

Stellen die Gehsteige in der Hauptsache den Schutz eines Bauwerkes dar, so genügt es, sie 1 m breit anzulegen. Diese Breite gestattet einzelnen Personen, sich vor dem Fahrverkehr in Sicherheit zu bringen. Als normale Gehsteigbreite sind 1,50 m anzunehmen. Eine Breite über 1,50 m kommt meist nur in Frage, wenn sich im Gehsteig ein Kellerhals befindet.

Bauwerke, die sich inmitten einer Fahrstraße oder eines Hofes erheben, z. B. Stützen von Krananlagen, Zapfsäulen von Tankanlagen usw., müssen durch eine Schutzinsel vor Beschädigungen durch den Verkehr gesichert werden. Nach Abb. 209 müssen die Borde mindestens 500 mm von jedem Punkt des Bauwerkes entfernt angelegt werden. Die geringste Höhe der Borde über Straßenoberkante soll 150 mm betragen. Für Geländer von Kellerhälsen in Gehsteigen und für Überflurhydranten auf Gehsteigen kann das Schutzmaß bis auf 300 mm verkleinert werden.

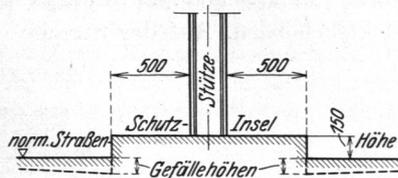


Abb. 209. Profil einer Schutzinsel.

Liegt ein Fabrikgrundstück abseits einer Hauptstraße, so ergibt sich hieraus die Notwendigkeit, eine besondere Zufahrtsstraße zu bauen. Abb. 210 zeigt zwei Ausführungsvorschläge. Die Straße nach I kann später noch durch ein Kleinsteinpflaster auf Kiesbettung gemäß II vervollständigt werden oder eine besondere Decke aus Asphaltbeton oder aus Steinschlagasphalt erhalten. Die Mindestbreite derartiger Straßen soll 6 m sein. Besser ist jedoch eine Breite von 8 m, da sonst die Randsteine umgefahren oder die Ränder abgefahren werden und von hier aus dann leicht eine Zerstörung der Straße einsetzt.

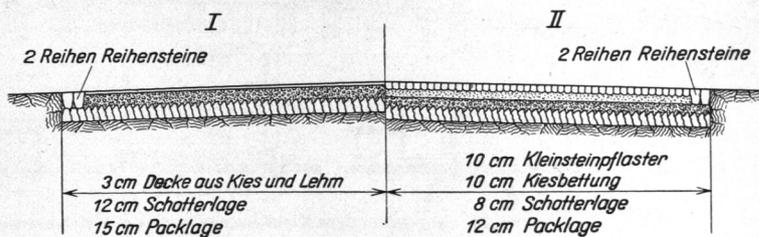


Abb. 210. Querschnitte werkseigener Zufahrtsstraßen.

10. Förderanlagen.

Gleisanlagen. — Gleislose Fördermittel. — Krane. — Aufzüge. — Stetige Förderer.

Die Förderanlagen in ihrer mannigfaltigen Gestalt nehmen im Fabrikbau eine hervorragende Stellung ein. Abgesehen von der wirtschaftlichen Bedeutung zweckentsprechender Fördereinrichtungen sind auch in technischer Hinsicht die Transportmittel oft ausschlaggebend für die Anordnung und räumliche Gestaltung der Baulichkeiten. Bestimmen doch Gleisanlagen Lage und Richtung der Fabrikgebäude auf dem Grundstück, gleislose Fördermittel die Tragfähigkeit von Decken und Aufzügen, Krane die Querschnittsform von Montage- und Werkstatthallen. Von diesem Standpunkt aus sollen nachstehend die einzelnen Fördereinrichtungen betrachtet werden; daneben wird ihre zweckmäßige Anwendung unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit gestreift. Eine erschöpfende Behandlung des Stoffes — besonders nach der konstruktiven Seite — ist in dem zur Verfügung stehenden Rahmen unmöglich. Eine derart eingehende Betrachtung ist aber auch überflüssig, da die einschlägige Fachliteratur alle erforderlichen Angaben enthält; besonders sei auf die ausführliche Darstellung des gesamten Gebietes in den Werken von H. Aumund und C. Michenfelder¹ verwiesen. Die Erläuterung konstruktiver Einzelheiten wird daher bewußt auf diejenigen Punkte beschränkt, die bei der Planung von Fabrikanlagen oder bei der Beschaffung von Förderanlagen interessieren.

Die **Gleisanlagen** dienen neben den Straßen und Wasserläufen in erster Linie dem Außenverkehr der Werke, daneben innerhalb der Fabrik auch dem Transport schwerer Werkstücke von einer Werkstatt zu anderen. Die Stammbahnen, von denen die Fabrikanschlußgleise abzweigen, sind meist im Besitz der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft (DRG), so daß die Vorschriften dieser Gesellschaft bei der Anlegung und Unterhaltung der Gleisanlagen beachtet werden müssen. Im übrigen hat aber die DRG auch für alle Privatbahnen und Kleinbahnen

¹ Aumund, H.: Hebe- und Förderanlagen. 2. Aufl. Berlin: Julius Springer 1926 und C. Michenfelder: Kran- und Transportanlagen für Hütten-, Hafens-, Werft- und Werkstattbetriebe. 2. Aufl. Berlin: Julius Springer 1926.

das Aufsichtsrecht; daher sind auch beim Anschluß an solche Bahnen die einschlägigen Bestimmungen zu beachten.

Für Gleisanlagen kommen neben der Normalspur von 1435 mm nur die Spurweiten von 1000, 750 oder 600 mm in Frage. Ausnahmen bedürfen einer besonderen Genehmigung der Aufsichtsbehörden. Auf der Strecke soll die Längsneigung der Gleise das Verhältnis 1 : 25 nicht

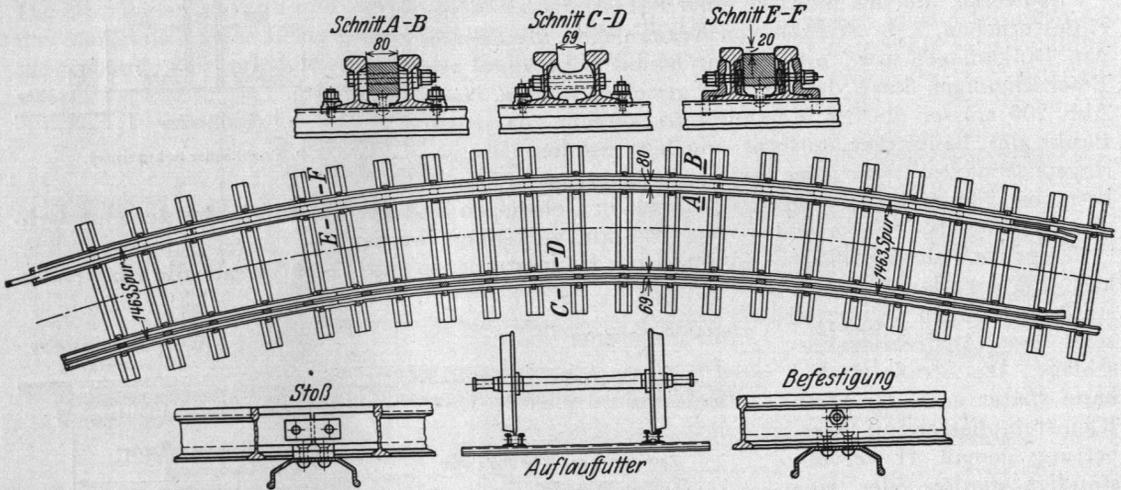


Abb. 211. Normalspuriges Kleinbogengleis für kleine Krümmungshalbmesser.

überschreiten. Solche Gleise, auf denen Wagen abgestellt werden, dürfen höchstens eine Neigung von 1 : 400 aufweisen. Der kleinste zulässige Krümmungshalbmesser für Normalspur beträgt 180 m, sofern Hauptbahnlokomotiven auf den betreffenden Gleisen verkehren, sonst 140 m. Wenn nur Lokomotiven mit einem festen Radstand bis zu 3 m und Wagen mit einem solchen bis zu 4,5 m auf den Gleisen verkehren — was aber selten der Fall ist —, darf der Krümmungshalbmesser bis auf 100 m verringert werden. Diesem Wert entspricht bei Schmalspur-

Zahlentafel 20. Schienenformen für Anschlußgleise.

Die Strecken werden befahren von	Für das Gleis sind mindestens zu verwenden						
	Schienenform ¹	Gewicht der Schiene kg/m	Schienenhöhe mm	Schwellenzahl auf einer Schienenlänge von		Zulässiger Raddruck t	Geringster zulässiger Halbmesser m
				12 m	15 m		
Reichsbahnlokomotiven	Preußen 6	33,40	134	20	25	8,5	180
	Preußen 8	41,00	138	18	22	9,0	
	Preußen 15	45,05	144	18	22	9,0	
Großraumgüterwagen mit Raddrücken bis 10 t	Preußen 8 und 15 mit festem Stoß	41,00 bzw. 45,05	138 bzw. 144	2 + 17	2 + 21	10,0	180
	oder						
	DRG S 45	45,25	142	2 + 17	2 + 21	10,0	
	S 49	48,89	148	2 + 17	2 + 21	10,0	
ausschließlich von Wagen mit weniger als 8,5 t Raddruck und Privatlokomotiven mit weniger als 8 t Raddruck	Preußen 6	33,40	134	17	22	8,5 bzw. 8	140 ²

Bemerkung: ¹ Der Schienenform „Preußen 6“ entsprechen etwa die Formen „Bayern I und IX“, „Sachsen IV und V“, „Württemberg D“, „Baden 129“, während den Formen Preußen 8 und 15 etwa die Formen „Bayern X“, „Sachsen VI“, „Württemberg E“, „Baden 140“, „Oldenburg D“ entsprechen.

² Wenn ausschließlich Wagen mit nicht mehr als 4,5 m Radstand verkehren, kann der Halbmesser verringert werden bis 100 m.

bahnen bei 1000 mm Spurweite ein Halbmesser von 50 m, bei 750 mm 40 m, bei 600 mm 25 m. Kleinere Halbmesser sind bei normalspurigen Bahnen nur dann zulässig, wenn sog. Kleinbogenschienen verwendet werden, bei denen die äußeren Räder auf dem Spurkranz laufen (siehe Abb. 211). Im allgemeinen bestehen bei der Verwendung von Kleinbogengleisen Beschränkungen derart, daß nur zweiachsige Fahrzeuge mit einem festen Radstand bis 4,50 m, bei Lenkachsen bis zu 6 m, zum Übergang auf solche Gleise zugelassen werden. Dreiachsige Fahrzeuge sind von der Überführung auf Kleinbogengleise ausgeschlossen. Für den Rangierverkehr ist bemerkenswert, daß die Geschwindigkeit beim Ziehen der Wagen über die Kleinbogengleise höchstens 6 km/h betragen darf, beim Drücken dagegen höchstens 3 km/h. Auch darf jeweils nur ein Wagen über derartige Kurven gedrückt werden, während die Anzahl der gezogenen Wagen nicht beschränkt ist.

Die Schienenprofile der Anschlußgleise müssen je nach dem Raddruck gewählt werden (siehe Zahlentafel 20). An Überfahrten und Übergängen oder auf befestigten Höfen und in Gebäuden werden am besten Rillenschienen Form Phönix 37 oder 37a oder Ri 1 verwendet. Der Billigkeit halber werden für Anschlußgleise meistens altbrauchbare Oberbaustoffe verarbeitet, da sie wesentlich billiger als neue sind und bei guter Beschaffenheit eine genügende Lebensdauer besitzen. Lediglich Holzschwellen sollen stets neu beschafft werden. Für gerade Gleise sollen Schienen von mindestens 9 m, für Kurven solche von mindestens 12 m, besser von 15 m Länge, benutzt werden. Je weniger Stöße eine Gleisanlage besitzt,

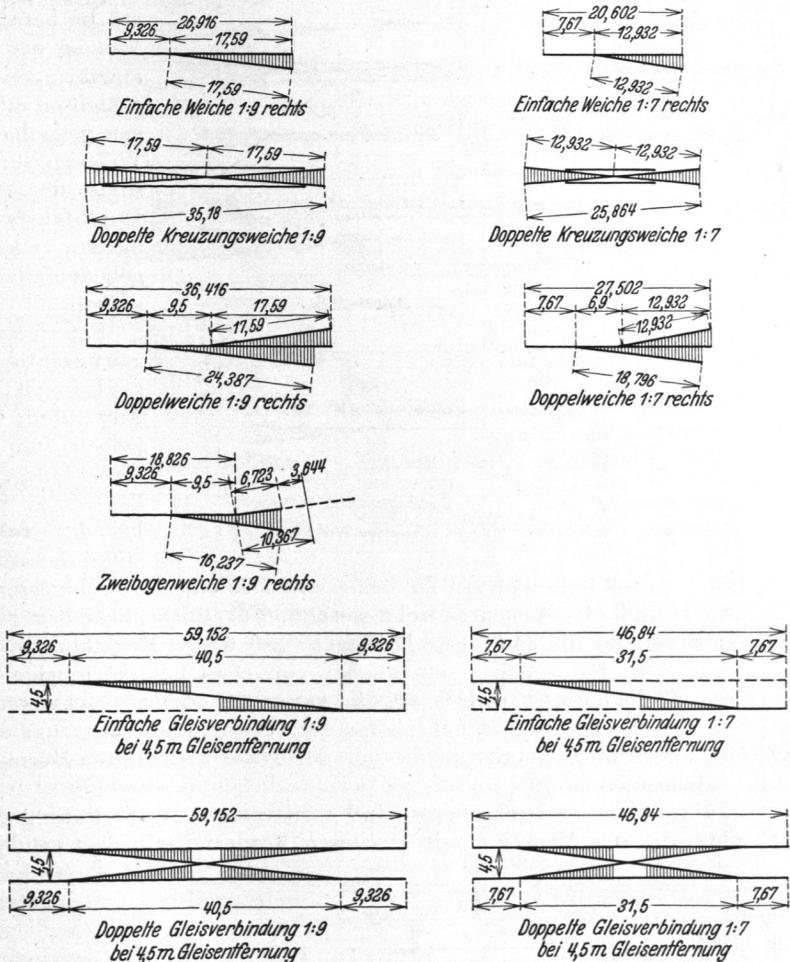


Abb. 212. Absteckmasse für normalspurige Weichen Form 6d.

um so geringer sind die Unterhaltungskosten. Als Schwellen kommen vorwiegend Holzschwellen, und zwar in Kurven Hartholzschwellen (Eiche oder Buche), in der Geraden kieferne Schwellen in Frage. Die Schwellen dürfen niemals roh verlegt werden, sondern müssen nach Vorschrift der DRG imprägniert sein. Zur Befestigung der Schienen auf den Schwellen dienen nur Schwellenschrauben; die Befestigung mit Nägeln ist veraltet. In der Geraden sind offene Unterlagsplatten, in Kurven Hakenplatten zu verwenden. Bei Verlegung der Gleise im Pflaster oder im Fußboden von Gebäuden werden die Gleise am besten auf einem Betonunterbau von 30 bis 40 cm Stärke und etwa 2,20 m Breite verlegt. Die Gleise erhalten hierbei keine Schwellen, vielmehr wird der Schienenabstand durch Spurstangen in Entfernungen von 2 bis 2,50 m gewährleistet.

Nach der Schienenform bestimmt sich auch die Form der Weiche. Für Anschlußgleise sind die Formen 6d, entsprechend der Schienenform 6, 8a, entsprechend den Schienenformen 8 und 15, und S 49, entsprechend den Schienenformen S 45 und S 49, zu verwenden. Die Bau-

maße und Ausführungsformen der Weichen sind aus Abb. 212 bis 214 ersichtlich. Zu beachten ist bei der Ausarbeitung von Gleisplänen, daß der Anfangspunkt einer Weiche nicht mit dem geometrischen Schnittpunkt der durch die Weiche verbundenen Gleisstränge zusammenfällt, sondern daß dieser Anfangspunkt stets einige Meter vor dem geometrischen Schnittpunkt liegt.

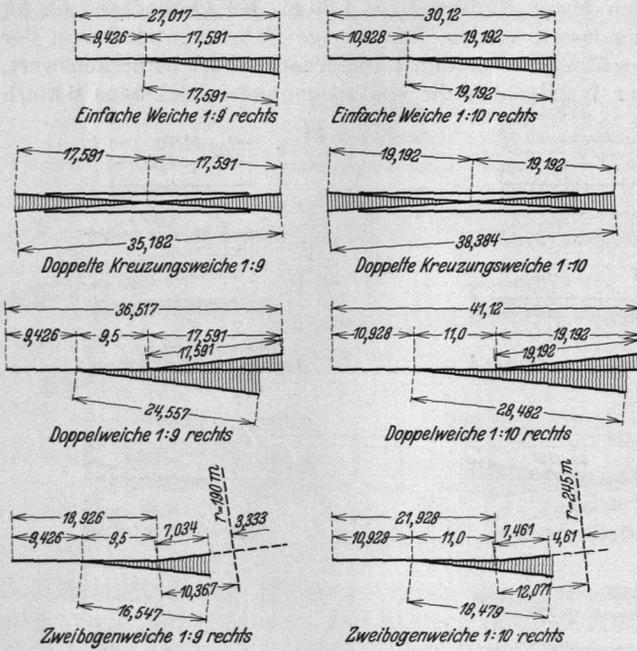


Abb. 213. Absteckmasse für normalspurige Weichen Form 8a.

ten Wagen oder Lokomotiven zu bemessen. Bei einem Durchmesser von 6 m können alle G-, K-, V-, O- und Om-Wagen gedreht werden. Für solche Scheiben genügt meistens eine Tragfähigkeit von 30 bis 35 t. Für R-Wagen mit 6,5 m Radstand ist ein Scheibendurchmesser von etwa 8 m, für S-Wagen ein solcher von etwa 9 m, ausreichend¹. Drehscheiben, die von schweren Tiefladewagen, von Großgüterwagen OO oder von schwereren Lokomotiven befahren werden, müssen dem Achsdruckschema der betreffenden Fahrzeuge entsprechend dimensioniert werden, sofern nicht überhaupt die von der DRG festgelegten Normallastenzüge in die Berechnung einzusetzen sind.

Im übrigen sollen Drehscheiben in Fabrikanlagen zur Verhütung von Unglücksfällen und zur Erleichterung des Verkehrs mit gleislosen Fördermitteln eine solide Abdeckung erhalten, die zweckmäßig mit Holzklotz-

pflaster oder starken Bohlen belegt wird. Die Drehscheibenabdeckung ist für das Befahren mit schweren Lastwagen, evtl. für das Befahren mit Feuerwehrfahrzeugen, zu bemessen. Die Belastungsangaben hierfür sind aus den Zahlentafeln 23 und 24 bei

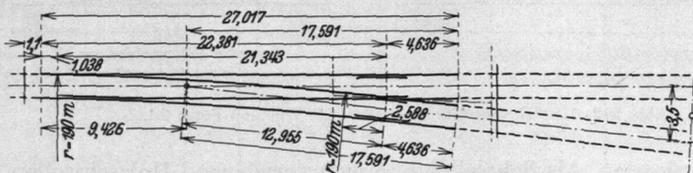


Abb. 214. Einfache Weiche Form 8a, 1:9 rechts.

der Beschreibung der gleislosen Förderung ersichtlich. Abb. 215 zeigt den Schnitt durch eine Drehscheibe von 8,5 m Durchmesser und 60 t Tragfähigkeit mit schwerer, befahrbarer Abdeckung. Die gebräuchlichsten Bauarten von Drehscheiben sind schematisch in Abb. 216 dargestellt. Die Drehscheiben werden zweckmäßig durch elektrischen Antrieb bewegt, der am besten unterirdisch oder unter der Scheibe anzuordnen ist. Die Umfangsgeschwindigkeit beträgt normal

¹ Die genauen Maße aller Güterwagen der DRG und die gebräuchlichsten Lademaße für deutsche Verhältnisse und die hauptsächlichsten europäischen Bahnen sind zu ersehen aus der Druckschrift: Die Güterwagen der Deutschen Reichsbahn, ihre Bauart, Bestellung und Verwendung und die gebräuchlichsten Lademaße. Berlin: VDI-Verlag 1928.

etwa 0,5 m/sek. Die Antriebsgrube und die Drehscheibengrube sind in jedem Falle sorgfältig zu entwässern. An Stelle des elektrischen Antriebes kann die Scheibe auch durch Handkurbelantrieb oder durch Drehbäume bewegt werden, was jedoch bei Scheiben, die mehr als 5 bis 10 Drehbewegungen um 180° am Tage auszuführen haben, unwirtschaftlich ist. Außer diesen Antriebsarten kann die Drehscheibe auch durch eine etwa vorhandene Rangierwinde herumgezogen werden. Die Drehscheibenkonstruktion soll zur Pflege und Instandhaltung möglichst von unten zugänglich sein, worauf bei der Festlegung der Höhenmaße für die Drehscheibengrube zu achten ist. Bei dem Entwurf der Gleisanlage ist zu berücksichtigen, daß zwischen dem Anfang einer etwaigen Kurve und die Drehscheibe eine Gerade von mindestens 2 m Länge einzuschalten ist.

Zur Verbindung parallel liegender Gleise dienen Schiebebühnen, die entweder als Einschnittschiebebühnen in entsprechenden, durchgehenden Gruben laufen oder als Auflaufschiebebühnen arbeiten (siehe Abb. 217). Die Schiebebühnen erhalten

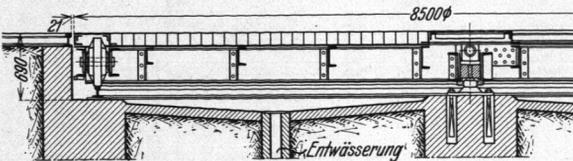


Abb. 215. Schnitt durch eine Drehscheibe von 60 t Tragkraft mit schwerer, befahrbarer Abdeckung.

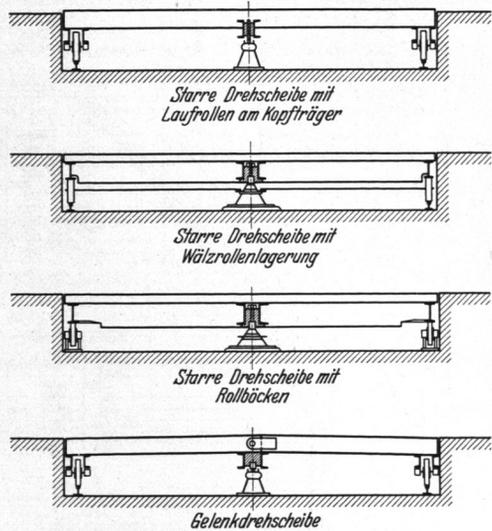


Abb. 216. Bauarten von Drehscheiben.

ebenfalls elektrischen Antrieb, der auf der Schiebebühne untergebracht wird. Sie arbeiten meist mit einer Fahrgeschwindigkeit von 0,5 bis 1 m/sek.

Alle Gleisstummel sollen als Abschluß Prellböcke erhalten; für Anschlußgleise genügen wohl immer feststehende Prellböcke, deren gesamte Baulänge vom Schienenstoß ab 4,50 m beträgt. In Gebäuden werden derartige Prellböcke als störend empfunden, weshalb hier besser feststehende Prellschuhe Anwendung finden.

Der Abstand der Gleise von festen Gegenständen (Gebäuden, Gebäudeteilen, Masten u. dgl.) soll 2,20 m, gemessen von Mitte Gleis, in der Geraden betragen. Einfahrtstore müssen demgemäß eine lichte Breite von 4,40 m, besser 4,50 m, erhalten. Vielfach werden auch Tore von 4 m Breite zugelassen, wobei jedoch die Profilbeschränkung durch Farbanstriche und Warnungstafeln besonders zu kennzeichnen ist. Für Lokomotiv- und Wagenschuppen genügt eine Breite von 4 m.

Als Abstand zwischen zwei parallelen Gleisen wird meist das Maß von 4,50 m gefordert; auf freien Zuführungsstrecken mit besonderem Bahnkörper genügt ein Abstand von 3,50 m. Im übrigen sind für den Abstand von Gebäuden und sonstigen festen Konstruktionen die vorgeschriebenen Lichtraumprofile zu beachten, die sich in der Kurve erweitern (siehe Abb. 218)¹. Für Schmalspurbahnen bleibt die Festsetzung des Lichtraumprofils den Aufsichtsbehörden vorbehalten; im allgemeinen genügen Umgrenzungsprofile nach Abb. 219. In allen Fällen ist zu prüfen, ob elektrische Lokomotiven mit Oberleitung auf den Anschlußgleisen verkehren sollen, wobei sich die Umgrenzung des lichten Raumes entsprechend den Vorschriften ändert.

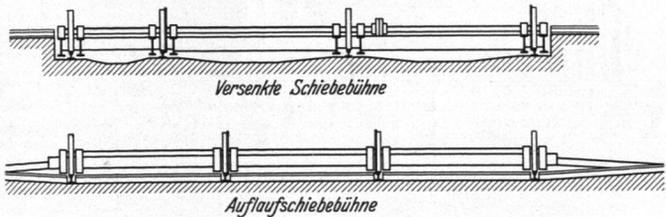


Abb. 217. Schiebebühnen.

Die Stromzuführung für elektrische Lokomotiven wird meistens als Oberleitung mit einem

¹ Genaue Umgrenzungsprofile für den lichten Raum enthalten die auch für Anschlußgleise gültigen Vorläufigen Vorschriften für die Umgrenzung des lichten Raumes für Normalspurbahnen der DRG vom Juni 1928. Köln: Dumont-Schauberg 1928.

Fahrdraht ausgeführt. Stromzuführung durch eine dritte Schiene kommt für Anschlußgleise nicht in Frage. Unter besonderen Umständen kann die Stromzuführung auch durch einen kleinen Stromabnehmerwagen erfolgen; der Stromabnehmerwagen ist in diesem Falle mit der Lokomotive durch ein Schleppkabel verbunden. Die Oberleitungen kann man auch bei elektrischen Lokomotiven vermeiden, wenn man Akkumulatorenlokomotiven wählt. Mitunter wird auch gemischter Betrieb angewandt, wobei die Gleise so weit wie möglich mit Oberleitung aus-

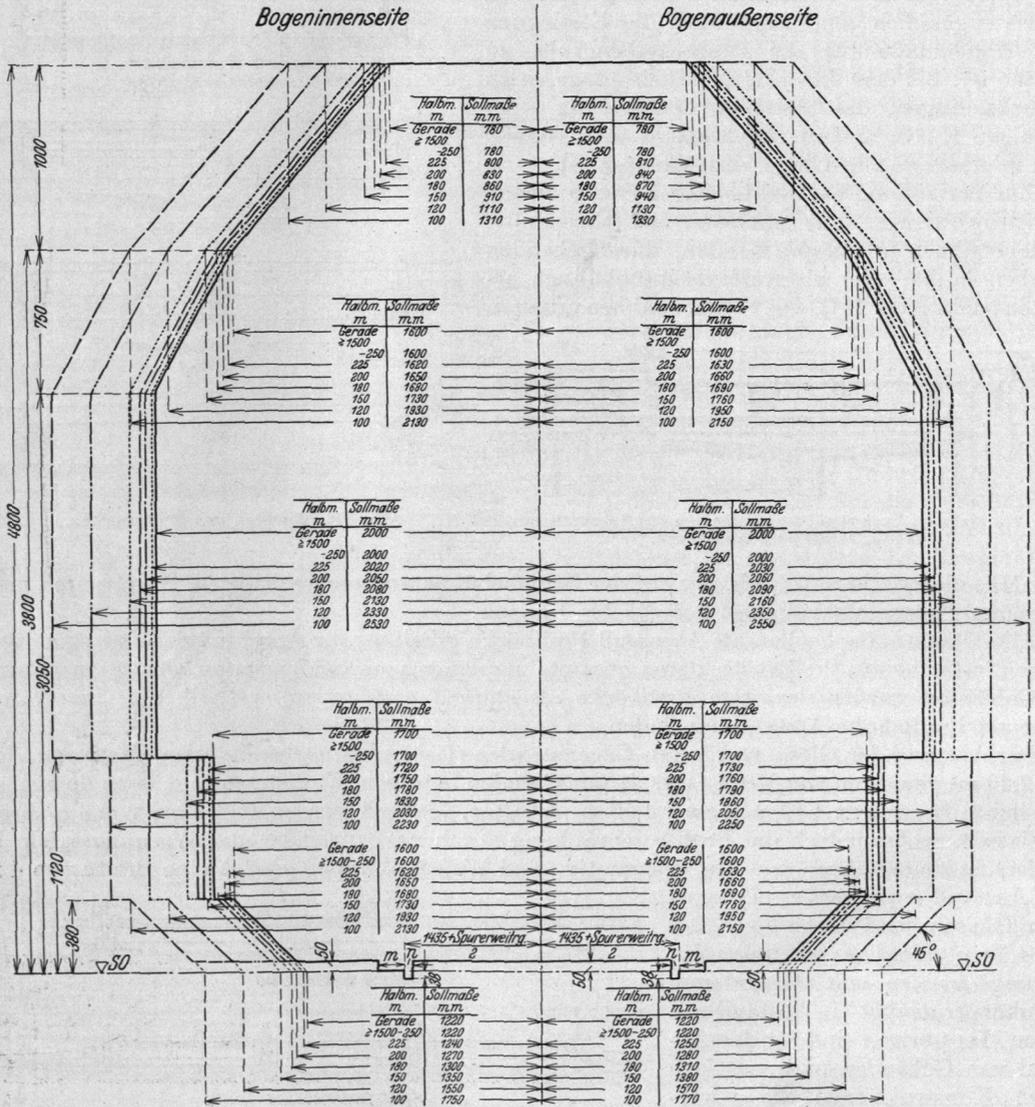


Abb. 218. Lichtraumprofile für normalspurige Gleisanlagen in der Geraden und in Krümmungen.

gerüstet und nur diejenigen Strecken mit Batterie befahren werden, die von Kranen oder Verladeanlagen bestrichen werden. Für Werkbahnen ist die vorteilhafteste Stromart Gleichstrom mit 220 oder 550 V Spannung.

Für den Verschiebedienst werden auch vielfach Dampflokomotiven und feuerlose Lokomotiven, seltener Druckluftlokomotiven verwendet.

An Stelle von Lokomotiven können die Wagen durch Rangierwinden (Spills) verholt werden. Rangierwinden werden mit verschiedener Zugkraft (siehe Zahlentafel 21) ausgeführt. Die Seilgeschwindigkeit beträgt 10 bis 60 m/min. Die Rangierwinden werden entweder oberirdisch oder unterirdisch angeordnet, mitunter auch mit Antriebsmaschinen von Dreh-

scheiben kombiniert. Bei Seillängen über 120 m empfiehlt sich eine automatische Seilaufwicklung, wobei das vom Spillkopf ablaufende Seil selbsttätig auf eine kleinere Trommel aufgewickelt wird (siehe Abb. 220). Je nach den örtlichen Verhältnissen sind mehr oder weniger Umlenkrollen und Leitrollen anzuordnen; da diese vielfach als Verkehrshindernis wirken, werden auch versenkbare Umlenkrollen ausgeführt.

Für die Entladung von geschlossenen Güterwagen werden bei Stückgütern Rampen angeordnet. Die Entfernung von Vorderkante Rampe bis Mitte Gleis beträgt in der Geraden 1,65 m, in Krümmungen je nach dem Krümmungshalbmesser mehr; das genaue Maß ist aus den Angaben über Lichtraumprofile in Krümmungen (Abb. 218) bzw. aus den Vorschriften der DRG für die Umgrenzung des lichten Raumes zu ersehen. Die Oberkante der Laderampe soll 1 bis 1,10 m über Schienenoberkante liegen.

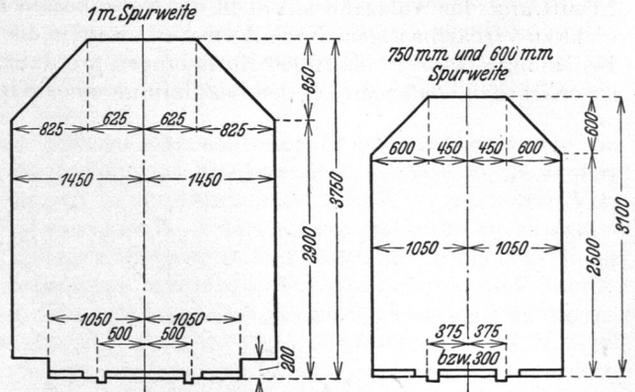


Abb. 219. Lichtraumprofile für Schmalspurgleise.

Zahlentafel 21. Rangierwinden.

Größe	Mittlere Zugkraft in kg	Seilstärke in mm	Ungefähre Motorleistung in PS		Mittlere Schleppkraft in Güterwagen auf ebener gerader Bahn
			bei 30 m/min Seilgeschwindigkeit	bei 45 m/min	
I	500	8	7	10	3
II	1000	9	10	15	5
III	1500	11	15	23	8
IV	2500	14	24	36	13

Offene Wagen werden bei Stückgütern durch normale Krane entladen. Unterkante Kranbrücke bzw. Unterkante Krankonstruktion soll mindestens 5 m über Gleisoberkante liegen,

damit zwischen der größten Höhe des Lichtraumprofils (4,80 m) und der Krankonstruktion noch ein genügender Spielraum (u. a. für das Hakensgeschirr) verbleibt. Schüttgüter werden aus offenen Wagen von Hand, durch Greifer oder Wagenkipper entladen. Die Greifer werden zweckmäßig durch Laufkrane, Verladebrücken oder Laufkatzen derart bewegt, daß die Greiferachse parallel oder rechtwinklig zur Wagenachse steht. Bei Verwendung von Drehkränen werden die Wagen durch Schiefstellung der Greifer leicht beschädigt. Zur Vermeidung von Beschädigungen sollen keine zu schweren Greifer Anwendung finden, auch sollen die Greifer nur glatte Greifkanten erhalten; gebräuchlich sind Greifer bis 1,5 m³ Inhalt.

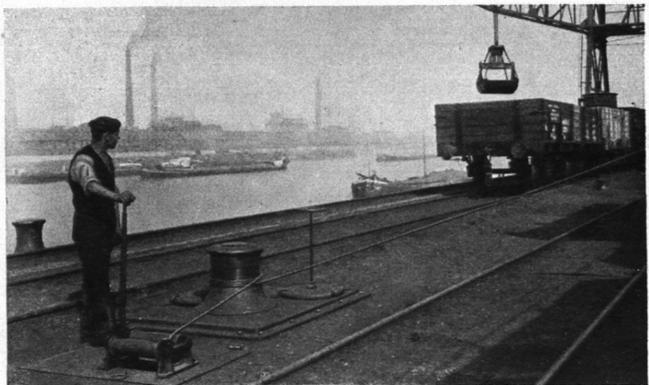


Abb. 220. Rangierwinde (Spill).

Eine besonders vorteilhafte Entladung von Schüttgütern läßt sich durch Wagenkipper erzielen, wenn der Güterumschlag immer nur in derselben Richtung vor sich geht. In Anbetracht

der verhältnismäßig hohen Anlagekosten ist Voraussetzung für die Wirtschaftlichkeit des Kipperbetriebes, daß jährlich eine genügende Anzahl von Wagen zu entladen ist. Vor allem sind bei der Ermittlung der Anlagekosten auch die Nebenkosten für Entladegruben, Hochbahnen oder dgl. nicht zu vernachlässigen. Nach Aumund¹ werden die Gesamtkosten (für Kapitaldienst, Betrieb, Bedienung) bei 5000 bis 10000 Entladungen pro Jahr niedriger als bei Handentladung. Hieraus ist ersichtlich, daß man bei der Beschaffung eines Kippers nach weitgehender Verringerung der

Anlagekosten streben muß. Eine verhältnismäßig leichte und billige Kipperbauart (System Aumund) ist in Abb. 221 wiedergegeben. Zur Entladung von Werkbahnfahrzeugen kommen auch Kreiselpopper in Frage; ihre Anwendung ist meistens auf schmalspurige Fahrzeuge beschränkt.

Bei starker Wagenausnutzung und kürzeren Förderwegen sind

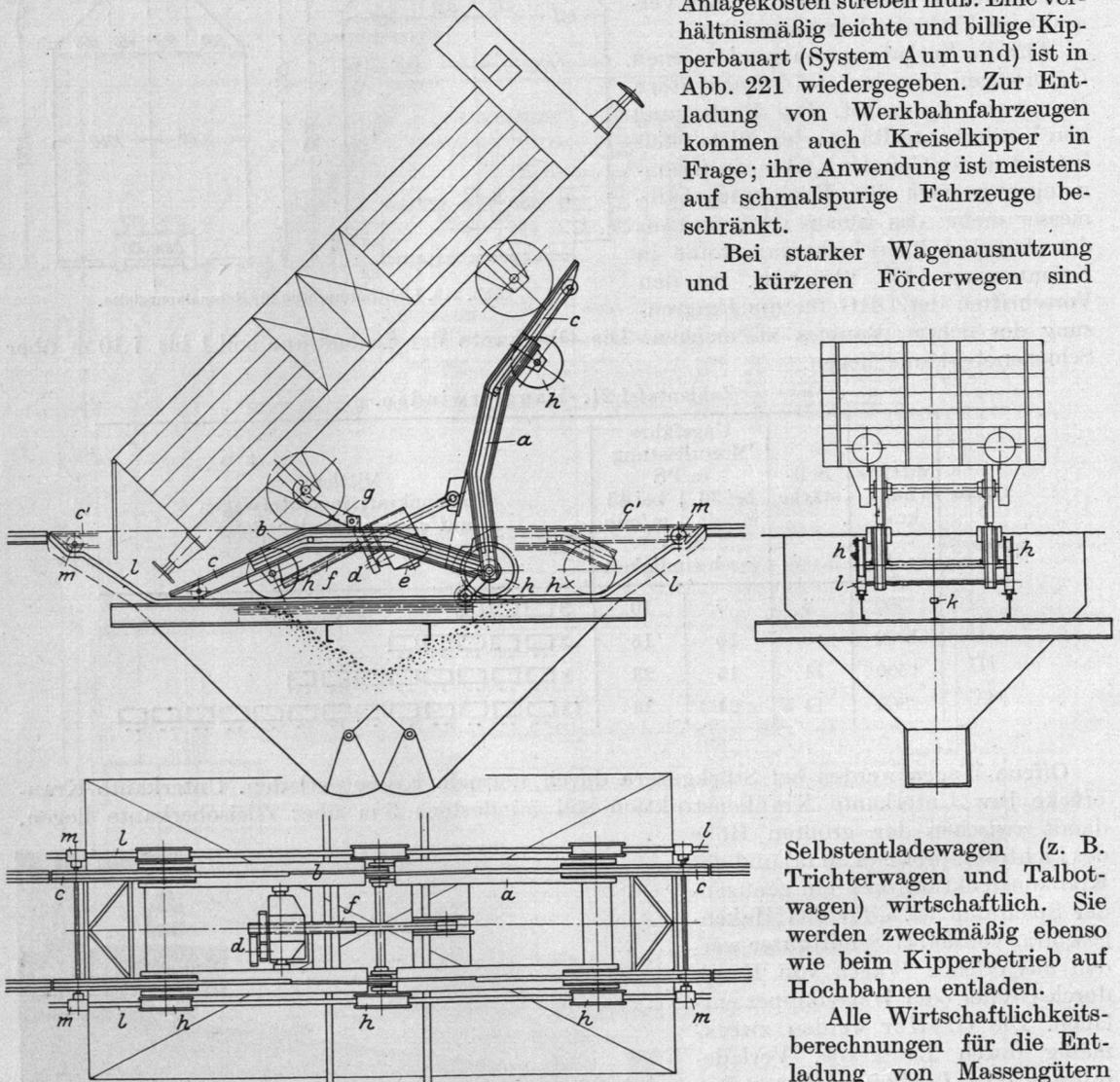


Abb. 221. Wagenkipper (System Aumund).

des Fördergutes bei maschineller Entladung berücksichtigen. Nach Untersuchungen von Aumund¹ macht die Entwertung bei empfindlichen Stoffen oftmals erheblich mehr aus als die größtmögliche Ersparnis des maschinellen Betriebes gegenüber Handentladung.

Die Anlagen zum Beladen der Eisenbahnwagen sind bei Stückgütern die gleichen wie für das Entladen. Für Schüttgüter werden ebenfalls vielfach die gleichen Einrichtungen wie zum Entladen benutzt; besonders gilt dies für Greiferkrane und Verladebrücken. Auch kann man mit Vorteil für die Beladung offener Wagen Hochbunker anwenden; Abb. 222 zeigt die wichtigsten Maße für die Ausführung solcher Hochbunker zur Beladung vollspuriger Eisenbahn-

¹ a. a. O.

Selbstentladewagen (z. B. Trichterwagen und Talbotwagen) wirtschaftlich. Sie werden zweckmäßig ebenso wie beim Kipperbetrieb auf Hochbahnen entladen.

Alle Wirtschaftlichkeitsberechnungen für die Entladung von Massengütern müssen in erster Linie eine eventuelle Wertminderung

wagen¹. Der Auslauf von Ladeschuppen soll ca. 250 mm über dem höchsten Punkt der Ladung, unter Berücksichtigung der natürlichen Böschung des Gutes, liegen.

Der Entwurf einer vollständigen Anschlußgleisanlage muß nicht nur auf alle vorstehend behandelten Einzelheiten Rücksicht nehmen, sondern sich auch den jeweils verschiedenen Bedürfnissen des Betriebes weitgehend anpassen. Eine Normallösung läßt sich deshalb für Anschlußgleisanlagen nicht geben. Beispiele ausgeführter Anlagen sind in den Abbildungen des Abschnittes „Entwurf des Bebauungsplanes“ gegeben.

Durch die Entwicklung der **gleislosen Fördermittel** sind der Gleisförderung sowohl im inneren als auch im äußeren Werksverkehr beachtliche Konkurrenten entstanden. Besonders die Elektrokarren — daneben auch Handkarren in verschiedenster Gestalt — geben dem Verkehr von den Lägern zu den Werkstätten und von einer Werkstatt zur anderen heute ein charakteristisches Bild, das sich im Fabrikbau insofern widerspiegelt, als durch den Siegeszug dieser gleislosen Fördermittel die Schmalspurgleisanlagen innerhalb der Werkstätten und Fabrikräume fast ganz überflüssig geworden sind. Dies gilt besonders für die verarbeitende Industrie, während in den Schlüsselindustrien — Baustoffindustrie und Schwerindustrie — entsprechend der rauhen Betriebsform der Schmalspurgleisbetrieb noch immer eine gewisse Bedeutung hat.

Die zahlreichen Formen der gleislosen Fördermittel, die in negativer Richtung den Fabrikbau durch Verdrängung der Schmalspurgleise beeinflusst haben, interessieren in diesem Zusammenhang in positiver Beziehung nur so weit, als durch ihre Abmessungen und Gewichte die Wahl gewisser Baumaße und Belastungsannahmen berührt wird. Dies trifft in erster Linie für die Elektrokarren zu. In Zahlentafel 22 sind daher die Hauptabmessungen und Gewichte der gebräuchlichsten Elektrokarentypen angegeben. Hieraus geht auch der Platzbedarf eines Elektrokarens beim Wenden hervor. Diese Angaben sind beim Entwurf des Fabrikgebäudes wertvoll für die Festlegung der Stützenentfernungen bei Anordnung von Mittelgängen, für die Bestimmung von Aufzugsmaßen, Türhöhen, Aufzugs- und Deckentragfähigkeiten.

Weiter sind die Elektrokarren für den Fabrikbauer insofern von Interesse, als besondere Anlagen für die Aufladung der elektrischen Akkumulatoren dieser Fahrzeuge vorgesehen werden müssen. Im Kapitel „Energieversorgung“ sind die hierzu erforderlichen Einrichtungen beschrieben.

Wie die vorstehend erwähnten Fördermittel die innere Ausgestaltung der Fabrikbauten beeinflussen, so sind in bezug auf Ausbildung der Höfe, Fabrikstraßen, Durchfahrten usw. die Kraftwagen für den Entwurf der Fabrikanlagen von Wichtigkeit. Aus diesem Grunde sind in Zahlentafel 23 normale Hauptmaße und Raddruckschemata für Lastwagen angegeben. Auch sind in Zahlentafel 24 Feuerwehrfahrzeuge aufgeführt, die wegen ihrer höheren Gewichte und Raddrücke Bedeutung für den vorliegenden Zweck besitzen. Hierbei sind solche Feuerwehrfahrzeuge zu unterscheiden, die bei werkseigenen Wehren Anwendung finden, und solche, die hauptsächlich für öffentliche Wehren in Frage kommen. Es ist von Fall zu Fall zu prüfen, ob nur die erstgenannten, naturgemäß meist leichteren Fahrzeuge oder auch die schweren Fahrzeuge öffentlicher Wehren zu berücksichtigen sind.

Für die Anlegung von Unterstellräumen und Garagen sind die einschlägigen Abschnitte unter „Wasserversorgung und Abwasserableitung“ und „Werksicherheitsanlagen“ zu beachten. Ferner sei auf den Abschnitt „Fußböden und Fahrbahnen“ verwiesen, wo die Ausführung der Fahrbahnen für gleislose Fördermittel beschrieben ist.

Während die vorstehend beschriebenen Fördermittel vorwiegend für horizontale Förderung bestimmt sind, dienen die **Krane** neben dem waagerechten Transport immer auch der senkrechten Bewegung von Lasten. Wenn auch alle gebräuchlichen Kranbauarten im Fabrikbetrieb Anwendung finden können, so sind doch am verbreitetsten und in diesem Rahmen am wichtigsten die eigentlichen Werkstattkrane und die Be- und Entladekrane für Höfe, Läger, Eisenbahn-

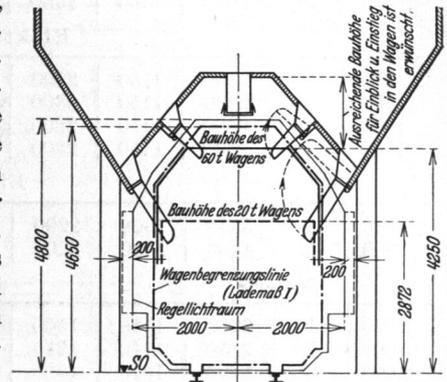


Abb. 222. Anordnung von Hochbunkern über normalspurigen Gleisen.

¹ Nach Stahl im Hochbau, 8. Aufl., Berlin.

Zahlentafel 22. Elektrokarren (Maße in mm; s. Abb. 223).

Nutzlast kg	Zahl der lenkb. Räder	Größte Länge l	Größte Breite b	Größte Höhe h	Radstand			Spurweite		Gesamtgewicht kg	Höhe O. K. Plattf. h_1	Kleinsten Fahrdurchmesser	
					l_1	l_2	l_3	b_1	b_2			innen	außen
Einfache Elektrokarren.													
750	2	2530	1060	1410	1260	850	420	790	135	1650	620	1060	2650
1000	2	2500	1000	1420	1240	840	420	860	70	1900	600	1055	2650
1500	2	3350	1240	1500	1600	1110	640	1000	120	3200	740	2700	4200
1500	4	2890	1200	1500	1460	980	450	1030	85	2800	660	720	2220
2000	2	2850	1150	1415	1300	1020	530	970	90	3300	640	2285	3810
2000	4	2890	1150	1500	1460	980	450	1030	60	3350	660	1085	2510
2500	2	4200	1450	1600	1775	950	545	1200	150	3500	890	2440	4730
Elektrohubkarren.													
750	2	2330	910	1330	1120	810	400	790	60	1610	280	1140	2410
1500	4	2975	1160	1500	1375	910	690	1010	75	2900	320	1975	3320
2000	4	3030	1160	1350	1370	1065	595	1030	65	3530	290	1500	2680
Elektrokarren mit Schwenkkran.													
500	2	2850	1150	2800	1300	1015	535	970	90	2800	615	2285	3810
500	4	2890	1150	2800	1460	980	450	1030	85	2800	640	720	2220
1000	2	2850	1150	2800	1300	1020	530	970	90	3300	640	2285	3810
1000	4	2890	1150	2800	1460	980	450	1030	60	3300	660	1085	2510
Elektroführersitzkarren.													
1500	2	3850	1350	2200	2000	1200	650	980	185	3500	890	2440	4730
2000	2	4300	1500	2200	2370	1205	725	1175	163	4200	850	2920	5445
Elektroschlepper.													
3000	4	2200	1150	1500	760	980	460	1030	60	1850	650	400	1780
5000	2	2250	1140	1215	1050	570	630	910	115	1400	—	860	2460
8000	2	2390	1010	1800	1050	640	700	880	65	2000	600	1040	2460
12000	2	2200	1000	1515	1150	500	550	840	80	2500	—	—	3200

fahrzeuge und Schiffe. Die Werkstattkrane sind in der Hauptsache Laufkrane, ferner Konsol-

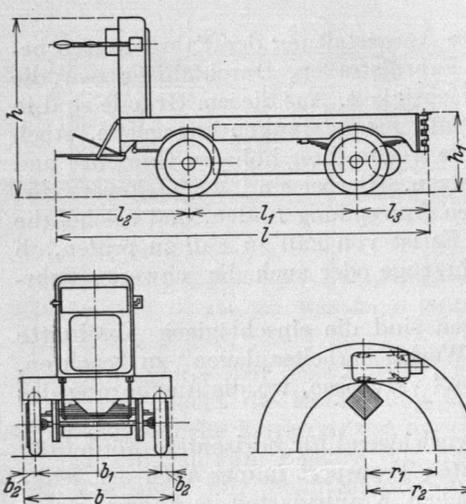


Abb. 223. Skizze zu Zahlentafel 22.

laufkrane, Wanddrehkrane, Deckenlaufkrane, Elektroflaschenzüge und kombinierte Drehlaufkrane. Die zahlreichen Sonderbauarten der Hüttenwerksbetriebe, wie z. B. Chargier- und Stripperkrane, müssen hier vernachlässigt werden. Die vorstehend erwähnten Kranbauarten können im wesentlichen als bekannt vorausgesetzt werden.

Der Entwurf von Werkstattgebäuden, Hallen, Maschinenhäusern u. dgl. wird durch Form und Abmessungen der Laufkrane weitgehend beeinflusst. Das Durchgangsprofil des Kranes wird bei der Planung des Gebäudes sehr oft zu knapp angenommen; besonders gilt dies für das Höhenmaß von Oberkante Kranschiene bis Unterkante Decken- oder Binderkonstruktion. Eine falsche Sparsamkeit in dieser Beziehung macht sich bei der Kranausführung unangenehm bemerkbar, da die Unterbringung der Hub- und Fahrwerke nun einmal ein bestimmtes Volumen beansprucht; was an der Höhe gespart wird, muß an den Breiten- oder Längenabmessungen des Kranes bzw. der Laufkatze zugegeben werden. Infolgedessen werden die nutzbaren Kran- oder Katzfahrwege verringert,

d. h. die „Anfahrmaße“ werden vergrößert. Dies bedeutet aber wieder, daß der Raum unter dem Kran schlechter ausgenutzt wird, so daß also die erstrebte Ersparnis hinfällig wird. Außer-

Zahlentafel 23. Lastkraftwagen und Anhänger (Maße in mm; s. Abb. 224 bis 226).

Nutzlast t	Spurweite b_1	Größte Breite b	Ganze Länge l	Radstand			Höhe über Führerhaus h	Größte Höhe h'	Gesamtgewicht kg	Achsdruk		Ladefläche, unbeladen h_1	b_2
				l_1	l_2	l_3				P_1	P_2		
Lastwagen.													
1½	1500	2000	6000	3600	450	1950	2200		3500	1500	2000	1000	250
2½	1600 ¹	2100	7100	4500	650	1950	2200		6400	1660	4740	1100	250
2½	1500 ²	2100	7100	3920 + 980			2200		6400	1600	4800	1100	300
3	1600 ¹	2100	6850	4500	650	1700	2200		6900	2100	4800	1200	250
3	1600 ¹	2100	7450	5100	650	1700	2200		7100	2100	5000	1200	250
4	1675 ¹	2400	8100	5265	835	2000	2650		9500	3500	6000	1250	363
5	1780 ¹	2400	8400	5200	1200	2000	2800	3200	11700	5800	5900	1300	310
5-6	1880 ¹	2450	9400	6200	1200	2000	2950		11500	4000	7500	1300	285
8	1836 ²	2400	9900	5825	1200	2875	2850		16000	6000	10000	1300	282
Anhänger.													
3	1500	2150	5500	2600	2400	800	2500		4950	2000	2950	1250	325
3	1500	2350	6000	3000	2200	800	2800		5300	2300	3000	1250	425
5	1500	2350	7000	3500	2500	1000	2800		7300	2900	4400	1300	425
7,5	1500	2350	7000	3500	2500	1000	2800		10700	4300	6400	1300	425

Bemerkungen: ¹ Hinterachse: Doppelreifen. ² Dreiachser.

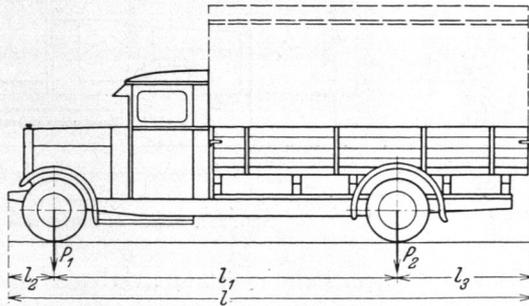
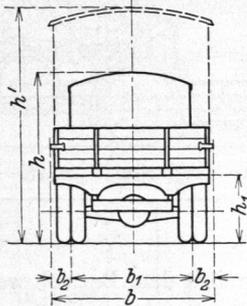


Abb. 224.

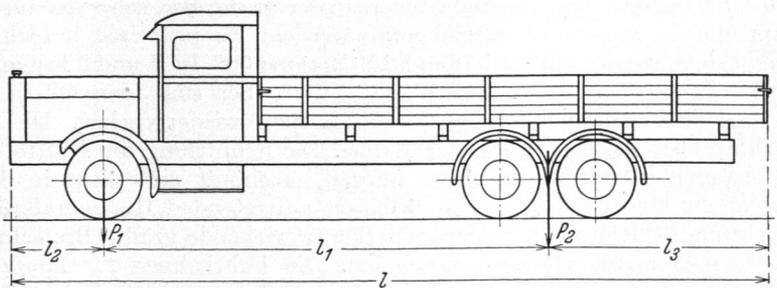
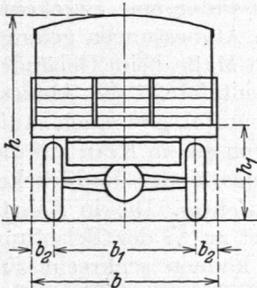


Abb. 225.

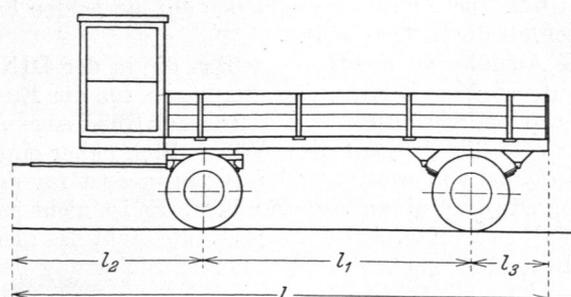
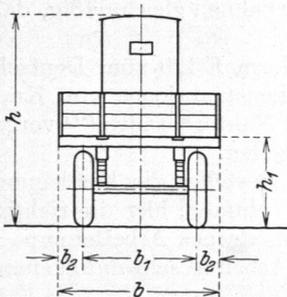


Abb. 226.

Abb. 224 bis 226. Skizze zu Zahlentafel 23.

Zahlentafel 24. Feuerwehrkraftwagen (Maße in mm; s. Abb. 227).

Pumpenleistung l/min bei 60 m Förderhöhe	Spur- weite b_1	Größte Breite b	Ganze Länge	Achsabstand			Größte Höhe h	Gesamt- gewicht kg	b_2
				l_1	l_2	l_3			
Autospritzen.									
1150 od. 1650	1610	2050	6750	4000	635	2115	2350	4600—4800	220
2200	1715	2150	8000	4500	1270	2230	2600	7800	218
2400	1800	2350	8350	4800	1240	2310	2500	8600	275
Autoleiterspritze.									
2200	1715	2450	8300	4500	1270	2530	2950	7500	368
Autotankspritze.									
1150	1715	2150	8000	4500	1270	2230	2050	7800	218
Autodrehleiter.									
—	1600	2000	8350	4250	1850	2250	2800	4700	200
—	1800	2300	9600	4500	2800	2300	3000	7600	250

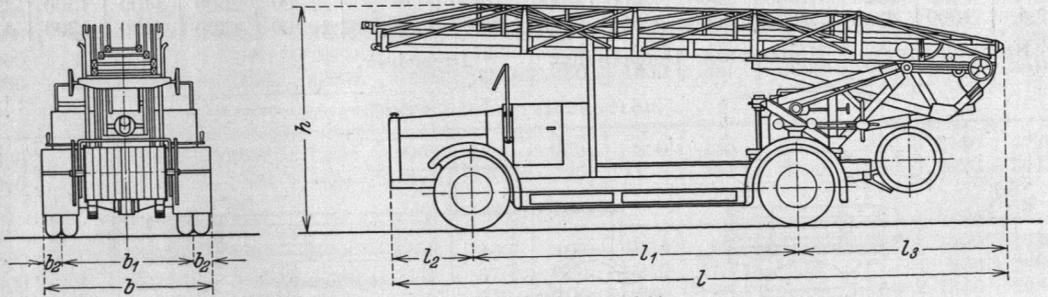


Abb. 227. Skizze zu Zahlentafel 24.

dem ist der Kran in solchem Falle meistens „verbaut“ und bereitet dem Betrieb wenig Freude, abgesehen von erhöhten Anschaffungskosten für die erforderliche Sonderausführung. Schon bei der Festlegung der Gebäudeabmessungen kann also sehr viel für oder wider eine zweckentsprechende Krankonstruktion getan werden. Zu praktisch brauchbaren Abmessungen gelangt man stets, wenn man die in den DIN-Normen 698 Bl. 1 und 2 festgelegten Maße beim Gebäudeentwurf berücksichtigt. Der Wichtigkeit halber sind hiernach in Zahlentafel 25 die Abmessungen der gebräuchlichsten Laufkrantypen wiedergegeben. Die Zahlentafel gibt auch Aufschluß über die Raddrücke der Krane. Die Ermittlung der Kräfte, die von einem Kran auf die Gebäudekonstruktion ausgeübt werden, erschöpft sich nicht in der Angabe der Raddrücke, vielmehr sind auch die beim Bremsen auftretenden Horizontalkräfte wichtig. Die in Fahrtrichtung in Höhe der Schienenoberkante wirkende größte Bremskraft ist zu $\frac{1}{7}$ der Belastung aller gebremsten Räder anzunehmen. Die Fahrbahnen für Laufkrane können senkrecht zur Fahrtrichtung eine waagerechte Kraft in Höhe von $\frac{1}{7}$ der Belastung der gebremsten Räder der Katze erhalten. Diese Kraft verteilt sich auf die beiden Fahrbahnen gleichmäßig, da sie durch Reibungsschluß übertragen wird.

Für die Ausführung der Krane sollten die in der DIN-Norm E 120 vom Deutschen Kranverband aufgestellten Berechnungsgrundlagen für die Eisenkonstruktionen von Kranen sowie die „Normal-Unfallverhütungsvorschriften für Hebezeuge und Nahfördermittel“¹ vorgeschrieben werden. Es erübrigt sich, auf diese Vorschriften näher einzugehen.

Eine Aufgabe von weittragender Bedeutung ist für den Besteller die Festlegung der Arbeitsgeschwindigkeiten des Kranes. Es ist nicht ganz einfach, hier die richtigen Werte für jeden Fall zu treffen. Auf der einen Seite steht das dem modernen Arbeitstempo Rechnung tragende Bestreben nach möglichst großer Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeiten; auf der

¹ Berlin: Karl Heymanns Verlag 1929.

Zahlentafel 25. Laufkrane für elektrischen Antrieb (DIN 698)¹.

Durchgangsprofil und äußerste Stellung des Kranhakens.

A Für Gebäude ohne Laufsteg.

B Für Gebäude mit Laufsteg

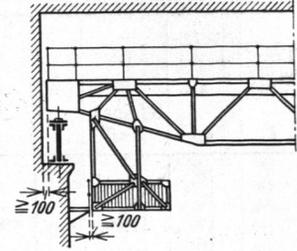
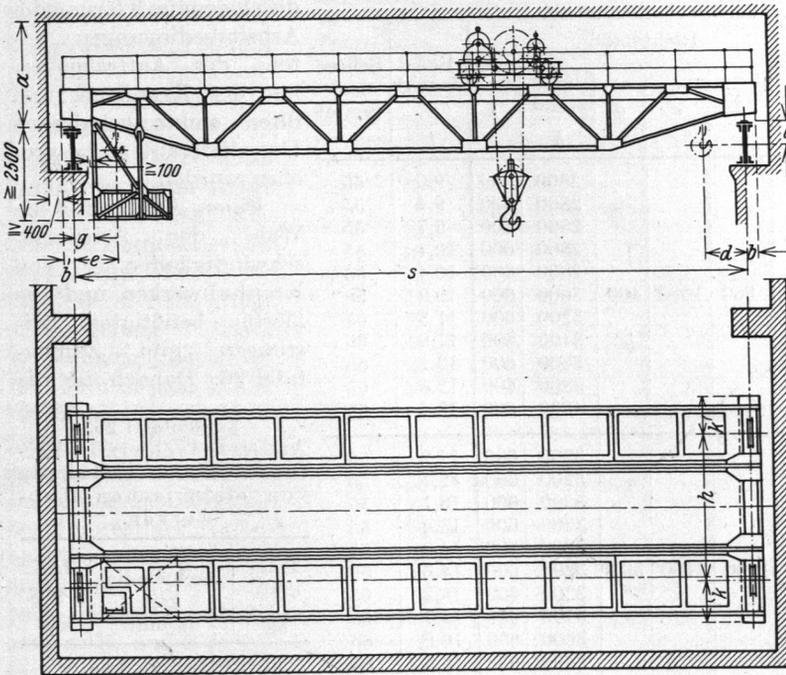


Abb. 228. Skizze zu Zahlentafel 25.

Maße, soweit nicht anders angegeben, in mm.

Tragkraft <i>t</i>	Stützweite <i>s</i> m	<i>a</i> Kleinstmaß	<i>b</i>	Richtmaße					Radstand ² <i>h</i>	<i>k</i>	Raddruck ² <i>t</i>	Schiennbreite ²
				<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>g</i>					
5	10	1600	400	200	850	750	400	2400	500	6,0	45	
	12							2500	500	6,3	45	
	14							2600	500	6,5	45	
	16							2700	500	6,8	45	
	18							2800	500	7,1	45	
	20	3000	500	7,5	45							
	22	3200	500	7,8	55							
	24	3400	500	8,2	55							
	26	3600	500	8,5	55							
	28	3800	500	8,8	55							
30	4000	500	9,0	55								
7,5	10	1700	400	220	900	800	400	2600	550	7,5	45	
	12							2600	550	7,8	45	
	14							2600	550	8,1	55	
	16							2700	550	8,5	55	
	18							2800	550	8,8	55	
	20	3000	550	9,2	55							
	22	3200	550	9,5	55							
	24	3400	550	9,9	55							
	26	3600	550	10,3	55							
	28	3800	550	10,8	55							
30	4000	550	11,3	55								

anderen Seite bedeutet die Wahl sehr hoher Geschwindigkeiten große und teure Antriebsmotoren und Triebwerke, höheren Energieverbrauch, hohe Anfahrstromspitzen und ein hartes, unter Umständen nicht genügend feinfühliges Arbeiten des Kranes.

Die Entwicklung der Elektrotechnik auf dem Gebiete der Hebezeugausrüstungen hat aber in neuerer Zeit die vorstehend skizzierten Nachteile hoher Arbeitsgeschwindigkeit durch mancherlei Maßnahmen überwunden, so daß es heute möglich ist, hohe Arbeitsgeschwindigkeit mit feinfühligster Regulierung zu vereinigen. Hierzu gehören: bei Drehstrom die Verwendung polumschaltbarer, sog. Doppelkranmotoren, das Senken schwerer Lasten mit Gegenstrom, die Tippschaltung zur Zurücklegung ganz kleiner Wege, die auch bei Gleichstrom angewendet wird, u. a. m. Bei großen Leistungen und besonders weitgehender Geschwindigkeitsregulierung ist mit-

unter Leonardschaltung zweckmäßig. Man kann auch mit mechanischen Hilfsmitteln (z. B. Doppelantrieb durch zwei Motoren) eine weitgehende Geschwindigkeitsregulierung erzie-

Zahlentafel 25.
 Laufkrane für elektrischen Antrieb (DIN 698)¹.
 (Fortsetzung.)

Tragkraft <i>t</i>	Stützweite <i>s</i> m	<i>a</i> Klein- maß	<i>b</i>	Richtmaße					Rad- druck ² <i>t</i>	Schie- nen- breite ²	
				<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>g</i>	Rad- stand ² <i>h</i>			<i>k</i>
10	10	1800	230	400	950	1000	400	2800	600	9,0	55
	12							2800	600	9,4	55
	14							2800	600	9,7	55
	16							2800	600	10,1	55
	18							2800	600	10,4	55
	20	1900	300	300	950	1000	400	3000	600	10,9	55
	22							3200	600	11,3	65
	24							3400	600	11,8	65
	26							3600	600	12,2	65
	28							3800	600	12,8	65
30	4000	600	13,4	65							
15	10	2100	250	400	1000	1100	500	3200	600	12,2	55
	12							3200	600	12,7	55
	14							3200	600	13,1	55
	16							3200	600	13,6	55
	18							3200	600	14,0	55
	20	2200	300	300	1000	1100	500	3200	600	14,6	55
	22							3200	650	15,2	65
	24							3400	650	15,7	65
	26							3600	650	16,2	65
	28							3800	650	16,8	65
30	4000	650	17,4	65							
20	10	2150	275	500	1050	1100	600	3400	650	15,3	65
	12							3400	650	15,7	65
	14							3400	650	16,0	65
	16							3400	650	16,6	65
	18							3400	650	17,2	65
	20	2250	400	400	1050	1100	600	3400	650	17,9	65
	22							3400	650	18,5	65
	24							3500	650	19,1	65
	26							3600	650	19,7	65
	28							3800	650	20,3	65
30	4000	650	20,9	75							
30	10	2300	300	700	1200	1150	600	4000	600	20,6	75
	12							4000	600	21,3	75
	14							4000	600	22,0	75
	16							4000	650	22,7	75
	18							4000	650	23,4	75
	20	2400	600	600	1200	1150	600	4000	650	24,1	75
	22							4000	650	24,8	75
	24							4000	650	25,5	75
	26							4000	650	26,1	75
	28							4000	700	26,9	75
30	4000	750	27,6	75							
40	10	2500	325	750	1300	1400	600	4000	650	26,4	75
	12							4000	650	27,2	75
	14							4000	650	28,0	75
	16							4000	650	28,8	75
	18							4000	650	29,6	75
	20	2600	650	650	1300	1400	600	4000	650	30,4	75
	22							4000	700	31,2	75
	24							4000	700	32,0	75
	26							4000	700	32,7	90
	28							4000	750	33,5	90
30	4000	800	34,3	90							

len. Welche von diesen Anordnungen jeweils zweckmäßig ist, muß durch genaue Klärung der Arbeitsbedingungen seitens des Auftraggebers mit der Kranfirma und ihrem elektrotechnischen Unterlieferanten besprochen werden.

Einen Anhalt für die Wahl der Arbeitsgeschwindigkeiten von Kranhubwerken und die hierfür benötigten Leistungen gibt Zahlentafel 26. Danach ist die

Zahlentafel 26.
 Arbeitsgeschwindigkeiten und Motorleistungen von elektrischen Hubwerken.

Tragkraft kg	Hubgeschwindigkeit m/min	Leistung kW
-----------------	-----------------------------	----------------

Flaschenzüge.

500	9—10	1,1
1000	6—8	1,5
3000	4	3,0
5000	4	4,5

Hubwerke von Laufkranen.

5000	11	12,5
7500	10	18,0
10000	12	27,0
15000	12	40,0
30000	6	40,0
50000	4,5	55,0
75000	3,6	65,0

Geschwindigkeit mit zunehmender Last immer mehr heruntersetzt, um die Motorleistung nicht zu stark anwachsen zu lassen.

Die Wahl der Vollasthubgeschwindigkeit richtet sich nicht nur nach der Lastgröße, sondern auch nach der Art der zu leistenden Arbeit. Die Eignung eines Hubwerkes für den jeweiligen Verwendungszweck ist in manchen Fällen durch die kleinste erreichbare Geschwindigkeit bedingt. So ist z. B. der Gießereikran ein Trans-

Zahlentafel 25.
 Laufkrane für elektrischen Antrieb (DIN 698)¹.
 (Fortsetzung.)

Tragkraft <i>t</i>	Stützweite <i>s</i> m	<i>a</i> Kleinstmaß	<i>b</i>	Richtmaße						Rad- druck ² <i>t</i>	Schien- breite ²			
				<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>g</i>	Rad- stand ² <i>h</i>	<i>k</i>					
50	10	2600	350	800	1400	1500	600	4200	650	31,8	90			
	12							4200	650	32,8	90			
	14							4200	650	33,7	90			
	16							4200	650	34,7	90			
	18							4200	650	35,7	90			
	20	2700	700	1400	1500	600	4200	650	36,6	90				
	22						4200	700	37,5	100				
	24						4200	700	38,5	100				
	26						4200	700	39,4	100				
	28						4200	750	40,4	100				
30	4200	800	41,3	100										
60	10	2800	375	900	1450	1550	600	4400	650	37,3	100			
	12							4400	650	38,4	100			
	14							4400	650	39,5	100			
	16							4400	650	41,2	100			
	18							4400	650	42,9	100			
	20	2900	800	1450	1550	600	4400	650	43,6	100				
	22						4400	700	44,3	120				
	24						4400	750	45,4	120				
	26						4400	750	46,5	120				
	28						4400	750	47,7	120				
30	4400	800	48,8	120										
75	10	3000	400	1000	1500	1600	600	4600	750	45,0	100			
	12							4600	750	46,7	100			
	14							4600	750	48,4	120			
	16							4600	750	49,9	120			
	18							4600	750	51,3	120			
	20	3100	900	1500	1600	600	4600	750	52,7	120				
	22						4600	850	54,0	120				
	24						4600	850	55,4	120				
	26						4600	850	56,7	120				
	28						4600	850	58,2	120				
30	4600	850	59,7	120										
100	10	3200	450	1500	1600	1800	600							
	12													
	14													
	16													
	18	3400	1400											
	20													
	22													
	24													
26														
28														
30														

¹ Wiedergabe erfolgt mit Genehmigung des Deutschen Normenausschusses. Verbindlich ist die jeweils neueste Ausgabe des Normblattes im Dinformat A 4, das durch den Beuth-Verlag GmbH, Berlin S 14, zu beziehen ist.

Bemerkungen: ² Für Laufkrane mit 4 Laufrädern. Der kleinste Zwischenraum zwischen bewegten Kranteilen und Gebäudesäulen, Dachbindern und sonstigen Gebäudeteilen soll, sofern die Krananlage regelmäßig betreten werden muß, mindestens 400 mm betragen, um Quetschungen zu vermeiden. Die Unfallverhütungsvorschriften des Verbandes der Deutschen Eisen- und Stahl-Berufsgenossenschaften sind zu berücksichtigen.

portgerät, das im Forme-
 reibetrieb den Charakter
 einer Werkzeugmaschine
 annimmt. Die Vollast-
 hubgeschwindigkeit muß
 deshalb entsprechend
 klein gewählt werden —
 etwa 3 m/min —, die
 dann noch durch Fein-
 regulierung beim Arbei-
 ten mit Modellen, Ker-
 nen und Formkästen auf
 ganz kleine Werte ver-
 mindert werden muß.
 (Feinregelung durch
 Tippschaltung siehe un-
 ten.) Man ist jedoch auch
 bei solchen Kranen in der
 Lage, bei Verwendung
 polumschaltbarer Moto-
 ren unter Beibehaltung
 der Feinregulierung und
 nach Beendigung der Re-
 gulierarbeit auf die dop-
 pelte Geschwindigkeit,
 also z. B. auf 6 m/min
 für Gießereikrane, bei
 Lasten bis zur Hälfte der
 Vollast zu gehen.

Die Katzfahrge-
 schwindigkeit wird bei
 Laufkranen meist zu
 30 m/min gewählt und
 nur bei ganz schweren
 Katzen bis auf etwa
 20 m/min vermindert.
 Bei den Kranfahrwerken
 wird die Geschwindig-
 keit nach der Spann-
 weite abgestuft. So wird
 z. B. ein 20 t-Kran bei
 10 m Spannweite mit
 etwa 100 m/min, bei
 30 m Spannweite mit
 etwa 80 m/min Fahr-
 geschwindigkeit betrie-
 ben, jedoch müssen bei
 Wahl der Geschwindig-
 keit Fahrbahnlänge und
 Benutzungshäufigkeit
 des Kranes berücksich-
 tigt werden.

Die Wahl des Strom-
 systems wird bei Fa-
 brikanlagen durch die
 Hebezeuge nicht beeinflußt; denn sowohl für Gleichstrom wie für Drehstrom stehen Motoren
 und Steuergeräte zur Verfügung, die allen Anforderungen gerecht werden.

Laufen die Krane in geschlossenen Hallen und sind sie chemischen Einflüssen nicht ausgesetzt, so werden Motoren offener Bauart benutzt. Bei Aufstellung im Freien sind gekapselte oder regengeschützte Motoren mit einer gegen Feuchtigkeit unempfindlichen Isolation zu verwenden. Gegen chemische Einflüsse sind die Motoren durch Kapselung und eine besonders hochwertige Isolation zu schützen.

Bei Gleichstrom werden Reihenschlußmotoren benutzt, bei Drehstrom Asynchronmotoren. Für Leistungen bis etwa 2 kW sind bei Hubwerken von Flaschenzügen Motoren mit Käfigläufer verwendbar, die teils als Einbaumotoren, teils als Flanschmotoren mit der Hubwinde verbunden sind. Bei größeren Leistungen ist die Verwendung von Käfigläufern nicht mehr zu empfehlen, da der Käfigläufer die Tendenz hat, sofort auf die volle Geschwindigkeit hochzulaufen, und daher nicht reguliert werden kann. Dies macht auch den Käfigläufer für Katzfahrwerke wenig geeignet, weil die Last leicht ins Pendeln gerät.

Die Laufkrane werden für die Höchstlast gebaut, die aber selten vorkommt. Meist liegen die Lasten unter der Hälfte der Höchstlast. Außerdem ist zu beachten, daß bei jedem Kranspiel auf dem halben Wege der leere Haken bewegt wird. Eine wesentlich gesteigerte Ausnutzung des Kranes wird deshalb erzielt, wenn man bei Drehstrom den Doppelkranmotor benutzt. Dies ist ein polumschaltbarer Asynchronmotor mit zwei Drehzahlen, z. B. 750 und 1500 synchronen Umdrehungen, der, wie der normale Asynchronmotor, nur drei Schleifringe aufweist; jedoch sind statt einer einzigen zwei getrennte Wicklungen im Ständer und Läufer vorhanden. Der Doppelkranmotor vereinigt einen Schleifringmotor für niedrigere Drehzahl und einen Kurzschlußmotor für höhere Drehzahl in gleichem Gehäuse. Die beiden Wicklungen werden bei Kranhubwerken für die gleiche Leistung ausgelegt, so daß die Halblast und alle kleineren Lasten mit der doppelten Geschwindigkeit wie die Vollast gehoben werden. Das Steuergerät für den Doppelkranmotor ist so ausgebildet, daß zunächst, wie bei einem normalen Drehstrom-Asynchronmotor mit Schleifringläufer, die Ständerwicklung für langsamen Gang eingeschaltet und die Anlaßwiderstände nacheinander kurzgeschlossen werden. Auf den ersten Stellungen wird also bei allen Lasten ein sanfter Anlauf erzielt. Erst auf der letzten Stellung wird die hochpolige Wicklung für 750 Touren abgeschaltet und die Wicklung für 1500 Touren eingeschaltet.

Bei der Planung der Motoren ist die relative Einschaltdauer, der Wechsel der Lasten und die zu leistende Beschleunigungsarbeit zu berücksichtigen. Die Kranmotoren sind einem aussetzenden Betrieb unterworfen, bei dem kurze Einschaltungen mit Pausen abwechseln, die fast immer länger als die Einschaltzeit sind. Das Verhältnis der Einschaltzeit zur Spieldauer wird in den Maschinenregeln (REM) des Verbandes deutscher Elektrotechniker als „relative Einschaltdauer“ bezeichnet. Die Normalwerte der relativen Einschaltdauer sind 12, 25 und 40 % ED, wobei die Abstempelung des Motors auf dem Leistungsschild kennzeichnet, daß jede Einschaltung mit der vollen auf dem Schild abgestempelten Leistung (Vollleistung) erfolgen kann. Im Kranbetrieb wird nun die eine Wegehälfte des Kranspieles mit Last, die andere Hälfte ohne Nutzlast zurückgelegt. Da sich der Motor beim Heben des leeren Hakens weniger stark erwärmt als beim Heben der vollen Last, so kann bei diesem Wechselleistungsbetrieb die gleiche Leistung während einer längeren relativen Einschaltdauer abgegeben werden, als bei Gleichleistungsbetrieb. Für Hubwerke mit Seilflasche gilt deshalb angenähert:

$$\begin{aligned} 25\% \text{ ED Wechselleistung} &= 15\% \text{ ED Gleichleistung} \\ 40\% \text{ ED Wechselleistung} &= 25\% \text{ ED Gleichleistung.} \end{aligned}$$

Bei Fabrikkranen sind je nach der Art des Betriebes die Hubmotoren für 15 bis 25 % ED, für Katzfahrwerke Motoren für 15 % ED, für Kranfahrwerke solche für 25 % ED zu wählen. Die Leistungen sind als Gleichleistungen festzulegen (entsprechend der Abstempelung nach den VDE-Regeln). Bei Kranfahrwerken ist die Beschleunigungsarbeit zu berücksichtigen¹.

Es sei ferner auf folgende Regeln und Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker hingewiesen:

für die Motoren auf die „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen (REM/1930)“, und zwar deren Bestimmungen für aussetzenden Betrieb, für die Steuergeräte auf die „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Steuergeräten, Widerstandsgeräten und Bremslüftern für aussetzenden Betrieb“ (RAB 1927); für die Fahrleitungen auf die „Leitsätze für die Errichtung von Fahrleitungen und Transportgeräten“; für die Installation auf die „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V“ (VES 1/1930).

¹ Genaue Unterlagen für die Planung gibt das im Verlag S. Hirzel, Leipzig, erschienene Buch: Elektromotoren für aussetzenden Betrieb und Planung von Hebezeugantrieben von C. Schiebeler.

Bei der Wahl der Steuergeräte sind folgende Gesichtspunkte maßgebend: Man unterscheidet nach dem mechanischen Aufbau drei Gruppen von Steuergeräten: Steuerwalze, Steuerschalter und Schützensteuerung. Bei den Steuerwalzen, die für Fabrikkrane fast ausschließlich in Betracht kommen, führen die Walzen den Strom unmittelbar über den aufgeschraubten Kontaktbelag (Kontaktwalze) zu Schleifkontakthämmern. Bei den Steuerschaltern, die hauptsächlich für schweren Betrieb (Hüttenkrane) bei größeren Schaltleistungen verwendet werden, ist die Walze als Nockenwalze ausgebildet, die mit aufgeschraubten Kurvenstücken (Nocken) die Einzelschalter des Fahr Schalters mechanisch öffnet oder schließt. Für sehr große Schaltleistungen sind Schützensteuerungen zu benutzen, bei denen durch Elektromagnete betätigte Einzelschalter — Schütze — geschaltet werden. Die Elektromagnete der Schütze werden durch eine kleine, als Meisterwalze bezeichnete Steuerwalze geschaltet.

Die verschiedenartigen Triebwerke, Hubwerk, Katz- und Kranfahrwerke u. a., erfordern je nach dem Verwendungszweck des Kranes verschiedenartige Schaltungen. Bei Fahrbetrieben stehen die Fahr Schaltung (einfache Umkehrschaltung) und die Fahrbremsschaltung, bei der zwischen den Fahrstellungen für Vorwärts- und Rückwärtsfahrt mittlere Bremsstellungen eingeschaltet sind, zur Verfügung. Bei Hubbetrieben müssen durchziehende Lasten mit elektrischer Bremsschaltung gesenkt werden.

Bei Gießerei-, Montage- und Nietkranen wird eine besonders feine Regelung der Hub- und Senkbewegung verlangt. Es kommt nicht darauf an, zwischen der kleinsten und größten Geschwindigkeit eine möglichst große Zahl von Zwischenstufen zu besitzen, sondern es ist beim Anlauf auf eine möglichst kleine Geschwindigkeit herunterzuregulieren. Die Anlaßwiderstände regeln nun um so schlechter, je weniger der Motor belastet wird, so daß durch Einschaltung des ersten Kontaktes allein die Geschwindigkeit, z. B. bei Gießereikranen, nicht genügend vermindert wird. Man hat sich früher durch sogenanntes Stromspritzergeben geholfen, wobei die Steuerwalze in kurzen Zeitabständen schnell auf der ersten Stellung ein- und sofort wieder ausgeschaltet wurde. Hierbei arbeitete zugleich der Magnetbremslüfter, d. h. die mechanische Bremse wurde wiederholt schnell nacheinander geöffnet und wieder geschlossen. Neuerdings benutzt man die Tippschaltung, bei der die Steuerwalze auf dem ersten Kontakt eingeschaltet und damit die Bremse gelüftet bleibt, während der Motorstrom durch Drücken eines Fußschalters oder Druckknopfes, die einen elektromagnetischen Schalter, ein Schütz, betätigen, ein- und ausgeschaltet wird. Das Schütz folgt den Impulsen des Betätigungsschalters sofort; man ist mit der Tippschaltung in der Lage, den Motoranker weniger als eine halbe Umdrehung zurücklegen zu lassen und eine außerordentliche Verfeinerung der Regelung zu erreichen. Bei einem Gießereikran von 3 m/min Vollasthubgeschwindigkeit ist man in der Lage, durch die Tippschaltung Wege von weniger als 1 mm zurückzulegen. Ein besonders großer Regulierbereich ergibt sich, wenn man die Tippschaltung in Verbindung mit einem Doppelkranmotor anwendet.

In dem durch die Steuerwalze geschalteten Widerstandsgerät wird die elektrische Energie in Wärme umgesetzt. Maßgebend für die Bemessung des Widerstandsgerätes ist die Erwärmung, die durch den Motorstrom während des Anlassens und Regels herbeigeführt wird und die Abkühlung in den stromlosen Pausen. Für die Leistungsbewertung gilt die relative Einschalt-dauer, die Anlaßhäufigkeit, die Anlaßzeit sowie die Regelhäufigkeit und Regelzeit. Der VDE hat für die Widerstände Bau- und Bewertungsvorschriften erlassen (RAB) und zur Berücksichtigung der verschiedenen Arbeitsbedingungen 3 Reihen von Widerständen aufgestellt. Diese (RAB)-Vorschriften behandeln auch die Bremslüfter, die zugleich mit dem Einschalten des Motors durch die Steuerwalze die mechanische Bremse lüften. Es werden Magnetbremslüfter und Motorbremslüfter unterschieden. Die Magnetbremslüfter haben den Vorteil der größeren Einfachheit und werden für beide Stromarten gebaut. Motorbremslüfter finden für Drehstrom bei größeren Hubarbeiten Verwendung, um die den Drehstrom-Magnetbremslüftern eigene große Stromaufnahme aus dem Netz im Moment des Anziehens zu vermeiden. Die Bewertung der Bremslüfter erfolgt ebenso wie die der Motoren nach der relativen Einschalt-dauer (% ED). Bei den Drehstrom-Magnetbremslüftern ist für die Erwärmung neben der relativen Einschalt-dauer auch noch die Schalthäufigkeit je Stunde maßgebend, da der Einschaltstrom wesentlich größer als der nach Beendigung des Hubes sich einstellende Haltestrom ist.

Zur Sicherung gegen Unfälle schreiben die Unfallverhütungsvorschriften (§ 14) für die Hubbewegung Begrenzung durch Endausschalter vor. Allgemein sind derartige Endschalter dort erforderlich, wo beim Überschreiten der betriebsmäßigen Endlage die lebendige Kraft des Triebwerkes dessen Beschädigung oder gar eine Gefährdung von Menschenleben hervorrufen kann.

Bei den für Endschaltung eingerichteten Steuergeräten wird der Motorstromkreis nur für die gefährdete Bewegungsrichtung unterbrochen, ein Zurückfahren in der anderen Richtung ist durch einfaches Umstellen der Steuerwalze möglich. Beim Abtrennen des Motors vom Netz fällt gleichzeitig der bei Endschaltung stets erforderliche Bremslüfter ein, um die Nachlaufstrecke abzukürzen.

Zum Schutz gegen Überlastung dienen Sicherungen oder selbsttätig wirkende Überstromauslöser. Die Errichtungsvorschriften des VDE (VES 1/1930) schreiben zunächst nur einen Schutz der Leitungen vor und haben für jeden Querschnitt für aussetzenden Betrieb die höchstzulässige Stromstärke festgelegt (§ 20 2), wobei dieser Wert höher liegt als bei Dauereinschaltung. Die Vorschriften lassen ferner zu, daß die Nennstromstärken der Sicherungen bis zum 1,5fachen des für den jeweiligen Querschnitt zugelassenen Aussetzstromes betragen dürfen. Es ist damit der Tatsache Rechnung getragen, daß sehr häufig und flott eingeschaltet werden muß. Da der Verbrauch an Sicherungen im Kranbetrieb doch wesentlich größer ist als bei Dauereinschaltung, verwendet man neuerdings fast ausschließlich Höchststrom-Selbstausschalter. Das Kranschaltgerät besteht aus einem Schaltkasten mit eingebautem Selbstausschalter mit Höchststrom-Nullspannungsfreiauslösung und mit mehreren Relais, wobei für jeden Motor ein besonderes Relais und für alle Motoren zusammen noch je ein gemeinsames Relais in den Zuleitungen vorhanden ist. Bei einem Dreimotorenlaufkran für Drehstrom sind also insgesamt 5 Relais in dem Kranschaltkasten eingebaut. Die für alle Motoren gemeinsamen Relais, die den Summenstrom aller gleichzeitig arbeitenden Motoren führen, wirken unverzögert, um sofort bei Kurzschluß anzusprechen, während die Einzelrelais zweckmäßig eine Auslöseverzögerung erhalten, damit sie bei den Einschaltstromspitzen nicht ansprechen, sondern nur bei längerer Motorüberlastung eine Auslösung des Selbstschalters durch das Relais erfolgt. Die Auslöseverzögerung beruht auf mechanischem oder thermischem Prinzip.

Der Selbstausschalter löst auch aus, wenn die Spannung ausbleibt. Um zu erzielen, daß beim Einschalten des Schaltkastens alle Steuerwalzen in der Nullstellung stehen (Nullschaltungszwang), sind Sonderschaltungen entwickelt worden. Die Bedienung des Schaltkastens erfolgt durch einen Handgriff, der derart mit dem Deckel des Schaltkastens verriegelt ist, daß ein Öffnen des Deckels nur bei ausgeschaltetem Schalter möglich ist.

Offene Schalttafeln mit einem auf Marmor oder Schiefer aufgebauten Hebelschalter bieten keine genügende Sicherheit im Sinne der Errichtungsvorschriften. Nur bei Verwendung von eisengekapselten Schaltkästen ist eine genügende Betriebssicherheit gewährleistet. Der Kranschaltkasten wird deshalb ganz in Eisen gekapselt, um einmal den Führer gegen Berührung spannungsführender Teile und zweitens den Schalter und die Relais selbst gegen Beschädigung durch rauhe Behandlung sowie gegen Staub, Nässe und Dämpfe zu schützen. Das gleiche gilt auch für die Lichtschaltkästen. In den Unfallverhütungsvorschriften ist festgelegt, daß die Lichtleitung vor dem Hauptschalter für die Motoren abgezweigt wird. Dies gilt auch für den Anschluß von Lasthebemagneten.

Für die Installation von Kranen sind die Errichtungsvorschriften (VES 1/1930 § 28 g) zu beachten. Es wird dort u. a. darauf hingewiesen, daß Vorkehrungen getroffen werden müssen, die den Führer sowohl auf dem für das Besteigen und Verlassen des Führerstandes vorgesehenen Weg gegen zufällige Berührung von Schleifleitungen als auch in Reichweite vom Steuerplatz gegen zufällige Berührung spannungsführender Teile jeder Art schützen. Die festverlegten Leitungen müssen in und am Führerstand gegen Beschädigungen geschützt sein.

Für die Beleuchtung ist zu beachten, daß nach den Errichtungsvorschriften § 16 bei Wechselstrom keine höhere Spannung als 250 V gegen Erde verwendet werden darf. (Bei 380 V mit gerdetem Nulleiter ist diese Bedingung erfüllt.)

Sämtliche metallischen Gehäuse der Motoren, Steuergeräte und Schaltgeräte sind bei Anlagen über 250 V zu erden.

Für Krane, die in geschlossenen und trockenen Räumen arbeiten, sind armierte Gummaderleitungen ohne Bleimantel, sog. Panzerader, zweckmäßig. Einen besonders guten mechanischen Schutz der Leitungen bietet die sog. Bandpanzerleitung, die bei großer Biegsamkeit eine kräftige Außenarmierung aufweist. Für den Anschluß von Lasthebemagneten und beweglichen Lampen, die an Steckkontakte angeschlossen werden, ist Gummischlauchleitung zu benutzen. Mit Rücksicht auf die Erschütterungen des Kranbetriebes ist eine besonders sorgfältige Verlegung erforderlich. Auch werden mit Rücksicht auf die große Zahl der durch die Steuerung bedingten Leitungen zwecks Vermeidung von Drahtbrüchen Querschnitte unter $2,5 \text{ mm}^2$ keinesfalls verlegt und zweckmäßig 4 mm^2 als kleinster Querschnitt benutzt.

Bei Bemessung der (blanken) Schleifleitungen (Fahrleitungen) sind die vom VDE herausgegebenen „Leitsätze für die Errichtung von Fahrleitungen für Hebezeuge und Transportgeräte“ zu beachten.

Eine besondere Ausführung ist bei Kranen, die in explosionsgefährlichen Räumen laufen, erforderlich. Alle elektrischen Ausrüstungsgegenstände, in denen betriebsmäßig Stromunterbrechung stattfindet, müssen hierbei explosions-sicher ausgeführt werden. Die Motoren sind daher in ganz geschlossener Ausführung, mit Kabelendverschlüssen für Ständer und Läufer, die Controller als Ölcontroller, die Widerstände schlagwettersicher und geschlossen, die Endschalter als Ölendschalter, die Bremsmagneten mit Kabelendverschlüssen und starken Verkleidungsblechen zu wählen. Die Leitungen sind in geschlossenen Rohren zu verlegen oder als Kabel auszuführen. Die Stromzuführung erfolgt nicht durch Schleifleitungen, sondern durch biegsame Kabel, die über Leitrollen geführt werden und sich auf zurückfedernde Trommeln selbsttätig aufwickeln.

Auch Krane, die dem chemischen Angriff von Säuredünsten ausgesetzt sind, müssen eine Spezialausführung erhalten. Besonders gilt dies für den elektrischen Teil. Auch hier sind durchweg geschlossene Ausführungen zu verwenden. Die zweckmäßigste Stromart ist hier auf jeden Fall Drehstrom, da der Drehstrommotor — zumal in der Bauart mit Kurzschlußläufer (für größere Leistungen zwecks Regulierung polumschaltbar) — bedeutend unempfindlicher gegen derartige Betriebsverhältnisse ist als der Gleichstrommotor. Die Wicklungen der Motoren sind säurebeständig zu imprägnieren.

Das Bestreben der Kranindustrie geht dahin, die Krane immer mehr zu normalisieren und zu typisieren. Für Laufkrane stößt dies wegen der Verschiedenheit der Gebäudeabmessungen auf gewisse Schwierigkeiten, so daß die Normung hier hauptsächlich auf Konstruktionseinzelheiten, Antriebe u. dgl. beschränkt bleibt. Eine vollkommene Typisierung des gesamten Hebezeugs ist dagegen bei den Elektroflassenzügen erreicht worden, wengleich auch hier naturgemäß noch Unterschiede zwischen den Ausführungen der verschiedenen Firmen bestehen. Die Elektrozüge lassen sich als reine Windwerke, ferner vereinigt mit Handlaufkatzen und Elektrolaufkatzen ausführen. Die Laufkatzen sind meist als Einschienekatzen, seltener als Zweischienekatzen gebaut. Auch lassen sich offene oder geschlossene Führersitze ankuppeln, so daß hierdurch sog. Führerstandslaufkatzen entstehen (siehe Abb. 43 im Abschnitt „Gründungen“).

Als Anhalt für die Projektierung von Elektrozuganlagen sind in Zahlentafel 27 die wichtigsten Abmessungen¹ enthalten. Die Angaben beschränken sich auf Drehstromzüge. Einen Schritt weiter in der Richtung auf eine vollkommene Normalisierung ist die Demag durch die Konstruktion der sog. Hängekrane gegangen (siehe Abb. 230).

Einige bemerkenswerte Krananlagen zeigen die einzelnen Abbildungen des Abschnittes „Tragwerke“.

¹ Nach Angaben der Demag-Duisburg.

Zahlentafel 27. Elektroflassenzüge.

Tragkraft, zweisträngig	kg	750	1500	1500	1500	1500	2500	3000	5000
Hubhöhe (Hakenweg) mit Seilspanner	ca. m	9,5	9	13,5	13,5	21	16,5	8,5	11
Hubgeschwindigkeit	ca. m/min	9,5	8	13,5	13,5	19,5	11,5	7	6
Hubmotor	ca. kW	1,6	2,6	4,4	4,4	6,2	6,2	4,4	6,2
Laufbahnträger	I NP	18-28	18-28	24-34	24-34	24-34	24-34	24-34	32-42,5
Fahrmotor	ca. kW	0,7	1	1	1	1	1	1	1,4
Fahrtgeschwindigkeit	ca. m/min	35	35	30	30	30	30	30	30
Gewicht	ca. kg	250	320	540	540	740	740	540	790
Bauhöhe <i>c</i>	mm	830	930	1000	1000	1180	1180	1100	1350
Breite <i>f</i>	mm	600	600	650	650	650	650	650	700
Breite <i>h</i>	mm	550	680	730	730	730	730	730	750
Radstand <i>g</i>	mm	203	203	292	292	292	292	292	349

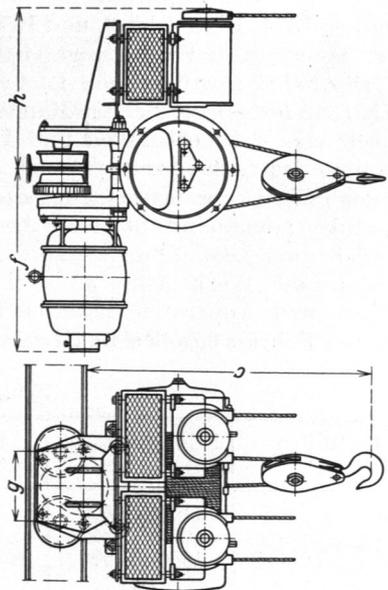


Abb. 229. Skizze zu Zahlentafel 27.

In engster Verbindung mit den Gebäuden stehen die **Aufzüge**, so daß die Hauptabmessungen dieser Hebezeuge schon bei der Planung der Bauten bekannt sein müssen. Der Verband der Aufzugsfabrikanten hat hierfür Normen entwickelt, die niedergelegt sind in den DIN-Blättern:

- 1363 Bl. 1 bis 5 für Aufzüge von 100 bis 500 kg Tragkraft,
- 1364 für Aufzüge von 500 bis 1000 kg Tragkraft,
- 1365 für Aufzüge von 1000 bis 2000 kg Tragkraft,
- 1366 Bl. 1 und 2 für Kleinlastenaufzüge von 50 oder 100 kg Tragkraft.

Die Normen DIN 1363 bis 1365 gelten für Lastenaufzüge mit und ohne Führerbegleitung. Für Personenaufzüge, die aber im Fabrikbau weniger interessieren, sind außerdem die Normblätter 1369 bis 1372 entwickelt worden. Für Personenumlaufaufzüge (Paternoster) gelten die DIN-



Abb. 230. Hängekran, zusammengestellt aus genormten Bauteilen.

Normen 1374, Blatt 1 bis 3, und 1375, Blatt 1 bis 3. Solche Aufzüge kommen im Fabrikbau öfter vor, besonders in Verwaltungsgebäuden.

Die Fahrkorbgrößen von Lastenaufzügen sind im Normblatt DIN 1361, die Laststufen in DIN 1362 festgelegt. Bei der Mannigfaltigkeit der in diesem Normblatt aufgestellten Kombinationen von Fahrkorbgrößen und Laststufen fällt die Auswahl schwer, zumal wenn bei der Planung des Gebäudes noch keine genauen Angaben über die zu fördernden Lasten vorliegen. In der Praxis kann man sich im allgemeinen aber auf eine geringe Zahl von Kombinationen beschränken; denn eine allzu feine Abstufung ist schon deshalb wertlos, weil die Abmessungen und Gewichte der Lasten im Laufe der Jahre doch wechseln. Auch ist zu beachten, daß bei der Einrichtung der Werkstätten und bei etwaigen Umzügen die Aufzüge zur Beförderung von Maschinen und Apparaten dienen müssen. In Zahlentafel 28 sind die im Fabrikbau gebräuchlichsten Fahrkorbgrößen und Laststufen unter Berücksichtigung der DIN-Normen zusammen-

Zahlentafel 28. Fahrkorbgrößen.

Laststufen kg	Fahrkorbgrößen mm	Laststufen kg	Fahrkorbgrößen mm	Laststufen kg	Fahrkorbgrößen mm
I über 100—500	1100 × 1500	II über 500—1000	1300 × 1750	III über 1000—5000	1500 × 2000
	1300 × 1750		1500 × 2000		2000 × 2500
	1500 × 2000		2000 × 2500		2000 × 3000
			2000 × 3000		2500 × 3000

gestellt; die in der Zahlentafel 22 angegebenen Eigengewichte und Nutzlasten von Elektrokarren erleichtern die Wahl der Laststufen, wenn überhaupt die Förderung mit Elektrokarren in Frage kommt. Ferner zeigen die Abb. 231 und 232 die Abmessungen der Schächte und Maschinenräume nach DIN 1363—1365¹.

Der Deutsche Aufzugausschuß hat „Technische Grundsätze für den Bau von Aufzügen“ (DIN 1360) aufgestellt, die nachstehend nur so weit im Auszug wiedergegeben werden¹, wie sie für die Planung der Gebäude unmittelbare Bedeutung haben:

Führeraufzüge, Selbstfahrer, Umstellaufzüge und Lastenaufzüge.

I. Fahrschacht.

Ziff. 1. Jeder Fahrschacht, ausgenommen bei Aufzügen auf Schiffen, muß so tief heruntergeführt werden, daß unter dem Fahrkorb in seiner tiefsten Betriebsstellung eine freie Höhe von mindestens 1 m verbleibt. In der Schachtgrube sind feste Anschläge derart anzubringen, daß im Falle des Niedergehens des Fahrkorbes unter die tiefste Betriebsstellung eine lichte Höhe von mindestens 0,5 m zwischen der Schachtsohle und dem tiefsten Punkt des Fahrkorbes verbleibt.

Ziff. 2. Die Schachtgrube muß von außen zugänglich sein. Der Zugang muß unter Verschuß gehalten werden, der Verschuß muß unabhängig von den Tür- und Steuersicherungen der übrigen Schachtzugänge sein.

Ziff. 3. Jeder Fahrschacht, ausgenommen bei Aufzügen auf Schiffen, muß so hoch ausgeführt werden, daß über dem Fahrkorb in seiner höchsten Betriebsstellung, gemessen von der Oberkante der Fahrkorbedecke, eine freie Höhe verbleibt, die dem in einer Sekunde zurückgelegten Fahrweg entspricht, mindestens aber 1 m betragen muß.

Ziff. 4. Nebeneinanderliegende Fahrbahnen von Aufzügen sind von 0,5 m Höhe über Schachtsohle bis zum höchsten Punkt der Fahrkörbe oder Gegengewichte in ihrer höchsten Betriebsstellung durch Zwischenwände voneinander zu trennen.

Ziff. 5. Alle Bauteile und Betriebsmittel müssen so angeordnet oder geschützt sein, daß auf der Fahrkorbedecke beschäftigte Personen nicht zu Schaden kommen können.

II. Fahrschachtzugänge.

Ziff. 6. Die Zugangsöffnungen zum Fahrschacht dürfen nicht breiter sein als der Fahrkorb und sind durch Fahrschachttüren zu verschließen. Sie müssen bei betretbaren Aufzügen eine lichte Höhe von mindestens 1,8 m haben.

Ziff. 7. Die Türen dürfen nicht in die Fahrbahn hineinschlagen und müssen so beschaffen sein, daß Menschen durch sie nicht zu Schaden kommen können. Sie dürfen nicht von überragenden Teilen der Ladung ausgehoben werden können. Klapptüren (Flügeltüren) müssen bündig mit der inneren Schachtwand schließen. Bei Schiebetüren darf der Abstand zwischen der Tür und der Vorderkante des Fahrkorbes 15 cm nicht überschreiten.

Ziff. 8. Senkrecht bewegliche Schiebetüren (Hubgitter), die sich in Abhängigkeit von der Bewegung des Fahrkorbes selbsttätig öffnen und schließen, sind nur an den Endhaltestellen zulässig. Ihre Geschwindigkeit darf 0,3 m/sek nicht überschreiten.

III. Zulässige Geschwindigkeiten.

Ziff. 9. Die in der Beschreibung (Anlage 1 der Verordnung) festzulegende Betriebsgeschwindigkeit des Fahrkorbes soll in der Regel nicht mehr als 1,5 m/sek betragen.

Ziff. 10. Höhere Betriebsgeschwindigkeiten sind nur mit besonderer Genehmigung gemäß § 16 Abschnitt 1 der Verordnung zulässig.

¹ Wiedergabe erfolgt mit Genehmigung des Deutschen Normenausschusses. Verbindlich ist die jeweils neueste Ausgabe des Normblattes im Dinformat A 4, das durch den Beuth-Verlag, Berlin S 14, zu beziehen ist.

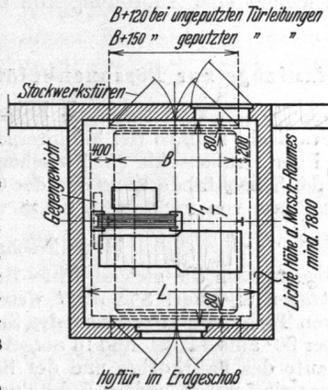


Abb. 231.

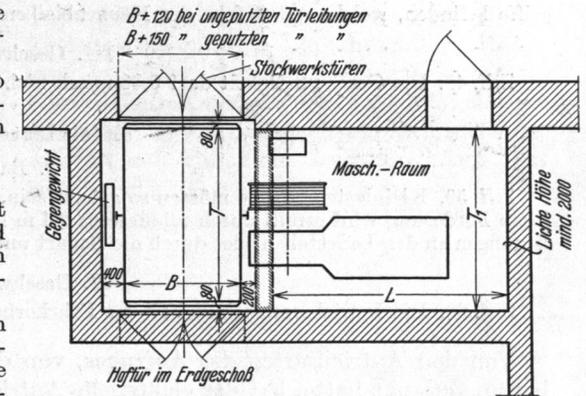


Abb. 232.

Abb. 231 u. 232. Abmessungen von Aufzugsschächten und Maschinenräumen. (Oben Maschine über dem Schacht, darunter Maschine untenliegend, neben dem Schacht.)

Laststufe	$T_1 \geq$	$T_2 \geq$
I	2400	2400
II	2500	2500
III (bis 2000 kg)	2700	2700
III (über 2000 kg)	3000	3000—4000

Abweichend hiervon darf bei Lastenaufzügen zur Ofenbeschickung die Geschwindigkeit den Erfordernissen des Betriebes angepaßt werden.

Ziff. 11. Bei Personenaufzügen müssen die zum Stillsetzen oder Abbremsen des Fahrkorbes vorgesehenen Sicherheitsvorrichtungen (vgl. IV Ziff. 12, 14 und IX Ziff. 33) spätestens beim Erreichen der 1,4fachen Betriebsgeschwindigkeit ausgelöst werden (zulässige Auslösegeschwindigkeit).

X. Gegengewichte.

Ziff. 35. Die Gegengewichte der Aufzüge müssen aus einem Stück oder aus mehreren sicher und unverrückbar miteinander verbundenen Teilen bestehen, geführt und so angeordnet sein, daß sie ihre Führungen am oberen und unteren Ende nicht verlassen können.

Ziff. 36. Endigt die Gegengewichtsbahn nicht auf festem Boden, so ist dafür zu sorgen, daß sich das Gegengewicht beim Bruch der Tragmittel auf ein widerstandsfähiges Widerlager aufsetzt. Sofern diese Bedingung nicht erfüllt werden kann, ist das Gegengewicht mit einer Fangvorrichtung zu versehen. Befinden sich unter der Fahrbahn von Menschen häufig betretene Räume, so ist auf jeden Fall ein Widerlager vorzusehen.

Ziff. 37. Innerhalb des Fahrschachtes liegende Gegengewichtsbahnen müssen in ihrer ganzen Höhe verkleidet werden. Dazu genügt eine Anordnung von senkrecht durchlaufenden Stäben mit höchstens 6 cm Zwischenraum.

Umlaufaufzüge zur Personenbeförderung (Personenumlaufaufzüge).

I. Fahrschacht.

Ziff. 43. Jeder Fahrschacht muß so tief hinuntergeführt werden, daß zwischen der Unterkante der Fahrkorbführungsbügel und der Grubensohle ein Zwischenraum von mindestens 0,5 m verbleibt.

Ziff. 44. Zwischen der Schachtabdeckung und der Oberkante der Fahrkorbwandungen oder der Fahrkorbdecken muß ein freier Raum von mindestens 0,5 m verbleiben.

II. Fahrschachtzugänge.

Ziff. 45. Die Zugänge müssen die gleiche lichte Breite haben wie die Fahrkörbe. Ihre lichte Höhe muß mindestens 2,60 m betragen und darf 3 m nicht wesentlich überschreiten.

Ziff. 46. Im vorderen Teile des Fußbodens jedes Zuganges an der Auffahrtseite sind Klappen vorzusehen, die nach oben nicht über 90° aufschlagen und in aufgeklappter Stellung einen lichten Raum von 0,25 m Breite zwischen der Vorderkante des Fahrkorbes und der Schachtwand freigeben¹.

Ziff. 47. Die Zugänge sind mit in ganzer Höhe durchlaufenden, glatten, seitlichen Auskleidungen zu versehen, die mindestens 0,23 m in den Schacht hineinragen. In jedem Zugang müssen sich beiderseits lange Handgriffe befinden, welche die Gefahr des Hängenbleibens ausschließen.

III. Geschwindigkeit.

Ziff. 48. Die Geschwindigkeit darf 0,30 m/sek nicht übersteigen.

Kleinlastenaufzüge.

I. Bauart.

Ziff. 59. Kleinlastenaufzüge müssen so gebaut sein, daß sie von Menschen nicht betreten werden können. Diese Forderung wird erfüllt durch mindestens 0,4 m hohe Brüstungen oder nicht über 1,2 m hohe Schachtoffnungen an den Ladestellen oder durch die Bauart und die Abmessungen des Schachtes oder des Fahrkorbes.

II. Geschwindigkeit.

Ziff. 60. Die Betriebsgeschwindigkeit des Fahrkorbes soll in der Regel nicht mehr als 1,5 m/sek betragen.

Von den Antriebsarten des Aufzuges, von denen die hydraulische früher eine gewisse Bedeutung erlangt hatte, hat der elektrische Antrieb allein das Feld behauptet. Bevor auf dessen Einzelheiten eingegangen wird, möge zunächst die den Fabrikbauer in erster Linie interessierende Frage behandelt werden, wo der Aufzugsmaschinenraum zweckmäßig anzuordnen ist. Die Lage der Aufzugsmaschine unten neben dem Schacht ist deshalb von Vorteil, weil die Überwachung der maschinellen Anlage hier bequemer ist und infolgedessen auch häufiger ausgeführt wird als bei oben liegenden Aufzugsmaschinen. Außerdem ist meist der Transport und die Montage der Aufzugsmaschine bei unterer Anordnung erleichtert. Aufzugstechnisch ist dagegen die Lage der Maschine über dem Schacht, besonders bei den heute allgemein üblichen Treibscheibenaufzügen, vorzuziehen, da hierbei die Seile die wenigsten Umlenkungen erfahren, was sich in erhöhter Lebensdauer und verringertem Leerlaufkraftbedarf ausdrückt.

Abb. 233 zeigt eine Aufzugsanlage mit unten liegender Maschine (im Keller). Bei großer Erdgeschoßhöhe kann der Maschinenraum auch im Treppenhaus unter den Aborten angeordnet

¹ Die aufklappbaren Fußbodenschwellen in den Zugängen sollen verhüten, daß in die Fahrbahn ragende Körperteile gequetscht werden; die Schwellen dürfen nicht über 90° aufklappen können und müssen von selbst wieder zurückfallen, da sonst 25 cm breite Zwischenräume verbleiben, durch die Menschen Schaden erleiden könnten. Die seitlichen Auskleidungen müssen also Anschläge für die Fußbodenschwellen erhalten, die möglichst wenig vorstehen sollen.

werden, wenn kein Kellergeschoß vorhanden ist. Abb. 234 zeigt eine Aufzuganlage mit Treib-

scheibenwinde direkt über dem Schacht. Bezüglich der Anordnung der Aufzuganlagen im Treppenhaus sei im übrigen auf die Ausführungen unter „Treppenanlagen“ verwiesen.

An baulichen Einzelheiten ist noch die Ausbildung der Schachtöffnungen für die Aufzüge von Wichtigkeit. Bei der Festlegung der lichten Höhe der Maueröffnungen ist auf die Anordnung der „schwingenden Leiste“ zu achten, die zur Betätigung der Steuerungsverriegelung bei geöffneten Schachttüren dient. Abb. 235 zeigt den ungefähren Platzbedarf dieser Einrichtung. Die lichten Maße der Aufzugtüren sind unter „Tore und Türen“ behandelt.

Wie bei den Kranen ist auch bei den Aufzügen eine der wichtigsten Aufgaben des Bestellers die Festlegung der Geschwindigkeit. Nach den amtlichen Vorschriften ist diese nach oben mit 1,5 m/sek begrenzt; für größere Geschwindigkeiten ist Konzession nachzusuchen. Als untere Grenze kann man bei ganz schweren, selten benutzten Aufzügen 0,3 m/sek annehmen. Die Geschwindigkeitswahl wird weiter von der Ausnutzung des Aufzuges, d. h. von der täglichen Benutzungsdauer bzw. von den Wartezeiten für Ein- und Ausladen beeinflusst. Eine besondere Bedeutung in dieser Hinsicht hat naturgemäß die Förderhöhe. Wenn ein Aufzug nur immer von einem Stockwerk zum nächsten zu fördern hat, so lohnt sich eine große Geschwindigkeit überhaupt nicht, da der Weg zur Beschleunigung von Stillstand auf volle Geschwindigkeit zu

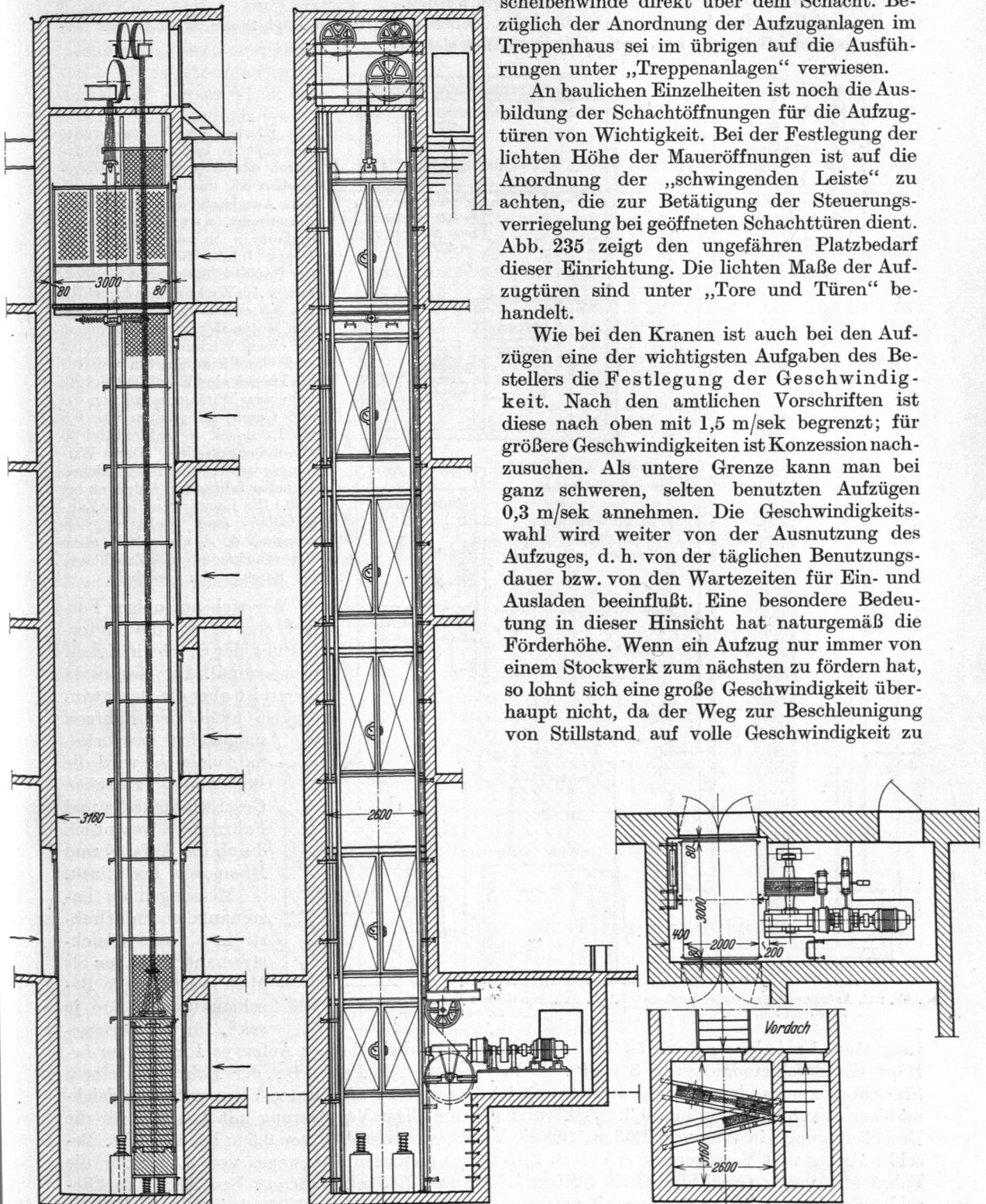


Abb. 233. Aufzug mit unten liegender Maschine.

kurz ist. Deshalb möge die Beziehung zwischen Motorleistung und Geschwindigkeit für verschiedene Förderhöhen nachstehend untersucht werden.

Die Leistung des Aufzugmotors, die beim Heben der größten Last nach Eintritt der Beharrungsgeschwindigkeit benötigt wird, berechnet sich zu:

$$N_{PS} = \frac{P}{75} \cdot \frac{v}{\eta}$$

Hierbei ist P die größte Nutzlast in kg, die zur Hälfte durch das Gegengewicht ausgeglichen ist, das außerdem noch den Ausgleich des Fahrkorbes übernimmt. v ist die Geschwindigkeit in m/sek während der Fahrt (ohne Berücksichtigung der Beschleunigung und Verzögerung). Als Wirkungsgrad η ist 0,3 bis 0,5 einzusetzen. Die Werte der Motor-Beharrungsleistungen bei einem Wirkungsgrad von 0,3 bis 1 m/sek sind in Zahlentafel 29, bei einem Wirkungsgrad von 0,5 und Geschwindigkeiten von 0,8 bis 1,5 m/sek in Zahlentafel 30 zusammengestellt. (Der Wirkungsgrad liegt bei neuzeitlichen schneller fahrenden Aufzügen bei 0,50.) Die Leistungen dieser Zahlentafeln sind Beharrungsleistungen, d. h. sie gelten ohne Berücksichtigung des Zuschlages für Beschleunigungsarbeit.

Wie sich aus obiger Formel ergibt, ist die Motorleistung der Geschwindigkeit proportional. Im Gegensatz hierzu ist aber die Geschwindigkeit nicht der Fahrzeit umgekehrt proportional, vielmehr wird die Beziehung zwischen Geschwindigkeit und Fahrzeit wesentlich durch die Anfahr- und Bremszeit beeinflusst.

Messungen an Lastenaufzügen mit Drehstrom und Gleichstromantrieb haben als Mittelwert für die Beschleunigung 0,3 m je sek², für die Verzögerung

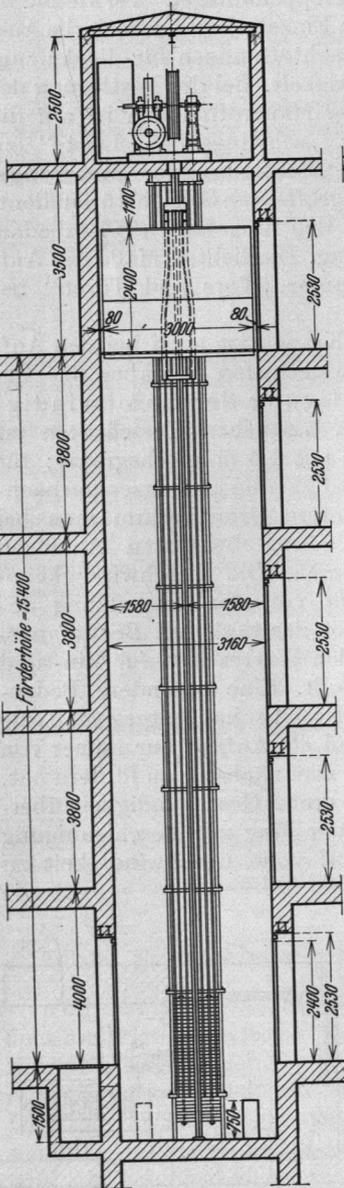


Abb. 234. Aufzug mit Treibscheibenwinde über dem Schacht.

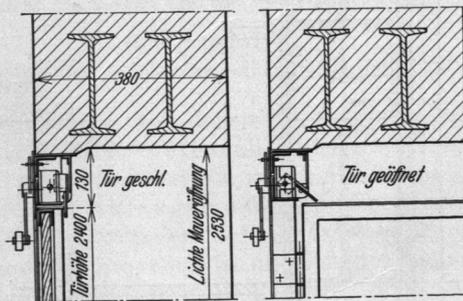
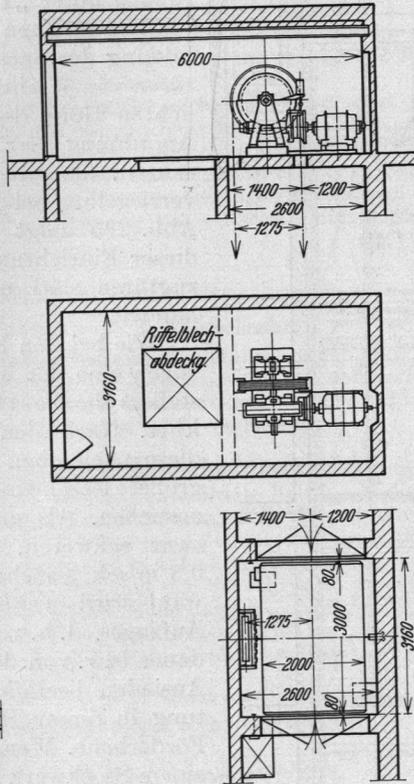


Abb. 235. Platzbedarf der „schwingenden Leiste“ an Aufzugstüren.

etwa 1 m/sek² ergeben. Ist also die Fahrgeschwindigkeit eines Aufzuges 1 m/sek, so beträgt die Beschleunigungszeit 3,3 sek, die Verzögerungszeit 1 sek. Bei der Fahrt von einem Stockwerk zum anderen, deren Entfernung 3,8 m sei, wird also unter Voraussetzung gleichmäßiger Beschleunigung mit 0,3 m/sek² und gleichmäßiger Verzögerung mit 1 m/sek² für die Beschleunigung ein Weg von 1,65 m, für die Verzögerung ein Weg von 0,5 m beansprucht. Beschleunigung und Verzögerung erfordern 2,15 m des gesamten Fahrweges von 3,8 m; für die Fahrt mit voller Geschwindigkeit bleiben 1,65 m mit 1,65 sek Fahrzeit. Der Anteil der Beschleunigungs- und Verzögerungszeit an der gesamten Fahrzeit von 5,95 sek ist demnach 72%. Abb. 236 stellt die Zusammenhänge zwischen Fahrzeit und Geschwindigkeit bei der Beschleunigung

gung von $0,3 \text{ m/sek}^2$ und der Verzögerung von 1 m/sek^2 bei Fahrwegen von 3,8 bis 26,6 m (1 bis 7 Stockwerke) dar. Die Gerade v_{sp} , welche die Kurven unten begrenzt, gibt die höchsten, bei den einzelnen Fahrwegen erreichbaren Geschwindigkeiten — die „Spitzengeschwindigkeiten“ — an, d. h. bei diesen Geschwindigkeitswerten schließt sich an die Beschleunigung sogleich die Verzögerung an; die volle Fahrgeschwindigkeit wird nur im Augenblick des Wechsels von Beschleunigung in Verzögerung erreicht. Dies gibt große Motoren, wobei der Gewinn an Zeit vielfach nicht lohnen wird, besonders dann, wenn man berücksichtigt, daß die Wartezeiten des Aufzuges in den Haltestellen die Bedeutung der Fahrzeit für die Förderleistung abschwächen. Deshalb ist in Abb. 236 noch die Linie v_g der „Grundgeschwindigkeiten“ eingetragen, wobei der Wert $v_g = \text{etwa } 0,40 \text{ bis } 0,45 v_{sp}$ ist. In Abb. 237 ist das Geschwindigkeits-, Zeit- und Wegdiagramm für beide Ge-

Zahlentafel 29. Erforderliche Motorleistung elektrisch betriebener Aufzüge.

Nutzlast kg <i>P</i>	Erforderliche Beharrungsleistung des Motors ¹ in PS bei einem Wirkungsgrad $\eta = 0,30$ und einer Geschwindigkeit von m/sek								
	0,30	0,40	0,50	0,56	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
100	0,7	0,9	1,1	1,25	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
300	2,0	2,7	3,3	3,75	4,0	4,7	5,3	6	6,7
450	3,0	4,0	5,0	5,6	6,0	7,0	8,0	9	10,0
600	4,0	5,3	6,7	7,5	8	9,3	10,7	12	13,3
750	5,0	6,7	8,4	9,4	10,0	11,7	13,3	15	16,7
1000	6,8	8,9	11,5	12,5	13,3	15,5	17,5	20	22,2
1500	10,0	13,3	16,7	18,7	20,0	23,4	26,7	30	33,3
2000	13,3	17,8	22,2	24,9	26,6	31,1	35,6	40	44,4
2500	16,6	22,2	27,8	31,2	33,4	38,9	44,4	50	55,6
3000	20,0	26,7	33,4	37,5	40,0	46,7	53,5	60	66,7
5000	33,4	44,5	55,5	62,5	67	78	89	100	111

Bemerkung: ¹ Ohne Berücksichtigung des Zuschlages für Beschleunigung (Bühnengewicht + $\frac{1}{2}$ Nutzlast durch Gegengewicht ausgeglichen).

Zahlentafel 30. Erforderliche Motorleistung elektrisch betriebener Aufzüge.

Nutzlast kg <i>P</i>	Erforderliche Beharrungsleistung des Motors ¹ in PS bei einem Wirkungsgrad $\eta = 0,5$ und einer Geschwindigkeit von m/sek						
	0,8	0,9	1,0	1,15	1,3	1,4	1,5
300	3,2	3,6	4	4,6	5,2	5,6	6
450	4,8	5,4	6	6,9	7,8	8,4	9
600	5,3	6	6,7	9,2	10,4	11,2	10
750	8	9	10	11,5	13	14	15
1000	10,7	12	13,4	15,4	17,4	18,7	20
1500	16	18	20	23	26	28	30
2000	21,4	24	26,7	30,8	34,7	37,4	40
2500	26,7	30	33,5	38,4	43,3	47,7	50
3000	32	36	40	46	52	56	60
5000	53,5	60	66,5	76,6	78	93,4	100

Bemerkung: ¹ Ohne Berücksichtigung des Zuschlages für Beschleunigung (Bühnengewicht + $\frac{1}{2}$ Nutzlast durch Gegengewicht ausgeglichen).

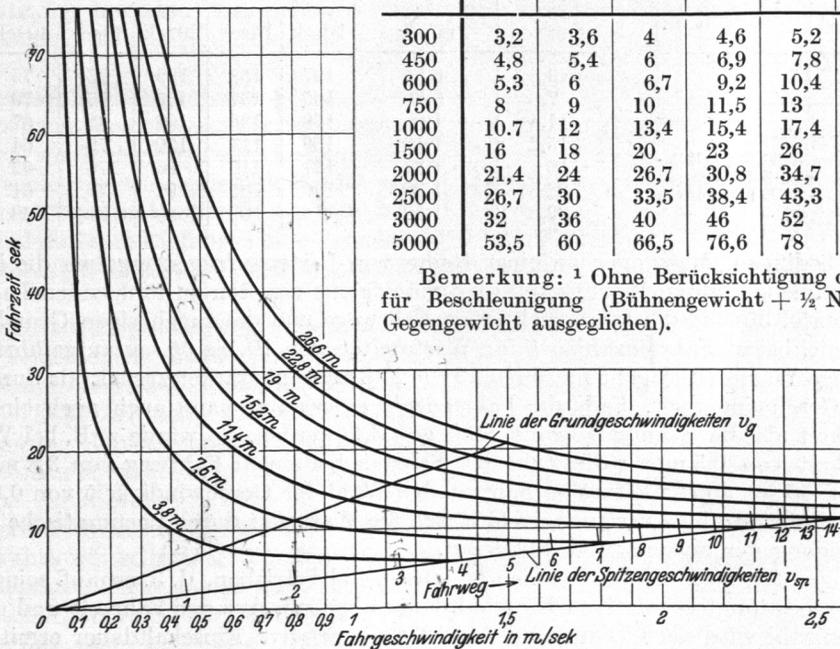


Abb. 236. Zeit-Geschwindigkeitsdiagramm für Aufzüge bei verschiedenen Fahrwegen (Förderhöhen). (Beschleunigung $0,3 \text{ m/sek}^2$, Verzögerung 1 m/sek^2 .)

schwindigkeitslinien v_{sp} und v_g für einen Weg von 7,6 m dargestellt. Das dreieckförmige Geschwindigkeitsdiagramm zeigt oben in der Dreieckspitze die Spitzengeschwindigkeit v_{sp} , d. h. den Augenblick, in dem die Beharrungsgeschwindigkeit erreicht ist. Darunter ist der Weg

Zahlentafel 31. Wartezeiten von Aufzügen in den Haltestellen.

Art der Förderlast	Wartezeit sek	Wartezeit im Mittel sek
1. 1—4 Personen mit leichten Lasten und ohne Lasten	6—12	9
2. 1—2 Personen mit schweren Traglasten	10—20	15
3. Elektrokarren	18—24	21
4. 1—2 Personen mit Handkarren	13—28	21
5. Schwere Einzellasten, die abgesetzt werden.	30—50	40
6. Gleichzeitiges Ein- und Ausladen mehrerer Einzellasten (Kisten)	40—90	65

während der Beschleunigungs- und Bremszeit in der Zeit t_{sp} dargestellt. Zum Vergleich ist ein Geschwindigkeitsdiagramm für den gleichen Weg s dargestellt, bei dem mit der Grundgeschwindigkeit v_g gefahren wird. Bei der Geschwindigkeit v_g ist die Motorbeharrungsleistung nur etwa das 0,44fache der Beharrungsleistung bei der Spitzengeschwindigkeit v_{sp} . Der Senkung der Leistung um 56% steht eine Verlängerung der Fahrzeit um 37% gegenüber. Sobald die Grundgeschwindigkeit wesentlich überschritten wird, wirken sich die längeren Beschleunigungs- und Verzögerungszeiten in starker Steigerung der Motorleistung ungünstig aus. Mitunter wird man die Geschwindigkeit noch kleiner als die Grundgeschwindigkeit wählen können, wenn die Betriebsverhältnisse eine längere Wartezeit für Be- und Entladen des Fahrkorbes in den einzelnen

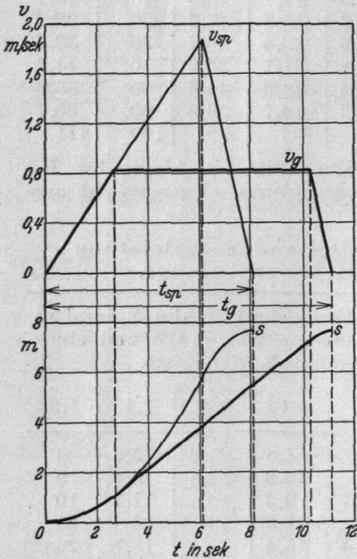


Abb. 237. Geschwindigkeits-Zeitdiagramm, darunter Weg-Zeitdiagramm für einen Weg von 7,6 m (Erläuterungen siehe Text).

Zahlentafel 32.

Erreichbare stündliche Fahrtenzahlen von Aufzügen.

Fahrweg s m	Grundgeschwindigkeit v_g m/sek	Erreichbare Fahrtenzahlen h bei Grundgeschwindigkeit v_g für verschiedene Wartezeiten t_w von 10—65 sek					
		10sek	15sek	20sek	30sek	40sek	65sek
3,8	0,56	197	158	129	95	75	50
7,6	0,80	165	137	115	87	70	47
11,4	1,0	148	126	107	83	67	46
15,2	1,13	136	117	100	79	64	45
19	1,27	127	110	96	76	62	44
22,8	1,38	120	105	92	73	61	43
22,6	1,50	114	100	88	71	59	42

Haltestellen bedingen. Messungen an einer Reihe von Lastenaufzügen ergaben die in Zahlentafel 31 zusammengestellten Wartezeiten in Abhängigkeit von den zu fördernden Lasten.

In Zahlentafel 32 sind die für verschiedene Fahrwege und die zugehörigen Grundgeschwindigkeiten erreichbaren Fahrtenzahlen h für Wartezeiten von 10 bis 65 sek aufgeführt.

Durch lange Wartezeiten geht naturgemäß die Fahrtenzahl stärker zurück als durch Herabsetzung der Geschwindigkeit. Falls die Fahrtenzahl es erlaubt, kann auch noch eine kleinere Geschwindigkeit als die Grundgeschwindigkeit gewählt werden. So würde z. B. bei Wahl einer Geschwindigkeit von 0,3 m/sek die Zahl der Fahrten bei einem Fahrweg von 3,8 m bei einer Wartezeit von 65 sek 46 sein (statt 50 Fahrten bei Wahl der Geschwindigkeit von 0,65 m/sek). Werden hohe Fahrtenzahlen verlangt, so läßt sich die Wartezeit durch pneumatische oder elektrische Betätigung der Schachttüren abkürzen.

Der Aufzugmotor wird wie der Kranmotor aussetzend betrieben, d. h. er muß seine Leistung während einer bestimmten relativen Einschaltdauer abgeben. Aus der Fahrzeit und der stündlichen Fahrtenzahl wird nach Diagramm Abb. 238 die relative Einschaltdauer ermittelt.

Bei kleineren Fabrikanlagen kann die Frage des Kraftbedarfes insofern von ausschlaggebender Bedeutung sein, als die stoßweise Belastung des Netzes durch den Aufzugmotor sich auf die Charakteristik der Stromentnahme und damit — je nach dem geltenden Stromlieferungstarif — evtl. auf die Gesamtstromkosten ungünstig auswirken kann.

Drei Aufzugarten kommen in Fabriken zur Aufstellung: Der Führeraufzug für Personen- und Lastenbeförderung, der (reine) Lastenaufzug ohne Führerbegleitung und der Umstell-

aufzug. Der Führeraufzug wird stets vom Fahrkorb aus durch einen Führer gesteuert. Der Lastenaufzug ohne Führerbegleitung darf Personen nicht befördern und wird durch Druckknöpfe, die außen an den Haltestellen angebracht sind, betätigt. Der Umstellaufzug befördert entweder Personen und Lasten mit Führer, wobei die Steuerung vom Fahrkorb aus erfolgt, oder Lasten allein, wobei Druckknöpfe außen an den Haltestellen die Beförderung einleiten. Der Führeraufzug ist bei gemischter Personen- und Lastenbeförderung zu benutzen. Der reine Lastenaufzug darf Personen nicht befördern und ist dann anzuwenden, wenn ein Transport von Lasten zwischen bestimmten Haltestellen erfolgt. Der Umstellaufzug wird dann benutzt, wenn man innerhalb einer bestimmten kurzen Zeit, z. B. bei Beginn der Arbeitszeit, Personen befördern will, während des größten Teiles der Arbeitszeit jedoch Lasten allein zu befördern sind und diese unter Ersparnis eines Führers transportiert werden sollen.

Der Umstellaufzug wird dann benutzt, wenn man innerhalb einer bestimmten kurzen Zeit, z. B. bei Beginn der Arbeitszeit, Personen befördern will, während des größten Teiles der Arbeitszeit jedoch Lasten allein zu befördern sind und diese unter Ersparnis eines Führers transportiert werden sollen.

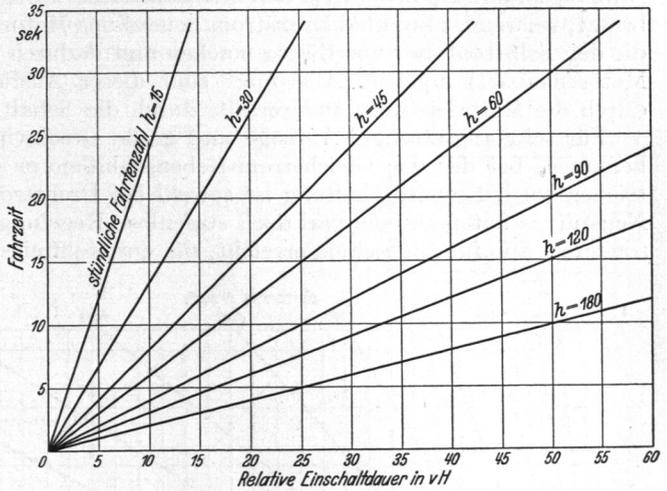


Abb. 238. Relative Einschaltdauer von Aufzugsmotoren in Abhängigkeit von Fahrzeit und stündlicher Fahrtenzahl.

In Verbindung mit diesen drei Aufzugarten steht die Frage der Steuerungsarten. Man unterscheidet: Hebelsteuerung, Druckknopfsteuerung und Seilsteuerung. Die Hebelsteuerung ist im Fahrkorb angeordnet und wird durch den Führer bedient, der durch Zurückführen des Steuerhebels in die Nullage vor der Haltestelle die Stillsetzung bewirkt. Bei größeren Geschwindigkeiten, bei denen Motoren mit regelbarer Geschwindigkeit (regulierbare Gleichstrom-Nebenschlußmotoren oder polumschaltbare Drehstrom-Asynchronmotoren) Verwendung finden, wählt der Führer bei kurzen Fahrstrecken die niedrige Geschwindigkeit, während bei längeren Wegen mit voller Geschwindigkeit gefahren und nur zum Einfahren eine Umschaltung auf niedrige Geschwindigkeit vorgenommen wird.

Bei der Druckknopfsteuerung unterscheidet man zwei verschiedene Ausführungsarten. Die Innensteuerung dient zur Steuerung des Aufzuges vom Fahrkorb aus, während bei der Außensteuerung Druckknopfplatten außen an den Haltestellen zur Steuerung vorhanden sind. Außer dem Anlaßgerät sind für die Druckknopfsteuerung Stockschatgeräte erforderlich, die den Fahrkorb selbsttätig in den Haltestellen still setzen. Eine genaue Bündigstellung ist aus diesem Grunde bei der normalen Druckknopfsteuerung nicht erreichbar, da die Auslaufwege nach Abschalten der Steuerung je nach der Belastung des Fahrkorbes verschieden sind. Aus diesem Grunde scheidet der Druckknopfsteuerungsaufzug für die Beförderung von Elektrokarren aus.

Bei der Seilsteuerung erfolgt die Betätigung des Anlaßgerätes mechanisch mittels eines durch den Fahrkorb und den Schacht geführten Seiles. Durch die Bewegung des Seiles schaltet der Führer das Anlaßgerät ein bzw. aus, wodurch eine Inbetriebnahme bzw. ein Stillsetzen

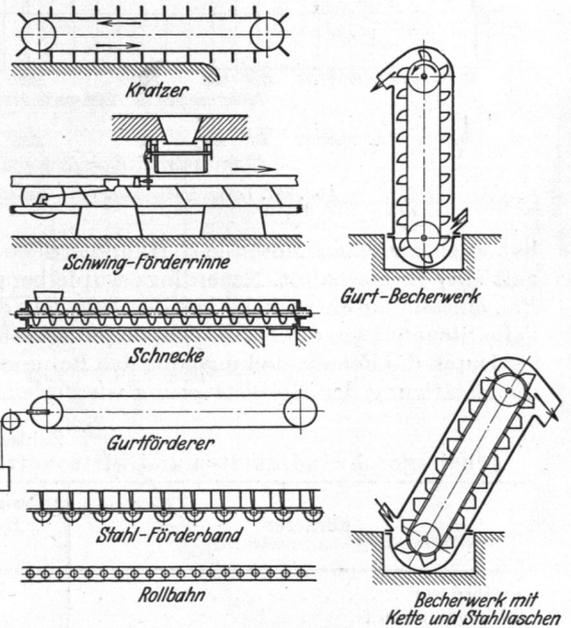


Abb. 239 bis 246. Schematische Darstellung der gebräuchlichsten Bauarten von stetigen Förderern.

des Aufzuges bewirkt wird. Infolge der mechanischen Betätigungsart kommt die Steilsteuering nur für Aufzüge mit niedriger Fahrgeschwindigkeit in Frage.

Während man für Aufzüge bei Gleichstrom Nebenschlußmotoren benutzt und diese durch Anlaßwiderstände, die durch den Selbstanlasser kurzgeschlossen werden, auf volle Drehzahl bringt, verwendet man bei Drehstrom neuerdings Motoren mit Käfigläufer (Doppelnutmotoren), die den Selbstanlasser überflüssig machen und dadurch eine besonders einfache Steuerung (und Motorenbauart) ergeben. Allerdings sind dieser Ausführung Grenzen gesetzt, die einerseits durch die Motorleistung, andererseits durch die Schalthäufigkeit bedingt sind.

Für sehr angestrengte Aufzüge und große Geschwindigkeiten ist die Leonardsteuerung zu benutzen, bei der der Gleichstrom-Nebenschlußmotor durch einen besonderen Generator betrieben wird. Leonardschaltung ist sowohl bei Drehstrom- wie bei Gleichstromnetzen möglich. Neuerdings hat man eine praktisch stufenlose Regelung des Leonardgenerators durch eine besondere Dämpfungsmaschine erreicht, die ein stoßfreies Anfahren und Verzögern in geringster Zeit ermöglicht.

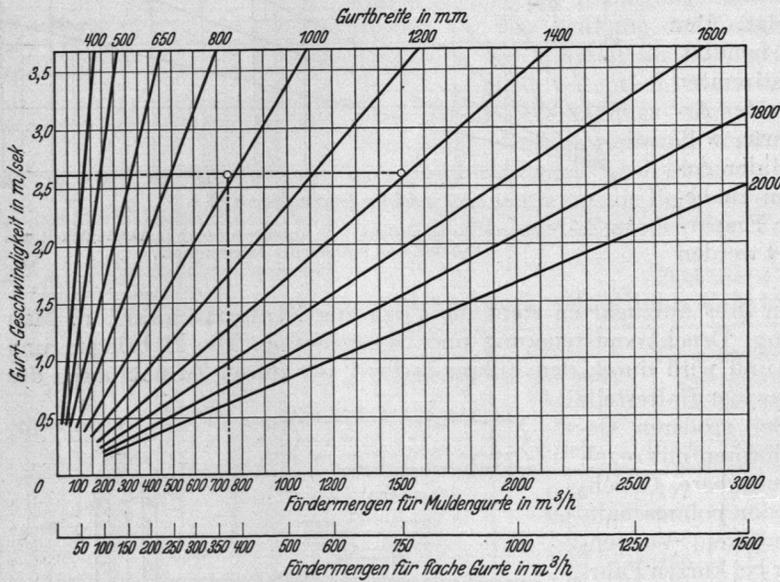


Abb. 247. Leistungsdiagramm für Gurtförderer.

Um den Fahrkorb in den Haltestellen selbsttätig bündig zum Stockwerkfußboden einzustellen und etwaige Seillängenänderungen bei Be- und Entlastung auszugleichen, ist eine „Feineinstellung“ nötig. Bei der Mikrosteuerung (und verwandten Konstruktionen) wird zur Erreichung der niedrigen Feineinstellungsgeschwindigkeit ein besonderer Hilfsmotor benutzt, der die Welle des Hauptmotors über ein Vorgelege mit etwa 1/10 der vollen Drehzahl antreibt, sobald nach dem Stillsetzen das Hilfsgetriebe mit dem hinteren Wellenstumpf des Motors gekuppelt wird. Man

hat auch zwischen Motor und Hauptgetriebe ein besonderes Übersetzungsgetriebe (Planetengetriebe) eingeschaltet. Neuerdings wurde bei ganz normaler Bauart der Winde eine selbsttätige Feineinstellung entwickelt, bei der lediglich durch den Hauptmotor und einige wenige zusätzliche Steuergeräte die Feineinstellung ausgeführt wird (Feineinstellung mit Tippschaltung).

Durch die Feineinstellung geht das Be- und Entladen ohne Stufe an der Haltestelle vor sich; die Betätigung der Hebelsteuerung wird erleichtert, ferner Zeitersparnisse dadurch erzielt, daß

Zahlentafel 33.

Arbeitsgeschwindigkeiten und wirtschaftliche Leistungsbereiche von Dauerförderern.

Förderer	Neigung gegen Horizontale °	Geschwindigkeit des Fördergutes m/sek	Wirtschaftliche Leistungsbereiche t/h
Gurtförderer	0—22	1,2 —3,0	15—200
Stahlplattenband	0—18	0,15—0,30	50—400
Stahltrögförderer	0—45	0,15—0,30	50—400
Kratzer	0—30	0,20—0,75	10—25
Schüttelrinne	0—15	0,20—0,40	2—15
Schnecke	0—30	0,20—0,30	2—10
Rollenförderer	— 2— — 5	0,50—0,75	für Stückgüter
Becherwerke mit stählerner Laschenkette	60—70	0,1 —0,3	5—80
Gurtbecherwerke	90	0,8 —2,5	5—50
Conveyor	0—90	0,15—0,3	15—300
Schaukelförderer	0—90	0,15—0,25	für Stückgüter

der Führer, während der Feineinstellungskorb bündig fährt, bereits die Tür öffnen kann; bei Fabrikaufzügen sieht man deshalb sehr oft Feineinstellung vor. Bei Elektrokarrenbeförderung ist die Feineinstellung besonders erwünscht.

Die **stetigen Förderer** stehen zwar im allgemeinen nicht in so enger Verbindung mit den Gebäuden wie Aufzugsanlagen und Krane, doch sind auch sie mit-

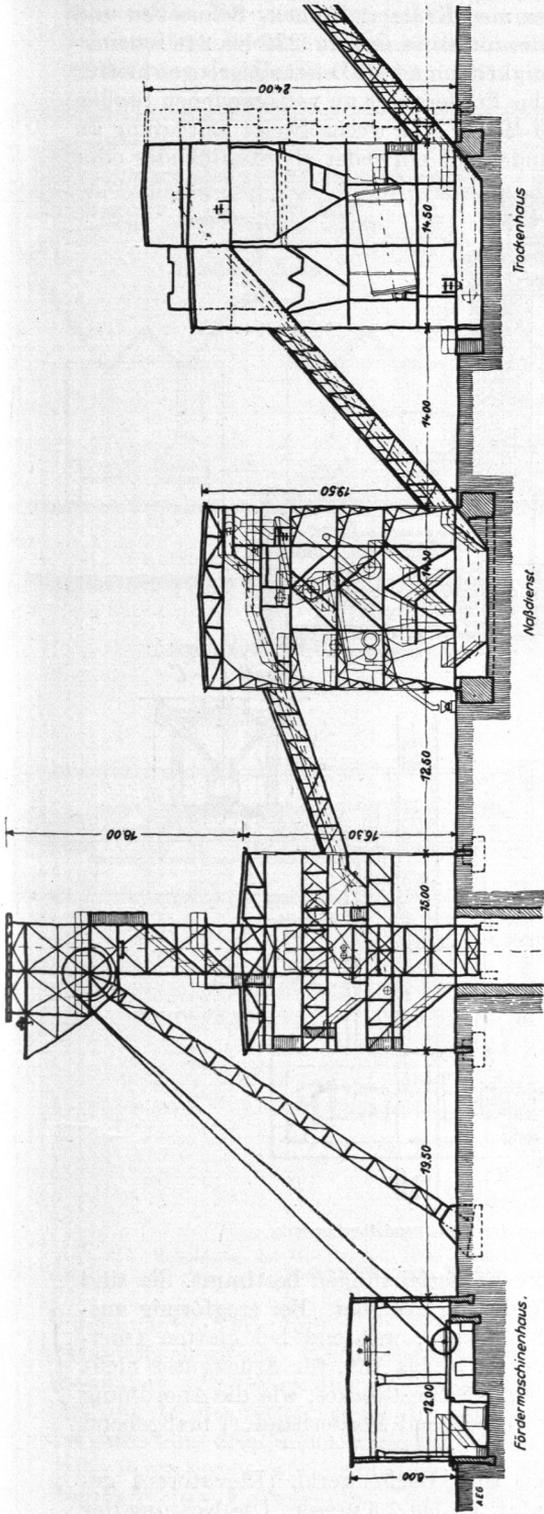


Abb. 248a.

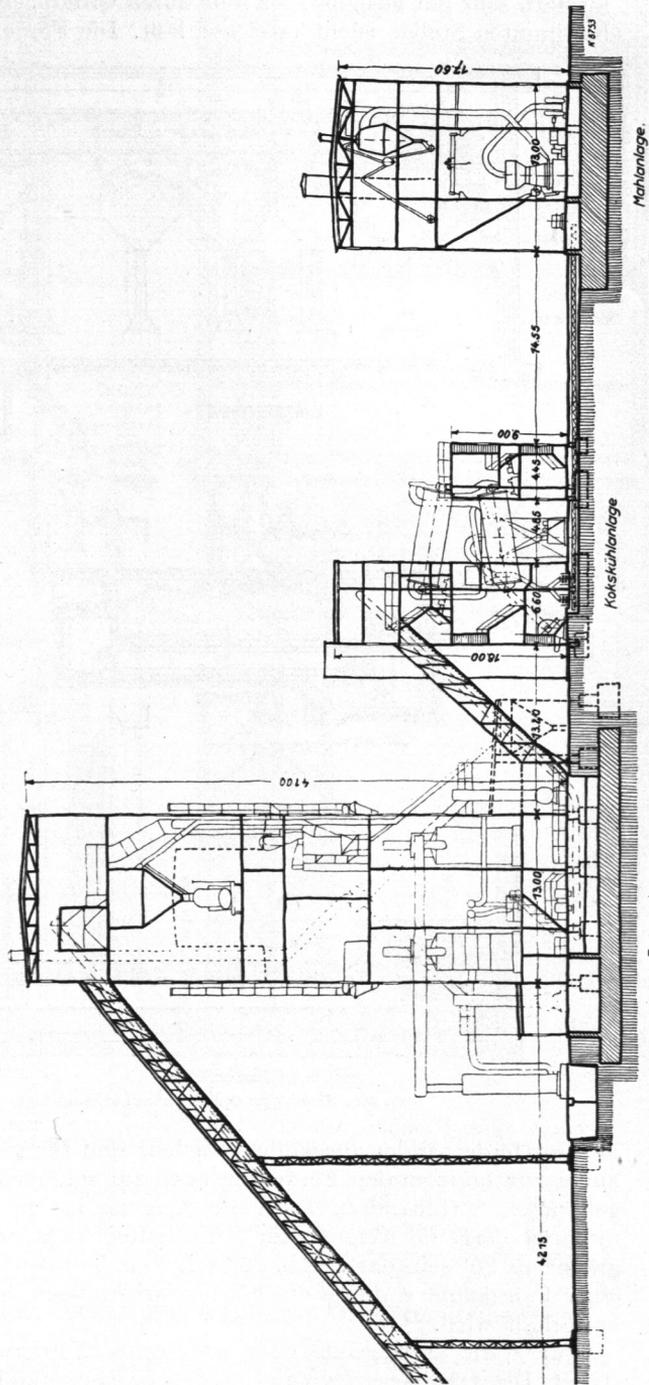


Abb. 248b.

Abb. 248a und 248b. Die Förderrichtungen bestimmen bei diesem Werk die Anordnung der Gesamtanlage.

unter nicht ohne Einfluß auf Anordnung und Lage der Fabrikbauten. Die Bauarten der stetigen Förderer sind außerordentlich verschieden und mannigfaltig. Auch werden sie in den verschie-

densten Zusammenstellungen angewendet, so daß praktisch jeder Ausführungsfall anders gelagert ist. Im Rahmen dieser Betrachtung genügt es daher, kurz die wichtigsten Bauarten zu erwähnen.

Für die horizontale Förderung von Schüttgütern kommen Kratzer, Rinnen, Schnecken und Transportbänder in Frage. Die Arbeitsweise dieser Fördermittel ist in Abb. 239 bis 246 schematisch dargestellt. Zahlentafel 33 gibt die Arbeitsgeschwindigkeiten und die Leistungsgrenzen hierfür wieder. Schnecken und Kratzer sind für das Entladen des Fördergutes an verschiedenen Stellen insofern sehr gut geeignet, als sich durch Öffnungen im Boden eine wechselweise Entladung an bestimmten Stellen leicht erreichen läßt. Die Förderbänder, die entweder als Stahlbänder oder

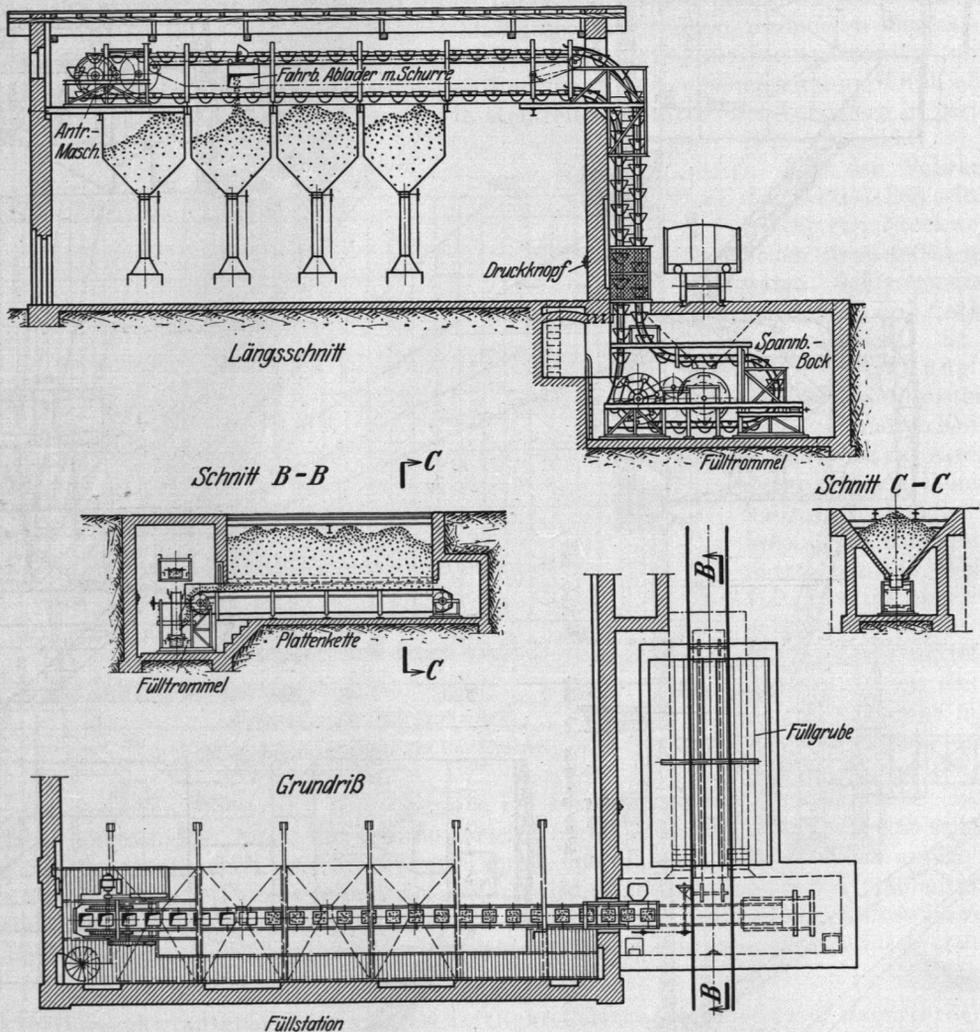


Abb. 249. Beköhlung der Hochbunker eines Kesselhauses durch ein Pendelbecherwerk.

als Gurtförderbänder ausgeführt werden, sind für größere Förderleistungen bestimmt. Sie sind außer zur horizontalen Förderung auch zur schrägen Förderung geeignet. Bei trogförmig ausgebildeten Stahlbändern kann die Neigung bis zu 45° betragen, während bei glatten Gurtförderbändern die Neigung für Schüttgüter nicht größer als 10 bis 15° , für Stückgüter nicht größer als 20° sein darf. Abb. 248 zeigt an dem Beispiel eines Schwelwerkes, wie die Anordnung einer Fabrikanlage durch die Fördereinrichtungen (hier vorwiegend Förderbänder) maßgebend beeinflußt wird.

Für stark ansteigende oder senkrechte Förderungen sind Becherwerke (Elevatoren) geeignet. Die Arbeitsgeschwindigkeit der Becherwerke beträgt $0,8$ bis $2,5$ m/sek. Die Neigung der Becherwerke soll 70 bis 90° betragen. Becherwerke mit Stahlketten werden für eine Neigung von 60 bis 70° gebaut, wobei die Arbeitsgeschwindigkeit $0,1$ bis $0,3$ m/sek beträgt.

Ist es erforderlich, das Gut sowohl in waagerechter wie in senkrechter Richtung zu fördern, so können die einzelnen Fördereinrichtungen entsprechend hintereinander geschaltet werden. Eine solche Förderung ist jedoch mit mehrmaligem Umladen des Gutes verbunden, was bei Schüttgütern zwar auf keine technischen Schwierigkeiten stößt, aber evtl. zu einer Beeinträchtigung der Beschaffenheit des Gutes führen kann. Für empfindlichere Güter ist daher zur

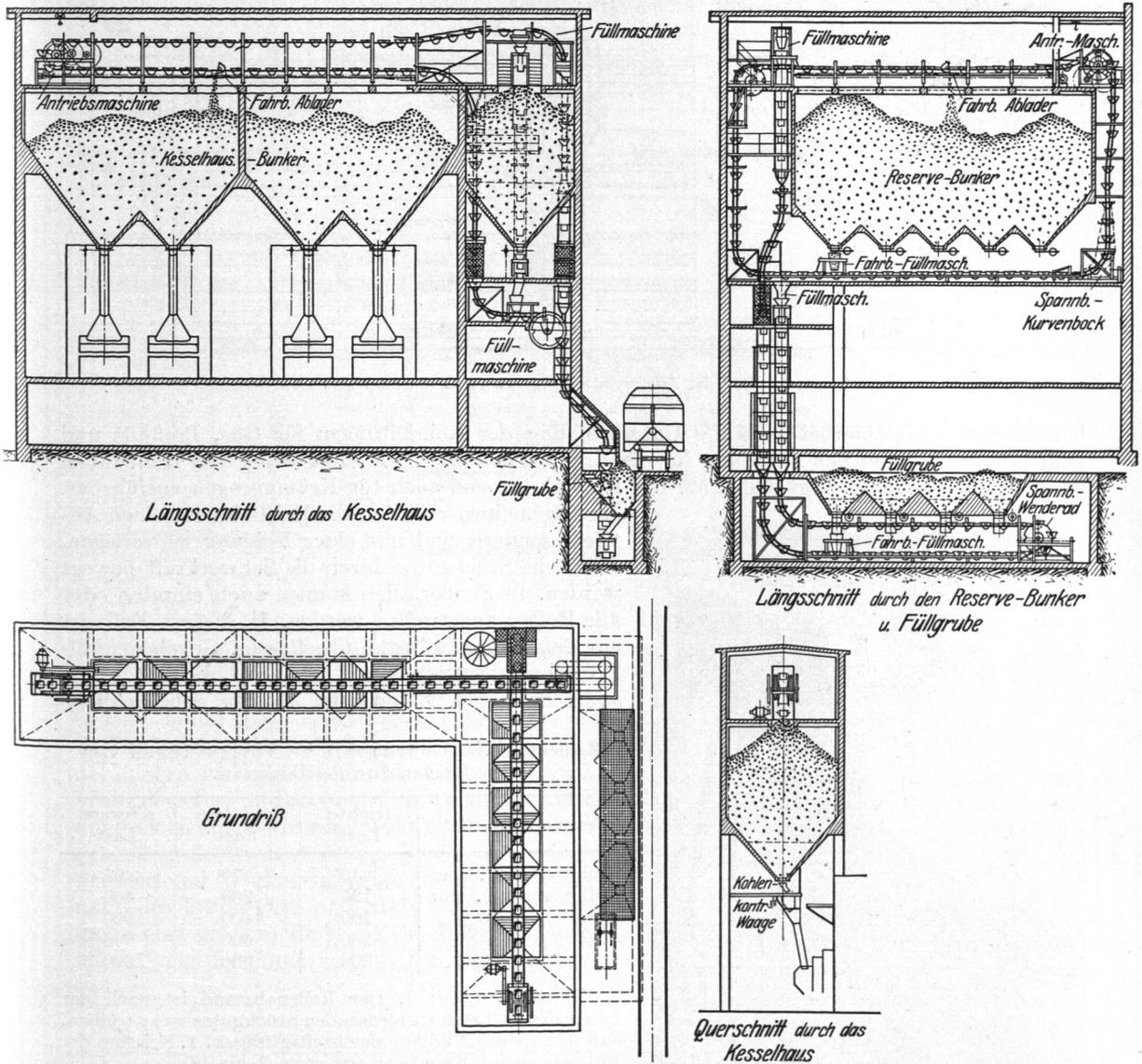


Abb. 250. Bekohlung der Hochbunker eines Kesselhauses durch ein raumbewegliches Pendelbecherwerk; ein einfaches Pendelbecherwerk dient daneben zum Füllen und Entleeren eines Reservebunkers.

kombinierten Förderung in waagerechter und senkrechter Richtung eine Conveoranlage (Pendelbecherwerk) vorzuziehen, welche das Umladen vermeidet. Pendelbecherwerke finden besonders zur Bekohlung von Kesselhäusern sehr viel Anwendung. Bei entsprechender Ausbildung des Becherwerkes ist die Förderung nicht an eine senkrechte Ebene gebunden, vielmehr ist auch eine dreidimensionale Förderung durch Verwendung sog. Spiral-Conveyor (raumbewegliche Pendelbecherwerke) möglich. Abb. 249 zeigt ein Pendelbecherwerk zur Bekohlung von Hochbunkern eines Kesselhauses. Die Anwendung eines Spiral-Conveyors zeigt Abb. 250. Die Leistung der Pendelbecherwerke kann durch Veränderung des Becherabstandes in weiten Grenzen variiert werden. Die Pendelbecherwerke arbeiten mit Geschwindigkeiten von 0,15 bis 0,3 m/sek.

Für Stückgüter kommen neben den Förderbändern zur horizontalen Förderung Plattenbänder und Rollbahnen, zur Förderung in verschiedenen Ebenen Schaukelförderer in Frage. Die Plattenbänder haben eine besonders weite Verbreitung in den Wandertischen für Fließfabrikation gefunden. Abb. 251 gibt einen Schnitt durch einen Wandertisch mittlerer Größe;

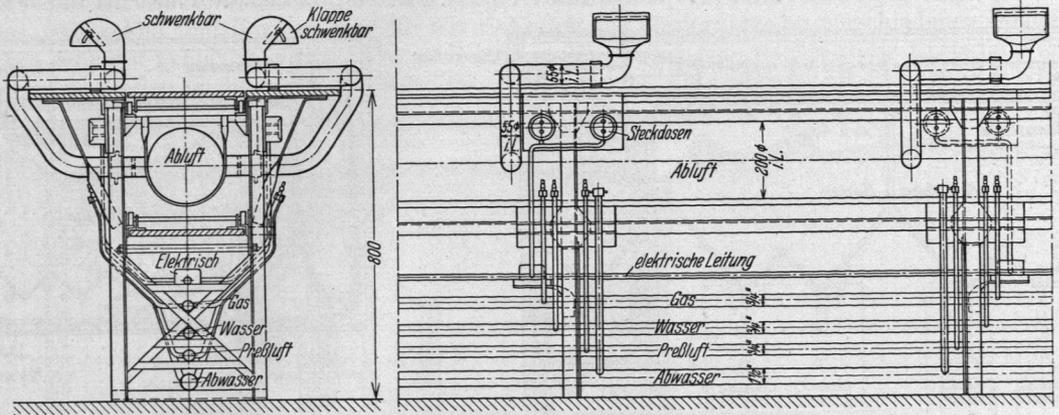


Abb. 251. Wandertisch (Plattenband); jeder Arbeitsplatz hat Anschluß an die unter dem Tisch verlegten Leitungen.

bemerkenswert ist hierbei auch die Unterbringung der Rohrleitungen für Gas, Preßluft und Dunstabsaugung und der Zuleitung für die Kraftstromstecker. Die Anwendung von Rollbahnen in einem Versandlager zeigt Abb. 252. Die Rollbahnen sind auch für Krümmungen ausführbar.



Abb. 252. Rollbahnen in einem Flaschenversandlager; zur Überwindung eines Höhenunterschiedes ist ein Steilförderer eingeschaltet, der durch zwei außenliegende Ketten und zwischen diese gespannte Mitnehmer die Flaschenkästen teils über glatte Rutschflächen, teils über geneigte Rollbahnen hochschleppt.

Im allgemeinen erhalten die Rollbahnen keinen Antrieb, sondern sind mit einer Neigung zu verlegen, damit die Stückgüter durch die Schwerkraft bewegt werden. In Sonderfällen können auch einzelne oder alle Rollen angetrieben werden. In diesem Falle ist ein Gefälle der Rollbahn überflüssig. Gegebenenfalls kann bei angetriebenen Rollbahnen die Förderung auch ansteigen. Zahlentafel 34 gibt gebräuchliche

Zahlentafel 34. Gebräuchliche Abmessungen von Rollen für Rollbahnen.

Verwendung für	leichte Last	mittlere Last	schwere Last
Rollen- \varnothing . . mm	40	70	95
Rollenbreite . mm	125	250	400
	200	400	600
	250	600	900
	300	900	1300

Bemerkungen: 1. Der Rollenabstand ist nach der Länge des kleinsten zu fördernden Stückgutes so zu wählen, daß mindestens 3 Rollen gleichzeitig tragen. 2. Neigung der Rollbahnen bei Kugellagerung etwa 2 bis 5°.

Hauptabmessungen an. Eine Sonderausführung von Rollbahnen stellen die Rollgänge in Hütten und Walzwerken dar; bei Rollgängen werden alle Rollen durch eine Transmission mit Kegelrädern von einem gemeinsamen Motor oder in neuerer Zeit durch

Einzelmotoren für jede Rolle angetrieben. Für geneigte abwärtslaufende Förderung von Stückgütern oder Säcken kommen glatte, gerade Rutschen oder glatte Wendelrutschen (siehe Abb. 253) in Frage. Für die Stapelung von Säcken und für die Beladung von Fahrzeugen mit Säcken werden sog. Sackelevatoren ausgeführt. Eine kombinierte Förderanlage mit Bändern, Rollbahnen und Rutschen zeigt Abb. 254.

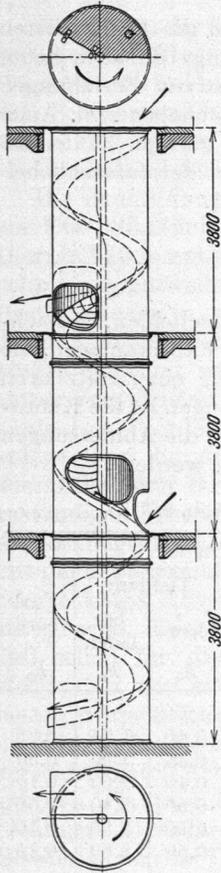


Abb. 253. Wendelrutsche.

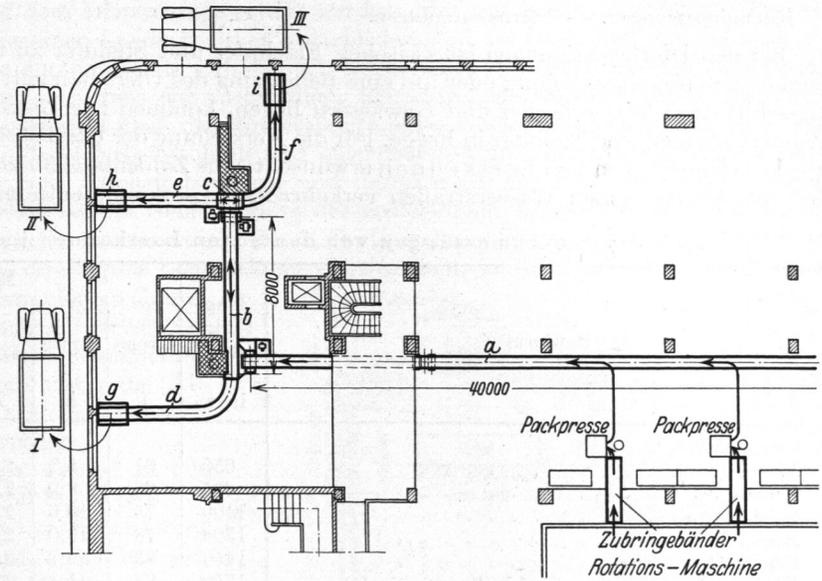


Abb. 254. Kombinierte Transportanlage, zur Verladung von 1000 Zeitungspaketen je Stunde.
a Förderband, b, c Förderbänder, umkehrbar, d, e, f Rutschen, g, h, i Auslauftische.

brücke, in der diese Elektrohängebahnanlage arbeitet, ist aus der Abb. 73 auf S. 57 ersichtlich.

Die Mannigfaltigkeit der für die Ausführung von Förderanlagen in Frage kommenden Bauarten erschwert die Wahl derselben außerordentlich, zumal für die Entscheidung nicht allein wirtschaftliche Überlegungen ausschlaggebend sind. Sauberkeit des Betriebes, Freihaltung der Straßen und Werkstattflächen von Förderanlagen, Schonung des Fördergute und andere Faktoren spielen mitunter eine größere Rolle als die Rücksicht auf eine Beschränkung der Förderkosten. Trotzdem ist es notwendig,

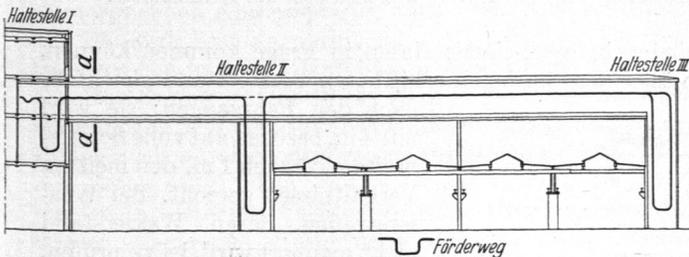


Abb. 255. Schema einer Elektrohängebahnanlage; auf zwei parallelen Fahrbahnen arbeiten zwei Katzen, die von den einzelnen Haltestellen aus ferngesteuert werden.

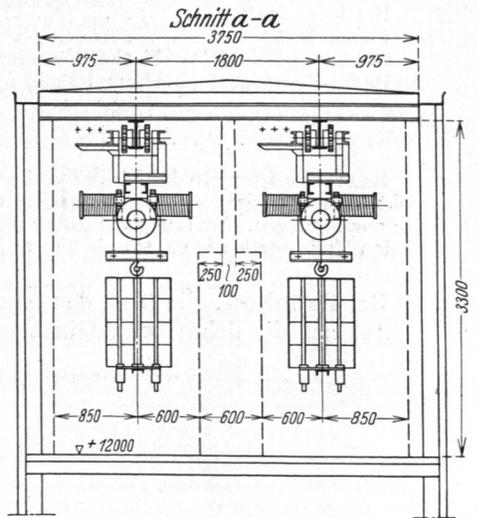


Abb. 256. Schnitt durch die Förderbrücke und Ansicht der Elektroaufkatzen zu Abb. 255.

sich bei der Planung der Transportanlagen ein Bild über die Kosten der Förderung zu machen, wobei Abschreibung und Verzinsung des Anlagekapitals meistens eine besondere Rolle spielen. Es sei in diesem Zusammenhang nochmals auf das eingangs dieses Abschnittes angezogene Werk

„Hebe- und Förderanlagen“ von Aumund verwiesen, wo in Tabellenform die Förderkosten für verschiedene Wege und Leistungen wiedergegeben sind. Wenn diese Angaben auch heute vielleicht keine absolute Gültigkeit mehr haben, so dürften doch die relativen Beziehungen zwischen den Förderkosten der einzelnen Transportmittel annähernd gleich geblieben sein. Auch liegt der Wert derartiger Vergleiche nicht so sehr in der Angabe allgemein gültiger Zahlen als vielmehr in der Anregung zur Durchführung von Vergleichsberechnungen bei der tatsächlichen Ausführung.

11. Bauten an Wasserstraßen.

Kahnabmessungen. — Uferbefestigungen.

Bei den Uferbefestigungen ist zwischen Flachufer und Steilufer zu unterscheiden, je nachdem es sich um einen Schutz oder um eine Benutzung des Ufers handelt. Bei Fabrikanlagen, die an schiffbaren Wasserläufen und Gewässern liegen, kommen zur Gewinnung einer nutzbaren Wassertiefe meistens Steilufer in Frage. Für die Herstellung der Uferbefestigungen ist die Kenntnis der Abmessungen von Lastkähnen erwünscht. Aus Zahlentafel 35 können die Abmessungen der auf den deutschen Wasserstraßen verkehrenden Lastkähne entnommen werden¹.

Zahlentafel 35. Abmessungen von deutschen Lastkähnen (siehe Abb. 257).

Bauform	Tragfähigkeit in t	Maße in m					
		Länge <i>l</i>	Breite <i>b</i>	Seitenhöhe <i>h</i>	Tiefgang		Freibord <i>h₃</i>
					leer <i>h₁</i>	be-laden <i>h₂</i>	
1. Flußschiffe							
Weser	650	61	8,7	2,20	0,40	1,95	0,25
Donau	675	63	8,2	2,40	0,35	1,90	0,50
Elbe	1100	75	10,6	2,10	0,40	2,00	0,10
Rhein I	1300	78	10,0	2,40	0,50	2,40	0,00
Rhein II	1450	83	10,1	2,65	0,50	2,55	0,10
Rhein III	1750	87	11,1	2,75	0,50	2,60	0,15
2. Fluß- und Kanalschiffe							
Finow-Maß	240	40	4,6	2,15	0,40	1,90	0,25
Berliner Maß	300	46	6,4	2,00	0,35	1,60	0,40
Saale-Maß	410	52	6,0	2,15	0,40	1,90	0,25
Breslauer Maß	605	55	8,0	2,20	0,40	1,95	0,25
Plauer Maß	690	65	8,0	2,20	0,40	1,90	0,30
600 t-Regelschiff (Märkische Wasserstraßen)	600	67	8,2	2,25	0,45	1,75	0,50
1000 t-Regelschiff (Dortmund-Ems)	950	67	8,2	2,50	0,45	2,40	0,10
3. Kanalschiffe							
Klodnitz-Maß	160	35	4,0	1,85	0,30	1,60	0,25

Bemerkungen: In der Länge *l* sind umklappbare oder abnehmbare Teile, z. B. der Klüver und das Ruder, nicht berücksichtigt. Für die Bemessung von Liege- und Ladeplätzen sind hierfür zu jedem Maß noch etwa 5 m zuzuschlagen. Für Lukenaufbauten bei gedeckten Kähnen und für Aufbauten am Bug und am Heck sind zu den Tiefenmaßen etwa 1,5 bis 2 m hinzuzuzählen; die Tiefenmaße beziehen sich auf Schiffsmitte.

Bei Brücken, die über den Einfahrten in werkseigene Häfen in Frage kommen können, richtet sich die lichte Durchfahrtshöhe über dem höchsten schiffbaren Wasserstand gleichfalls nach den Fahrzeugen; sie wird mit 4 m, bezogen auf volle Schiffsbreite zuzüglich 1 m, den meisten Verhältnissen gerecht. Bei Wasserstraßen, deren Wasserstand nicht reguliert wird, ist zu prüfen, ob nicht während der Hochwasserzeit ein Passieren solcher

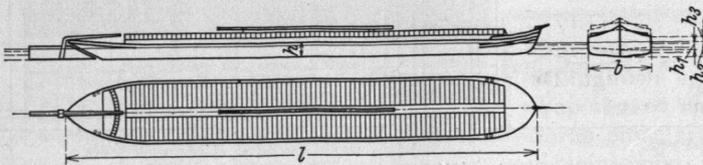


Abb. 257. Skizze zu Zahlentafel 35.

Brücken unterbleiben kann. In diesem Fall können die Brücken wesentlich niedriger gehalten werden, wodurch sich geringere Herstellungskosten ergeben.

¹ Aus O. Teubert: Die Binnenschifffahrt Bd. 1. Leipzig: Engelmann 1912.