möglichkeit der Massenfabrikation der Motoren, haben ihr durchschlagenden Erfolg gesichert.

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 meistens dort schon das Feld räumen müssen, wo Leistungen über 40 bis 50 t stündlich verlangt werden, während von Hochbahnkranen Leistungen von 250 bis 300 t, von Hulett-Entladern sogar noch weit mehr, 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 fast 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, damit nicht bei der Abnahme Streitigkeiten entstehen. 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 Kranen selten 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 eigentlichen Uferkranen mit ihrer geringen Horizontalverschiebung nicht erreicht wird.

An amerikanischen Ausführungen ist nachgewiesen worden, daß es möglich ist, zwei bis drei Spiele in einer Minute zu machen. Allerdings sind dies Ausnahmen. In den meisten Fällen wird man doch mit 1 Minute oder mehr für ein Spiel rechnen müssen, so daß es nur durch Vergrößerung der bei jedem Spiel geförderten Menge möglich ist, die Leistung zu erhöhen. Dementsprechend sind die amerikanischen Konstrukteure schon bis auf 17 t Greiferinhalt gegangen, während in Europa 10 t wohl das Maximum bedeutet.

Die Möglichkeit, die Leistung eines Hochbahnkranes nahezu

beliebig zu steigern, wird diesem Krantyp vielleicht mit der Zeit auch bei Hafenanlagen, die dem allgemeinen Umschlagverkehr dienen, zum Siege über den Drehkran verhelfen — ein erster Schritt dazu ist ja bereits mit dem Hamburger Doppelkran (vgl. Fig. 438 und 439) getan —, zumal wenn man sich von der herkömmlichen Bauweise der Speicher freimachen und auf arbeitssparende Methoden für die Verteilung der Güter mehr Rücksicht nehmen sollte.

Für die Entwicklung der zur Ausladung bestimmter Massengüter, vor allem Erz und Kohle, dienenden Krane wird ausschlaggebend sein, ob sich eine Vereinheitlichung der Schiffstypen erreichen läßt.

### **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 Hochbahnkranen finden, und zwar stehen zwei Wege offen: entweder wird die Fahrbahn des Krans 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 besprochen worden ist, kommt vorzugsweise bei mehrgeschossigen Speichern in Frage; ein Beispiel bildet die in Fig. 435 bis 437 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 beispielsweise bei dem Temperleyschen Einseilkran. Ein Beispiel einer ausgedehnten Verladeanlage mit Temperleykranen, ausgeführt durch Koppel, ist in Fig. 484 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.

Eine Lösung des Problems durch Krane mit Seillaufkatzen ist auch noch auf andere Weise versucht worden, so durch das Pohligh-

sche Patent 148385 (vgl. 1. Aufl., S. 254). Indessen sind alle derartigen Konstruktionen so kompliziert oder umständlich zu bedienen,

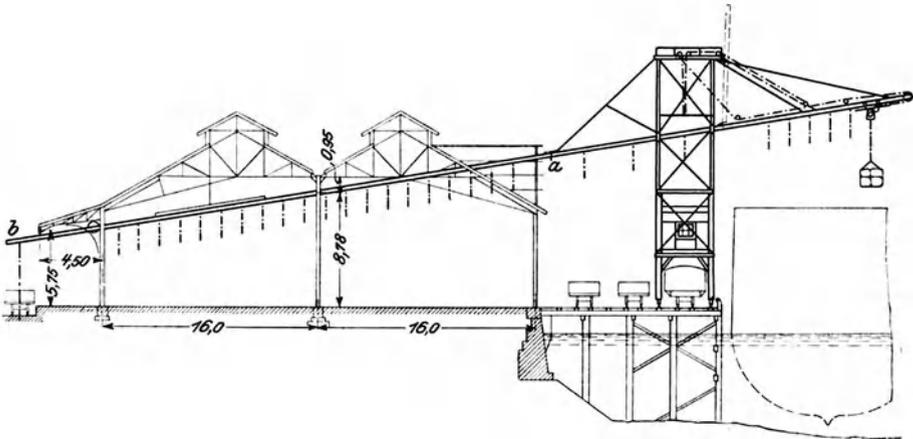


Fig. 484. Bedienung eines Lagerschuppens durch Temperley-Krane. Koppel.

daß sie gegenüber Windenlaufkatzen zurücktreten müssen. Ein Beispiel hierfür gibt Fig. 485, wo die Führerstandslaufkatze am Untergurt eines I-Trägers hängt, der auf einem fahrbaren Gestell montiert

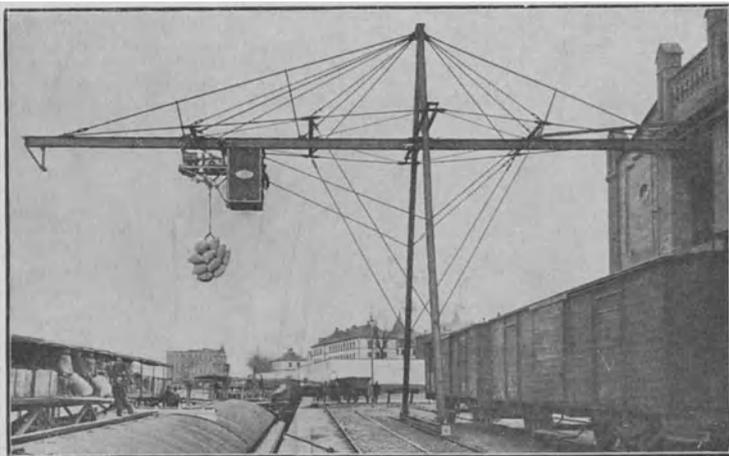


Fig. 485. Bedienung eines Schuppens mit mehreren Fahrbahnen durch eine Führerstandslaufkatze. Bleichert.

ist und an die Fahrbahnen im Schuppen beliebig angeschlossen werden kann. 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

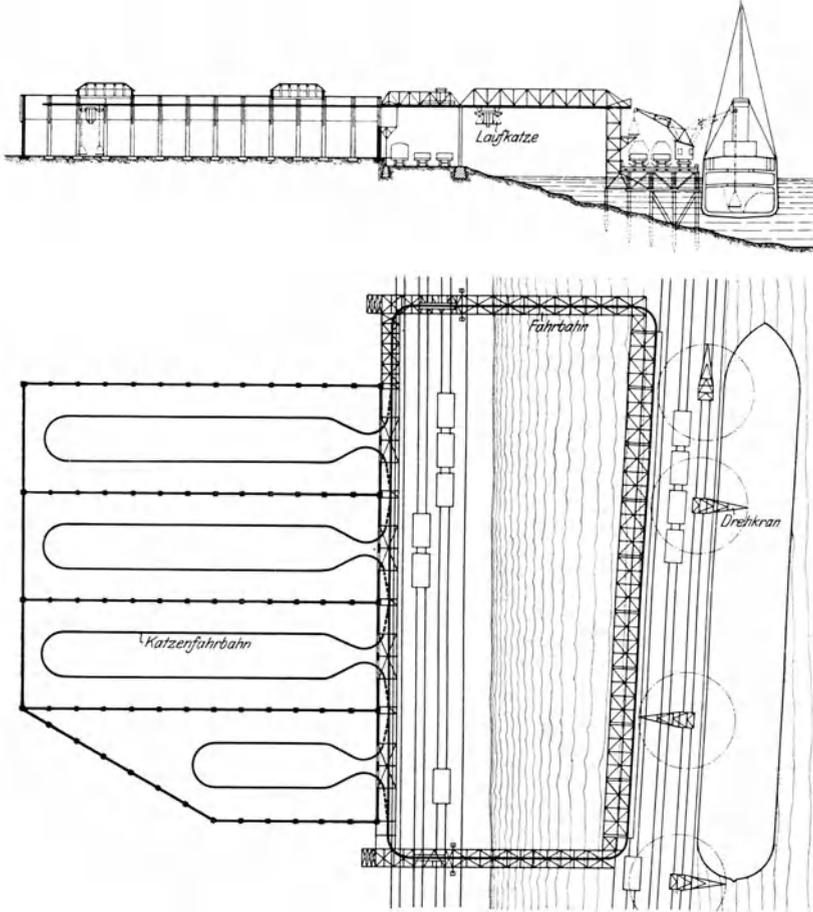


Fig. 486 und 487. Verladeanlage mit Führer-Hängebahn von G. Luther.

die erforderliche Anzahl der Fahrbahnen im Schuppen sich erheblich reduziert.

Die Laufkatze kann auch für Fernsteuerung eingerichtet werden (Elektrohängebahn).

In den meisten Fällen werden beim Betrieb mit Windenlauf-

<sup>1)</sup> Siehe Fig. 451.

katzen die Gleise, statt als stumpf abgeschnittene Stränge, als geschlossene Schleifen verlegt, so daß die Katzen im Ringbetrieb, ohne ihre Fahrtrichtung zu wechseln, darauf verkehren können. Es ist natürlich möglich, die Gleise bis über das Schiff zu führen. Immerhin macht dies bei Seeschiffen einige Schwierigkeit, weil ein mit Gleis-  
schleife versehener Ausleger zu viel Platz wegnehmen würde. Bei der in Fig. 486 und 487 dargestellten Anlage hat man deshalb die vorhandenen Drehkrane zur Schiffsentladung beibehalten und nur für die Weiterbeförderung und Stapelung der Säcke eine elektrische Bahn mit Führerstandslaufkatzen<sup>1)</sup> angelegt, die die vier in Eisenbeton konstruierten Schuppen durchzieht. Das Gleis für jeden einzelnen Schuppen ist durch Weichen an die vor den Schuppen entlang verlegte Schiene angeschlossen. Die Drehkrane setzen ihre Ladung auf die am Ufergerüst vorgesehene Plattform ab, wo die Laufkatzen, die vor und hinter dem Führerstand eine Plattform haben, sie aufnehmen. Gleichzeitig werden 22 Säcke transportiert; die stündliche Förderleistung beträgt 500 bis 600 Sack bei Verwendung zweier Katzen, kann aber durch Einstellung weiterer Katzen leicht erhöht werden. Zur Feststellung des Gewichtes fahren die Katzen auf eine selbsttätige Wage auf, wo die Wägung und automatische Registrierung des Gewichtes sich in 10—15 Sekunden vollzieht.

### c) Bedienung offener Lagerplätze.

Bei der Bedienung offener, nicht überdachter Plätze sind die beiden Fälle zu unterscheiden, daß der Kran nur zur Aufnahme des mit anderen Mitteln gelagerten 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 will man, wenn das Gut beispielsweise durch eine Hochbahn von weiterher zugeführt wird, die Umladung auf ein zweites Fördermittel vermeiden, zweitens läßt sich bei Anwendung getrennter Einrichtungen oft ein Mann an Bedienung sparen, und drittens wird bei der Rückverladung oft erheblich geringere Leistung verlangt, so daß ein einfacher, billiger

<sup>1)</sup> Für Anlagen dieser Art besteht noch keine kurze Bezeichnung. Ich schlage den Namen „Führer-Hängebahn“ vor. Der Hinweis auf den elektrischen Betrieb kann fortfallen, da Laufkatzen mit Führerbegleitung nie anders gebaut werden.

Kran genügt, während die Beschüttung auch bei großen Leistungen mit verhältnismäßig einfachen Mitteln durchgeführt werden kann, beispielsweise mit Hilfe einer kurzen Bahn oder eines Gurtförderers.

Eine getrennte 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 oder 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 die Fördervorrichtung für die Platzbeschüttung aufnimmt. 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 Schiffsloadungen 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

---

<sup>1)</sup> Vgl. Fig. 450.

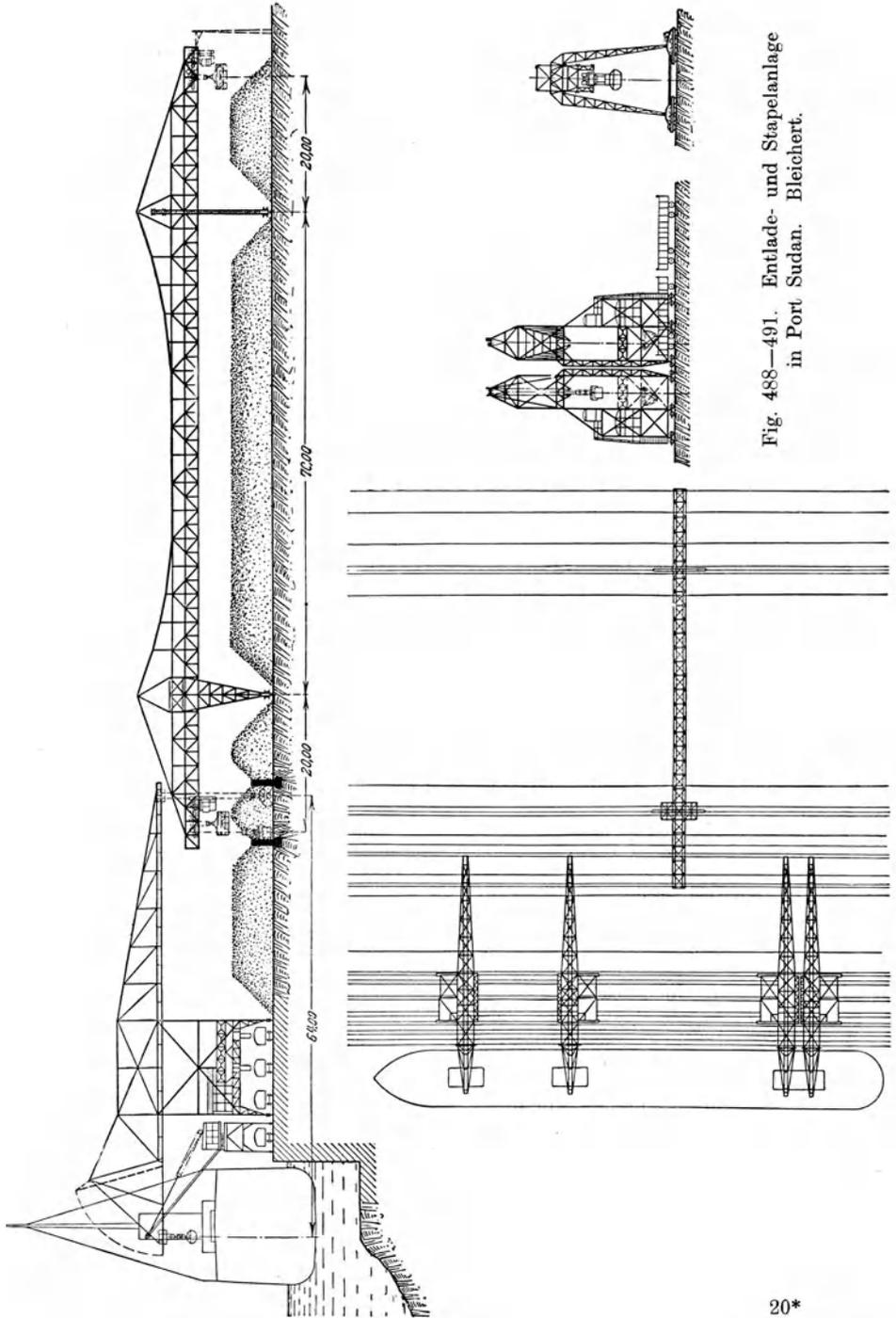


Fig. 488—491. Entlade- und Stapelanlage in Port Sudan. Bleichert.

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. 488 bis 491 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.

Die Uferkrane haben Seillaufkatzen von 3250, die große Brücke eine Führerstandslaufkatze von 10 000 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 verschiebbare 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 Förderelements 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

<sup>1)</sup> Vgl. Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen 1908, S. 539 f.

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

schwierig 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

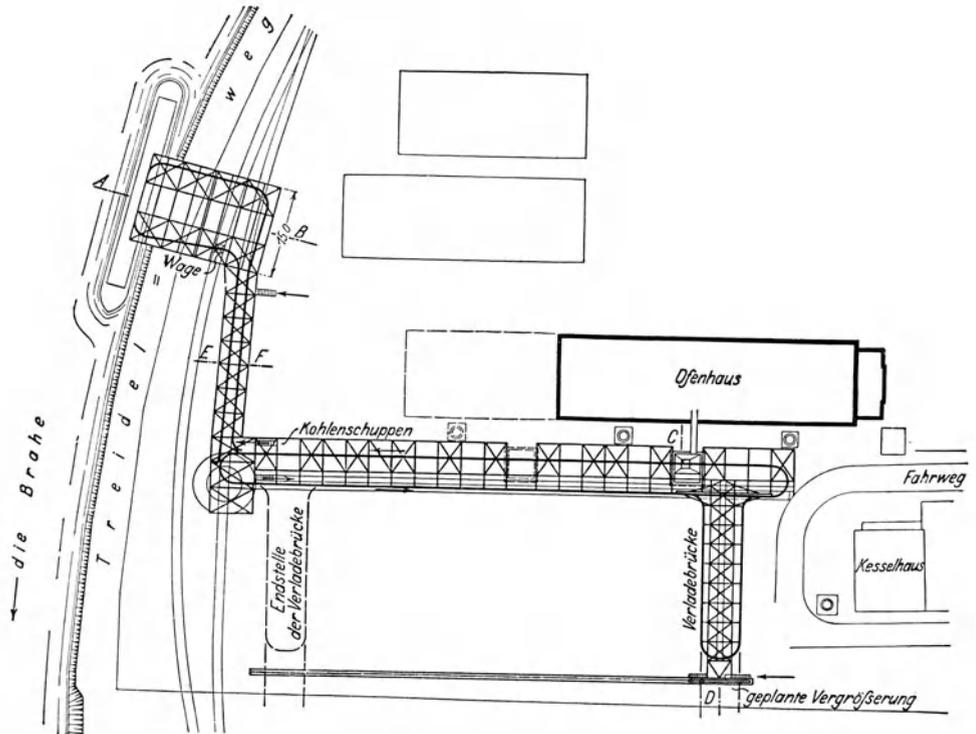
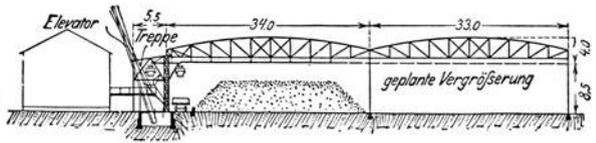
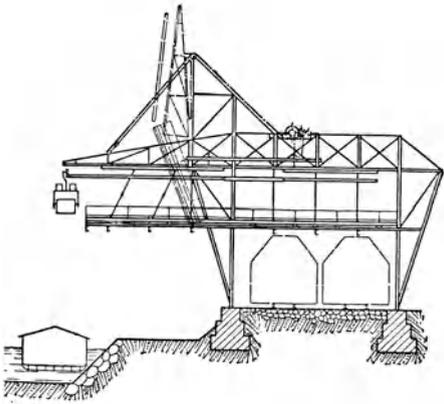


Fig. 492 bis 494. Kohlenförderanlage der städtischen Gasanstalt Bromberg mit Bleichertscher Elektrohängebahn.

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, 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.

Ob Führerstandslaufkatzen oder automatische Elektrohängebahnen zweckmäßiger sind, kann nur im einzelnen Falle an Hand genauer Projekte und Betriebskostenberechnungen entschieden werden.

Als Beispiel einer größeren Ausführung ist in Fig. 492 bis 494 die Bleichertsche Elektrohängebahnanlage der städtischen Gasanstalt Bromberg dargestellt. Vom Flusse durch einen 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 Schlepptschienen angeschlossene fahrbare Verladebrücke 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 durch die Hängebahn 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  $\frac{74 \text{ „}}{\quad}$

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.

Während diese Anlage noch mit Förderkübeln arbeitet, ist man seit einigen Jahren dazu übergegangen, Elektrohängebahnen mit Selbstgreiferbetrieb auszuführen. Allerdings werden Einseilgreifer vorgezogen, auch eignet das System sich nicht für sehr große Lasten.

## Verzeichnis der im Buche genannten Firmen

Name der Firma	Im Text bezeichnet mit
Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin	A. E. G.
Beck & Henckel, Cassel	Beck & Henkel.
Berlin-Anhaltische Maschinenbau-A.-G., Berlin und Dessau	B. A. M. A. G.
Adolf Bleichert & Co., Leipzig-Gohlis	Bleichert.
Düsseldorfer Baumaschinenfabrik Bün- ger & Leyrer, Düsseldorf	Bün-ger & Leyrer.
Maschinenfabrik „Cyclop“, Mehli- s & Behrens, Berlin	Maschinenfabr. Cyclop.
Deutsche Maschinenfabrik A.-G., Duis- burg (Die Firma ist aus der Vereinigung der drei in diesem Buche auch noch hie und da erwähnten Firmen: Benrather Maschi- nenfabrik, Stuckenholz, Bechem & Keet- mann entstanden)	Deutsche Maschinen- fabrik.
Gasmotorenfabrik Deutz, Cöln-Deutz	Gasmotorenfabr. Deutz
R. Dinglinger, Maschinenfabrik, Cöthen (An- halt)	Dinglinger.
Düsseldorfer Kranbaugesellschaft Liebe-Har- kort, A.-G., Düsseldorf-Obercassel	Düsseldorfer Kranbau- gesellschaft
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, Karls- ruhe	Gesellschaft für elektr. Industrie.
Maschinen- und Dampfkesselfabrik Guil- laume-Werke, Neustadt a. d. Haardt	Guillaume-Werke.

Name der Firma	Im Text bezeichnet mit
C. W. Hasenclever Söhne, Maschinenfabrik, Düsseldorf	Hasenclever.
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.
Kaiser & Co. Maschinenfabrik A.-G., Cassel	Kaiser.
Gebrüder Koettgen, Berg.-Gladbach	Gebrüder Koettgen.
Friedr. Krupp, Grusonwerk, Magdeburg-Buckau	Grusonwerk.
Aktiengesellschaft Lauchhammer, Lauchhammer, Prov. Sachsen	Lauchhammer.
Düsseldorfer Maschinenbau-A.-G. vormals J. Losenhausen, Düsseldorf-Grafenberg	Losenhausen.
Maschinenfabrik und Mühlenbauanstalt G. Luther A.-G., Braunschweig	Luther.
Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., Augsburg und Nürnberg	Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.
Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, Mannheim	Mohr & Federhaff.
Eisenwerk (vorm. Nagel & Kaemp) A.-G., Hamburg	Nagel & Kaemp.
Louis Neubauer, Maschinenfabrik, Chemnitz	Neubauer.
Orenstein & Koppel - Arthur Koppel A.-G., 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.
Carl Schenck, G. m. b. H., Darmstadt	Schenck.
Siemens-Schuckert-Werke, Berlin	Siemens-Schuckert-Werke.
A. Stotz, Eisengießerei und Apparatebauanstalt, Stuttgart	Stotz.
Gust. Talbot & Cie., Waggonfabrik, Aachen	Talbot.
T. Tourtellier & Fils, Mülhausen i. Els.	Tourtellier.

Name der Firma	Im Text bezeichnet mit
Ungarische Waggon- und Maschinenfabrik- A.-G., Budapest	Ungarische Waggon- u. Maschinenfabrik- A.-G.
Peniger Maschinenfabrik und Eisengießerei, Abteilung Unruh & Liebig, Leipzig-Plag- witz	Unruh & Liebig.
Vereinigte Elektrizitäts-A.-G., Wien	Vereinigte Elektrizitäts- A.-G.
van der Zypen & Charlier, Cöln-Deutz	van der Zypen & Char- lier.
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-Mor- Co.
G. H. Williams Co., Cleveland	G. H. Williams Co.

# Sachverzeichnis.

(Die Zahlen sind Seitenzahlen.)

- Abkürzungen** 1.  
**Akkumulatoren-Lokomotive** 75.  
**Aufzüge** 173.  
**Aufzugkipper** 51.
- Bahnen** 5.  
**Bezeichnungen** 1.  
**Blocksicherungen für Elektrohängebahnen** 144.  
**Bremsbergförderung** 83.
- Doppelkipper** 48.  
**Doppelkran** 276.  
**Drahtseilbahnen** 109.  
**Drahtseilbahnwagen** 119, 156.  
**Drehkrane** 262.  
**Drehscheibenkipper** 49.  
**Druckluftlokomotive** 76.  
**Dynamobilkipper** 47.
- Einkettengreifer** 219.  
**Einschienige Bahnen** 104.  
**Einseilbahnen** 169.  
**Einseilgreifer** 221.  
**Eisenbahnwagen** 5.  
**Elektrische Lokomotiven** 72.  
**Elektrohängebahnwagen mit Winde** 254.  
**Elektrohängebahnen** 139, 254, 309.  
**Elektroseilbahn** 142, 165.  
**Endstationen von Drahtseilbahnen** 156.
- Fangvorrichtungen für Streckenförderungen** 100.  
**Fangvorrichtungen für Wagenkipper** 33.  
**Faßelevatoren** 174, 178.  
**Fernsteuerung für Elektrohängebahnen** 254.
- Firmenverzeichnis** 312.  
**Fördergefäße** 196.  
**Förderkübel** 196.  
**Führerhängebahn** 304.  
**Führerstandslaufkatzen** 248, 303.
- Gewichte, spezifische** 2.  
**Gichtaufzüge** 183.  
**Grubenlokomotiven** 72.  
**Grubenwagen** 8.
- Haldendrahtseilbahnen** 159.  
**Hängebahnen** 104.  
**Hängebahnwagen** 119.  
**Hochbahnkran** 267.  
**Hochofenbegichtung** 165, 183.  
**Hulettkran** 292.  
**Huntsche automatische Bahn** 80.
- Kabelkrane** 294.  
**Kesselhauswagen** 8.  
**Kettenförderung** 82.  
**Kettengreiferschleiben** 87.  
**Kettenseil, Patent Glinz** 91.  
**Kippwagen** 12.  
**Kombinationswagen** 8.  
**Kopfwipper** 38.  
**Kranantrieb** 227.  
**Krane** 196.  
**Kreiselwipper** 60.  
**Kuppelapparate für Drahtseilbahnen** 127.
- Lagerplatzbedienung** 305.  
**Laufkatzen** 247.  
**Lokomotivbekohlung** 289.  
**Lokomotiven** 72.

- Maßtabelle** 3.  
**Mehrwagen-Kreiselwipper** 61.  
**Motorlokomotiven** 75.  
**Motor selbstgreifer** 225.  
**Muldenkipper** 14.  
  
**Nutzlastlokomotiven** 71.  
  
**Raumgewichte** 2.  
  
**Schaukelauzüge** 179.  
**Schaukelförderer** 133.  
**Schiffsentladung** 299.  
**Schrägaufzüge** 182.  
**Schrägbahnkrane** 268.  
**Schürfkübel** 199.  
**Schwerkraftbahnen** 79.  
**Schwimmkran** 264.  
**Schwingkipper** 55.  
**Seilbahnkrane** 294.  
**Seile für Drahtseilbahnen** 109, 125.  
**Seile für Streckenförderungen** 89.  
**Seilförderung** 82.  
**Seilführung bei Kranen** 227.  
**Selbstentladewagen** 5.  
**Selbstgreifer** 201.  
**Seitenkipper** 59.  
**Skipförderung** 193.  
**Speicherbedienung** 302.  
**Spezifische Gewichte** 2.  
  
**Stapelelevatoren** 177, 180.  
**Stielgreifer** 292.  
**Stirnkipper, Einzelheiten** 30.  
**Stirnkipper, Gesamtanordnung** 38.  
**Streckenförderseile** 89.  
**Streckenförderung** 81.  
  
**Tragseile für Drahtseilbahnen** 109.  
**Trichterwagen für Bodenentleerung** 25.  
**Trichterwagen für Seitenentleerung** 18.  
**Turmdrehkran** 265.  
  
**Unterstützung der Seile bei Kranen** 260.  
  
**Verladebrücken** 275.  
**Verladebrücken mit Drehkran** 280.  
  
**Wagen für Hängebahnen** 119.  
**Wagen für zweischienige Bahnen** 5.  
**Wagen ohne selbsttätige Entleerung** 8.  
**Wagenkipper** 29.  
**Weichen für Hängebahnen** 105.  
**Winden** 234.  
**Wägevorrichtung für Drehkrane** 267.  
  
**Zweischienige Bahnen mit Zugmittel-  
antrieb** 81.  
**Zweischienige Bahnen ohne Zugmittel**  
69.  
**Zubringerwagen für Gichtaufzüge** 190.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

---

## Die Förderung von Massengütern.

Von

**Georg von Hanffstengel,**

Dipl.-Ing., Privatdozent an der Königl. Techn. Hochschule zu Berlin.

I. Band: Bau und Berechnung der stetig arbeitenden Förderer.  
Zweite, vermehrte Auflage. Mit 488 Textfiguren.

In Leinwand gebunden Preis M. 9,—.

---

## Kran- und Transportanlagen für Hütten-, Hafen-, Werft- und Werkstatt-Betriebe unter besonderer Berücksichtigung ihrer Wirtschaftlichkeit.

Von

**Dipl.-Ing. C. Michenfelder.**

540 Seiten Quartformat mit 703 Textfiguren.

In Leinwand gebunden Preis M. 26,—.

Die „Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins“  
schreibt darüber:

Der Verfasser hat es unternommen, in dem vorliegenden Werke einen Ratgeber zu schaffen, der den für eine richtige Auswahl notwendigen Überblick über die modernen Hebe- und Transportvorrichtungen vermitteln soll. Das Buch soll kein Lehrbuch für den Kranbau sein, sondern eine Sammlung ausgeführter Hebe- und Transportanlagen und soll durch kritische Betrachtung dieser Anlagen in technischer und wirtschaftlicher Richtung im Zusammenhange mit ihrer Zweckbestimmung den Praktiker in den Stand setzen, sich ohne viel Mühe und aus unparteiischer Quelle jene Urteilkraft zu bilden, die er im gegebenen Falle braucht, um eine seinen Zwecken entsprechende Auswahl treffen zu können. Unter der Hauptgruppierung nach Hüttenwerken, Schiffswerften und Häfen werden die den verschiedenen Betriebszwecken dienenden Krane und sonstigen Transportvorrichtungen teils nach photographischen Aufnahmen, teils in schematischen Zeichnungen vorgeführt und ihre Vor- und Nachteile dargelegt; dabei ist die Sammlung so reichhaltig, daß sie auch dem im Kranbau beschäftigten Ingenieur manche wertvolle Anregung für sein Schaffen zu bieten vermag. In einem Anhange sind auch noch die bei Krananlagen in Betracht kommenden elektrotechnischen Gesichtspunkte behandelt, eine Zutat, deren Wert ohne weiteres einleuchtet, wenn bedacht wird, welchen früher kaum geahnten Aufschwung der Hebezeugbau seit der Anwendung der Elektrizität genommen hat. So darf wohl das Werk in jeder Hinsicht als eine gediegene Bereicherung der einschlägigen Fachliteratur bezeichnet werden.

---

## Die Drahtseilbahnen Ihr Aufbau und ihre Verwendung.

Von

**Dipl.-Ing. P. Stephan,**

Regierungs-Baumeister.

Zweite, umgearbeitete Auflage.

Mit 286 Textfiguren.

In Leinwand gebunden Preis M. 9,—.

---

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

---

## Die Hebezeuge.

Theorie und Kritik ausgeführter Konstruktionen mit besonderer Berücksichtigung der elektrischen Anlagen.

Ein Handbuch für Ingenieure, Techniker und Studierende.

Von

**Ad. Ernst,**

Professor des Maschinen-Ingenieurwesens an der Kgl. Techn. Hochschule in Stuttgart.

Vierte, neubearbeitete Auflage. Drei Bände. Mit 1486 Textfiguren und 97 lithographischen Tafeln.

In drei Leinwandbände gebunden Preis M. 60,—.

---

## Hebemaschinen.

Eine Sammlung von Zeichnungen ausgeführter Konstruktionen mit besonderer Berücksichtigung der Hebemaschinen-Elemente.

Von

**Ingenieur C. Bessel,**

Oberlehrer an der Kgl. Höheren Maschinenbauschule Altona.

Zweite Auflage. Mit 34 Tafeln. — In Leinwand gebunden Preis M. 6,60.

---

## Hochofen-Begichtungsanlagen

unter besonderer Berücksichtigung ihrer Wirtschaftlichkeit.

Von

**Dr.-Ing. Friedrich Lilje.**

Mit zahlreichen Textfiguren und 15 zum Teil farbigen lithographischen Tafeln.

In Leinwand gebunden Preis M. 22,—.

---

## Transmissionen.

Wellen. Lager. Kupplungen. Riemen- und Seiltrieb. Anlagen.

Von

**Ingenieur Stephan Jellinek**

in Wien.

Mit 61 Textfiguren und 30 Tafeln. — In Leinwand gebunden Preis M. 12,—.

---

## Taschenbuch für den Maschinenbau.

Bearbeitet von

Ing. H. Dubbel-Berlin, Dr. G. Glage-Berlin, Dipl.-Ing. W. Gruhl-Berlin, Dipl.-Ing. R. Hänchen-Berlin, Ing. O. Heinrich-Berlin, Dipl.-Ing. M. Krause-Berlin, Ing. E. Toussaint-Berlin, Dipl.-Ing. H. Winkel-Berlin, Dr.-Ing. K. Wolters-Berlin.

Herausgegeben von

**Ingenieur H. Dubbel,**

Berlin.

1493 Seiten mit 2448 Textfiguren und 4 Tafeln.

Zwei Teile. In Leinwand gebunden.

In einem Bande Preis M. 16,—; in zwei Bänden Preis M. 17,—.

---

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

## Die Bergwerksmaschinen.

Eine Sammlung von Handbüchern für Betriebsbeamte

herausgegeben von **Hans Bansen**,

Dipl.-Bergingenieur, ord. Lehrer an der Oberschlesischen Bergschule zu Tarnowitz.

- I. Band: **Das Tiefbohrwesen.** Unter Mitwirkung von Dipl.-Bergingenieur **Arthur Gerke** und Dipl.-Bergingenieur Dr.-Ing. **Leo Herwegen** bearbeitet von Dipl.-Bergingenieur **Hans Bansen**. 537 Seiten mit 688 Textfiguren. In Leinwand gebunden Preis M. 16,—.
- II. Band: **Die Gewinnungsmaschinen.** Bearbeitet von Dipl.-Bergingenieur **Arthur Gerke**, Dipl.-Bergingenieur Dr.-Ing. **Leo Herwegen**, Dipl.-Bergingenieur Dr.-Ing. **Otto Pütz** und Dipl.-Ingenieur **Karl Teiwes**. Mit 393 Textfiguren. In Leinwand geb. Preis M. 16,—.
- III. Band: **Die Schachtfördermaschinen.** Bearbeitet von **Karl Teiwes**, Dipl.-Ing. in Tarnowitz und Prof. Dr.-Ing. **E. Förster**, Direktor der Kgl. Maschinenbau- und Hüttenschule in Gleiwitz. Mit 323 Textfiguren. In Leinwand gebunden Preis M. 16,—.

Die „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure“ schreibt darüber:

Man kann den Verfassern das Zeugnis ausstellen, daß sie die vorhandene Lücke gut ausgefüllt haben. Wenn auch der Inhalt zum großen Teil aus einer Zusammentragung und Zusammenfassung der bereits in Zeitschriften und Druckschriften enthaltenen Mitteilungen besteht, so kann man doch nicht behaupten, daß die Verfasser eine kritiklose Auswahl getroffen hätten. Es fehlt in keinem Abschnitt die Betrachtung der Konstruktionen nach einheitlichen Gesichtspunkten und die Zusammenfassung der Hauptgedanken . . .

Im ganzen genommen, füllt das Buch eine sehr fühlbare Lücke in der Literatur gut aus. Es wird der weitesten Verbreitung sicher sein.

- IV. Band: **Die Schachtförderung.** Bearbeitet von Dipl.-Ing. **Hans Bansen**, Berg-Ingenieur, ord. Lehrer an der Oberschlesischen Bergschule zu Tarnowitz und **Karl Teiwes**, Dipl.-Ing. in Tarnowitz. Mit 402 Textfiguren. In Leinwand gebunden Preis M. 14,—.

Die „Rheinisch Westfälische Zeitung“ schreibt darüber:

Die „Schachtförderung“ mit ihren zahlreichen technischen Einrichtungen stellt an Konstrukteur und Betriebsmann schwer zu erfüllende Anforderungen. Der heutige Massen- und Schnellbetrieb verlangt bei höchster Materialbeanspruchung die Gewährleistung vollster Betriebssicherheit und Einhaltung der scharfen Bergpolizei-Verordnungen ohne Beschränkung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit. Im Band IV des Sammelwerkes „Die Bergwerksmaschinen“ sind die im In- und Auslande gebräuchlichsten und bewährtesten technischen Einrichtungen des bergmännischen Förder- und Fahrbetriebes nach Bauart und Wirkungsweise an Hand zahlreicher Abbildungen und Skizzen erläutert und in ihren Vorzügen und Nachteilen sachlich bewertet. Aus der Fülle des Stoffes seien besonders hervorgehoben die Teile: Förderseile und Ketten, Förderschalen, Fangvorrichtungen, Schachtleitung, Schalenabfertigung, Aufsatzvorrichtungen und Fördergerüste. Der reiche Inhalt und seine übersichtliche Anordnung stempeln das Werk zu einem vorzüglichen Ratgeber und Nachschlagewerk für Bergingenieure und Betriebsbeamte.

- V. Band: **Die Wasserhaltungsmaschinen.** Bearbeitet von Dipl.-Ing. **Karl Teiwes**. Mit ca. 20 Bogen mit zahlreichen Textfiguren. In Leinwand gebunden Preis ca. M. 16,—. (In Vorbereitung.)

---

## Taschenbuch für Bauingenieure.

Unter Mitwirkung von Ing. Fr. **Bleich-Wien**, Geheimrat Prof. Th. **Böhm-Dresden**, Geheimrat Prof. H. **Engels-Dresden**, Prof. Dr. jur. A. **Esche-Dresden**, Geheimrat Prof. M. **Foerster-Dresden**, Prof. Dr.-Ing. W. **Gehler-Dresden**, Geheimrat Prof. E. **Genzmer-Dresden**, Stadtbaurat a. D. Th. **Koehn-Berlin**, Privatdozent Regierungsbaumeister Dr.-Ing. F. **Kögler-Dresden**, Geheimrat Prof. G. **Lucas-Dresden**, Geheimrat Prof. G. **Mehrtens-Dresden**, Baurat Dr.-Ing. A. **Schreiber-Dresden**, Königlicher Bauamtman E. **Wentzel-Dresden**.

Herausgegeben von **Max Foerster**,

Geh. Hofrat, ord. Professor an der Technischen Hochschule in Dresden.

Zweite, verbesserte und erweiterte Auflage. — 2094 Seiten auf bestem Dünndruckpapier. — Mit 3054 Figuren. — Zwei Teile. — In Leinwand gebunden.

In einem Bande Preis M. 20,—; in zwei Bänden Preis M. 21,—.

---

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

---

## **Barth, Wahl, Projektierung und Betrieb von Kraftanlagen.**

Von **Friedrich Barth,**

Oberingenieur an der Bayerischen Landesgewerbeanstalt in Nürnberg.

495 Seiten mit 126 Figuren im Text und auf 3 Tafeln.

In Leinwand gebunden Preis M. 12,—.

---

## **Einführung in die Organisation von Maschinenfabriken**

unter besonderer Berücksichtigung der Selbstkostenberechnung.

Von Dipl.-Ing. **Friedrich Meyenberg,**

Oberingenieur der Eisenbahnsignal-Bauanstalt Max Jüdel & Co., A.-G.,

Dozent an der Herzoglichen Technischen Hochschule Braunschweig.

In Leinwand gebunden Preis M. 5,—.

---

## **Fabrikorganisation, Fabrikbuchführung und Selbstkostenberechnung**

der Firma **Ludw. Loewe & Co.,** Actiengesellschaft, Berlin.

Mit Genehmigung der Direktion zusammengestellt und erläutert von

**J. Lilienthal.**

Zweite, durchgesehene und vermehrte Auflage.

256 Seiten Quart mit 135 Formularen. — In Leinwand gebunden Preis M. 10,—.

---

## **Der Fabrikbetrieb.**

Praktische Anleitungen zur Anlage und Verwaltung von Maschinenfabriken  
und ähnlichen Betrieben sowie zur Kalkulation und Lohnverrechnung.

Von **Albert Ballewski.**

Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage bearbeitet von

**C. M. Lewin,**

beratender Ingenieur für Fabrik-Organisation in Berlin.

In Leinwand gebunden Preis M. 6,—.

---

## **Die Betriebsleitung**

insbesondere der Werkstätten. — Autorisierte deutsche Ausgabe  
der Schrift: „Shop management“ von Fred. W. Taylor, Philadelphia.

Von **A. Wallichs,**

Professor an der Technischen Hochschule zu Aachen.

Dritte, vermehrte Auflage. — Mit 26 Abbildungen und 2 Zahlentafeln.

In Leinwand gebunden Preis M. 6,—.

---

## **Aus der Praxis des Taylor-Systems**

mit eingehender Beschreibung seiner Anwendung bei  
der Tabor Manufacturing Company in Philadelphia.

Von Dipl.-Ing. **Rudolf Seubert.**

Mit 45 Abbildungen und Vordrucken. — In Leinwand gebunden Preis M. 7,—.

---

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.