

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

Von

Heinrich Salzmänn

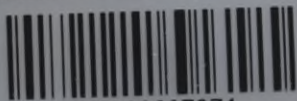
II

Speicher und Lagerhäuser

Mit 135 Figuren



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297971

1  
Bol. 5.12  
Sammlung Göschen

# Industrielle und gewerbliche Bauten

(Speicher, Lagerhäuser und Fabriken)

Von

Heinrich Salzmann

Arch. B. D. A. in Düsseldorf

II

Speicher und Lagerhäuser

Mit 135 Figuren

Zweite Auflage



Berlin und Leipzig

Vereinigung wissenschaftlicher Verleger

Walter de Gruyter & Co.

Formals G. J. Göschen'sche Verlagshandlung - J. Guttentag, Verlags-  
buchhandlung - Georg Reimer - Karl J. Trübner - Veit & Comp.

1921



~~1926~~

1-301282

---

---

Alle Rechte, insbesondere das Übersetzungsrecht, von der Verlagshandlung vorbehalten.

---

---

---

Druck der Vereinigung wissenschaftlicher Verleger  
Walter de Gruyter & Co. Berlin W. 10.

Akc. Nr. \_\_\_\_\_

~~4004/51~~

RAU-3-16P/2016

# Inhalts-Verzeichnis.

	Seite
Kapitel I. Einleitung .....	7
„ II. Geschichtliches .....	10
„ III. Wirtschaftliche Erwägungen.....	17
„ IV. Die Gesamtanlage der Bauwerke und ihre Räumlichkeiten .....	24
A. Allgemeines, betr. die Gebäude und sonstige bau- liche Anlagen .....	24
B. Räumlichkeiten und Vorrichtungen für die Ver- waltung, den Betrieb und für Nebenanlagen ...	26
C. Die äußere Erscheinung der Gebäude .....	29
D. Die innere Erscheinung der Gebäude .....	31
Kapitel V. Einzelformen der baulichen Anlagen	39
A. Straßen für Ladeverkehr .....	39
B. Freie, unbedachte Lagerplätze .....	41
C. Unterirdische Bauwerke .....	50
D. Überbaute Gruben .....	52
E. Oberirdische Bauwerke .....	54
I. Flachbauten und Hochbauten im allgemeinen	54
II. Lagerhausbauten für allgemeine Handelszwecke, für feste oder verpackte Waren.....	56
a) Größere Flachbauten ohne Keller .....	56
b) Größere Flachbauten mit Keller .....	65
c) Lagerhäuser, mehrgeschossig, eingebaut, kurzfrontig.....	67
d) Gruppenbauten.....	70
e) Hochbauten, mehrgeschossig, freistehend .	75
f) Hochbauten, mehrgeschossig und langfron- tig, eingebaut .....	75
g) Offene und geschlossene Schuppen, also klei- nere Flachbauten .....	76
III. Speicheranlagen für Getreide und ähnliche kör- nige, rieselfähige Stoffe.....	77
a) Die verschiedenen Arten der Lagerung ..	77
b) Vorteile der verschiedenen Lagerungsarten	78

	Seite
IV. Flachspeicher — auch Schütt- oder Bodenspeicher genannt — mit festen Böden . . . . .	80
V. Kastenspeicher mit festen Böden . . . . .	81
VI. Kastenspeicher und Flachspeicher mit Rieselböden . . . . .	83
VII. Schächte (Silos) für sich betrachtet . . . . .	86
a) Allgemeines . . . . .	86
b) Belastungsverhältnisse der Wände und des Bodens in den Behältern . . . . .	90
c) Schachtkonstruktionen in verschiedenen Materialien . . . . .	90
1. Holzschächte aus verschalteten Gerüsten . . . . .	90
2. Holzschächte mit gefalzten Pfosten . . . . .	90
3. Holzschächte mit Packwänden . . . . .	91
4. Massive Schächte aus Ziegelstein oder Rohbeton . . . . .	92
5. Schächte aus Eisenbeton . . . . .	92
6. Schächte aus Eisen . . . . .	94
7. Schächte aus Form- und Betonkörpern . . . . .	96
VIII. Schachtspeicher (Silos) ohne Lagerböden, für Getreide usw. . . . .	96
IX. Gemischte Speicher, Schachtspeicher in Verbindung mit Flach- oder Kastenspeicher voriger Arten; Arbeitsgang in solchen Anlagen . . . . .	102
F. Schachtspeicher für erdige und steinige Materialien . . . . .	116
1. Für grobkörnige Stoffe, wie Kohle, Abfälle usw. . . . .	116
2. Schachtspeicher für feinkörnige, erdige Materialien, wie Zement, Sand usw. . . . .	118
3. Zur Anhäufung von Erzen und Gesteinen, wie Kalke, Dolomit, Porphyry usw. . . . .	120
4. Silo für Grünfutter . . . . .	121
5. Verladetaschen . . . . .	122
G. Neuere Groß-Speicher verschiedenster Art . . . . .	123
Kapitel VI. Maschinelle Einrichtungen . . . . .	128
A. Die Kraft . . . . .	129
B. Die Transportvorrichtungen . . . . .	130
I. Für Transporte in wagerechter Richtung . . . . .	130
a) Gleisanlagen . . . . .	130
b) Hängebahnen . . . . .	131
c) Transportbänder verschiedenster Art . . . . .	131
d) Schnecken . . . . .	132

II. Transportmittel, wagerecht und senkrecht wirkend .....	132
III. Transportmittel, senkrecht bzw. schräg aufwärts arbeitend .....	133
a) Elevatoren, Paternosterwerke, Becherwerke und Saugwerke .....	133
b) Schnecken und Bänder .....	134
c) Aufzüge mit Fahrkörben .....	134
d) Einfache Seilaufzüge .....	137
e) Fallschächte .....	137
f) Rieselböden .....	137
g) Rutschen .....	137
h) Rollbahnen .....	138
C. Die Verwiegung und Reinigung der Lagergüter	139
D. Vorrichtungen zum Umsetzen des Lagergutes ....	140
E. Verschlüsse für Silozellen .....	140
Schlußbemerkung .....	142
Register .....	143

---

### Literatur.

Wegen der neuzeitlichen Anlagen wird besonders auf die neueren Jahrgänge der bereits in Bd. I genannten Zeitschriften verwiesen.

---





## Kapitel I.

### Einleitung.

Eine genaue Unterscheidung der Begriffe dafür, unter welchen Umständen man ein Bauwerk als Speicher oder als Lagerhaus bezeichnen darf, ist schwer durchzuführen, weil nach dem Sprachgebrauch der verschiedenen Gegenden schon die Begriffe für das einzelne Wort nicht gleichbedeutend sind.

Als „Lagerhausbau“ bezeichnet man im allgemeinen ein Bauwerk, in welchem Waren oder Güter verschiedener Art für den baldigen Umschlag — vorzugsweise für den allgemeinen Handelsverkehr — gelagert werden sollen.

Man versteht — ebenso allgemein — unter einem „Speicherbau“ oder kurz „Speicher“ ein Bauwerk, in welchem große Mengen von Waren derselben oder verwandter Art — nötigenfalls für längere Zeit — aufgehäuft und verwahrt werden können.

Die Lagerhäuser bzw. Speicherbauten werden in den verschiedensten Formen und Arten für die Zwecke des Handels und der Fabrikation errichtet; für die sehr verschiedenen Anordnungsarten sind keine allgemein feststehenden besonderen Bezeichnungen entstanden. Bei den Gebäuden für Lagerzwecke unterscheidet man verschiedene Hauptarten:

1. Flachspeicher — auch Schütt- oder Bodenspeicher, oder kurz „Böden“ genannt — mit festen Böden; die allgemeinste Art des Lagerhauses. Bau-

werke, in denen die Lagergüter — meistens mit der Hand — nur bis zu einer gewissen Höhe frei auf dem Boden gelagert und umgesetzt werden können. Solche Bauten werden zum Stapeln von verpackten oder unverpackten Gütern aller Art benutzt; sie dienen sowohl den allgemeinen privaten Handelszwecken, wie auch dem Lagerbetriebe der Behörden, so der Eisenbahn-, Zoll-, Post- und Heeresverwaltungen. Es sind große Räume zu schaffen, deren Boden möglichst frei sein muß von baulichen Anlagen, damit die Lagergüter darauf möglichst ungehindert befördert und aufgehäuft werden können.

2. Flachspeicher mit gelochten Böden, kurz Rieselböden genannt; nur gebräuchlich für Bauwerke, in denen körniges, rieselfähiges Gut flach gelagert werden soll. Die Lagerböden werden mit Löchern versehen, durch welche das Gut vermöge seines eigenen Gewichtes nach unten fallen kann. Die Bauten werden im übrigen wie vorige gestaltet und vorzugsweise zur Aufbewahrung von sogenannten weichen Getreidesorten benutzt, weil solche durch eine schachtartige Aufhäufung Schaden leiden würden.

3. Kastenspeicher; sie werden ähnlich vorstehenden Flachspeichern gebaut; die Lagerböden versieht man aber mit hohen Abteilwänden, vermöge deren dann kastenartige Behälter und dazwischenliegende Gänge entstehen; die Waren bringt man von Hand oder maschinell auf verschiedenste Art in die Kästen hinein oder heraus. Solche Speicher werden besonders für Getreide und Früchte grob- und feinkörnige Waren verwendet, welche lose

(also unverpackt) gelagert werden sollen. Kastenspeicher stellt man sowohl mit festen Böden wie auch mit durchbrochenen Böden her; in letzterem Falle als Kastenspeicher mit Rieselböden benannt.

4. Schachtspeicher, auch Silospeicher und kurz „Silos“ genannt. — Silo nannten im Altertum die Orientalen eine Grube zur Getreideaufbewahrung. Wir verstehen darunter Bauwerke, welche schachtartige, hohe, einzelne oder zellenartig gruppierte Behälter enthalten, welche letztere im Grundrisse die verschiedensten Querschnitte zeigen können. Es sollen in solchen Schächten die Waren verwandter Arten — mittels maschineller Kräfte — eingefüllt, umgesetzt oder längere Zeit aufbewahrt werden können. Als Silos werden aber nur Speicher benannt, in welchen trockene, körnige Waren (wie Getreide, Früchte, Erdarten, Zement, Erze, Kohle usw.) lagern sollen. Die Behälter für Flüssigkeiten nennt man dagegen Tanks.

5. Gemischte Bauart. Die meisten Bauwerke zur Lagerung von Waren (besonders von körnigen) werden in gemischter Bauart hergestellt, indem ein Gebäudeteil mit Schächten versehen wird, den man auch dann den „Silobau“ nennt, während aber andere Gebäudeteile — kurz „Böden“ genannt — als Flach- oder Kastenspeicher mit festen oder gelochten Böden eingerichtet werden.

---

## Kapitel II.

### Geschichtliches.

Die Menschen waren jederzeit gezwungen, zur Erhaltung ihres Daseins Vorräte zu erwerben, anzuhäufen, aufzuspeichern und sie auch für längere Zeit gegen Vernichtung oder Beschädigung zu schützen.

Recht bald wurden künstliche Gruben als Schutz für Vorräte geschaffen, weil natürliche Höhlen oder Gruben nicht in ausreichendem Maße dafür zu Gebote standen; wie sie heute noch zum Schutze landwirtschaftlicher Erzeugnisse überall im Gebrauch sind. Dann kamen einfachst gebaute Dächer zur Anwendung, welche auf freistehenden Stützen ruhten, zum seitlichen Schutz der Vorräte errichtete man später auch Wände. Zu den Zeiten der alten Völker sind jedenfalls auch schon größere Kunstbauwerke zur Aufbewahrung von Vorräten errichtet worden; die Berichte der Geschichtschreiber geben aber nur sehr wenige Anhalte darüber. Solch alte Nutzbauwerke sind uns nicht an ihren Standorten erhalten geblieben, und es fehlen uns auch bildliche Darstellungen von ihnen; dasselbe gilt für die näherliegenden Zeitläufe bis zur Zeit Karls des Großen. Die ältesten, im nördlichen Europa erhaltenen Speicherbauten dürften wohl in Fig. 1 dargestellt sein; Blockhausbauten aus Telemarken in Bigdö, in kleinen, aber sehr ansehnlichen Formen, im 7. oder 8. Jahrhundert erbaut; Futter und Getreide wurde im unteren Geschoße aufbewahrt; im oberen Stockwerk hatte der Wächter des Hofes sein Schlafgemach, zu dem nur ein Kriechloch führte. Zur Zeit der sächsischen Könige legte man in Deutschland ein sogenanntes Steinwerk als Vorratsraum und Bollwerk in den sonst hölzernen Behausungen an, um darin Vorräte zu sammeln; einen turmartigen, mehrstöckigen Gebäudeteil, mit dicken Steinwänden hergestellt; der nur für den eigenen Bedarf ausreichte, also klein war. In Niedersachsen, bei Osnabrück, sind solche Bauwerke noch zu finden.

Als der Mensch sich die Bodenschätze der Erde und die Naturkräfte der Welt für seine Bedürfnisse besser nutzbar zu machen verstand, gelang es ihm auch, von bestimmten Erzeugnissen bedeutend größere Mengen zu gewinnen als vorher.

Man begann damit, die eigenen Erzeugnisse gegen fremde auszutauschen. Der Umtauschverkehr — und damit auch der Handel — entwickelte sich stark in der alten Welt; Waren wurden gegen Waren ausgetauscht, und für deren Aufbewahrung hatte man größere Bauwerke nötig. Ein besonderes Gewerbe bildete sich bei allen Völkern für den Tauschverkehr aus, der Handelsstand, die Kaufleute. Diese unternahmen es



Fig. 1. Alte Holzspeicher aus Telemarken.

(Nach Bergner, Handbuch der bürgerlichen Kunstaltertümer.)

systematisch, die verschiedensten Erzeugnisse in geeigneter Art anzusammeln, zu erwerben und zu vertauschen, um ihre Handelstätigkeit ertragreicher zu gestalten. Sie gründeten in eigenen und fremden Ländern bauliche Niederlassungen an solchen Orten, welche für den Erwerb, den Transport und Austausch großer Massen günstig gelegen waren; vielfach sind aus ihnen heute noch bestehende Städte entstanden.

Als Speicher für die Waren wurden an den schiffbaren Gewässern auch die Schiffe selbst gebraucht, und auf dem

Lande wurden die Waren in größeren und kleineren Fuhrwerken verwahrt. Die Lagerräume wurden also anfangs gewissermaßen durch bewegliche Räumlichkeiten gebildet, bis der Kaufmann einen günstigen Ort für seine Seßhaftmachung gefunden hatte.

Der Wert der gehandelten Waren wurde höher; er bedingte an all diesen Orten einen besseren Schutz des Handelsgutes als früher.

Man errichtete die Lagerhäuser als starke Bauwerke, um die Waren darin gegen ungünstige Einflüsse aller Art zu schützen. Die Landesfürsten, Städte, Klöster und sonstige Grundherren und Berechtigte erhielten fast stets ihre Einkünfte in Form von Waren oder Naturalien — die Lehnsabgaben, Grundzins, Zehntsteuer und sonstiges. Manche der Abgaben stellten große Mengen dar — wie z. B. Körnerfrüchte — und es mußten für sie besondere Lagerräume geschaffen werden. Der mächtige Städtebund des Mittelalters, die Hansa, errichtete die sogenannten Kontore mit großen Lagerhausbetrieben; die später entstandenen Handelsgenossenschaften, Gilden, Innungen usw. erbauten auch für ihre Zwecke dienliche, besondere Lagerhäuser. Das sogenannte Stapelrecht verlieh den Städten die Gewalt, alle reisenden Kaufleute, welche innerhalb der sogenannten Bannmeile das Stadtgebiet berührten, zu zwingen, daß sie ihre Waren innerhalb der Stadtmauern auspacken — also stapeln — und den Bürgern feilbieten mußten; das Stapeln geschah meistens in den sogenannten Kaufhäusern der Gilden, wo größere Lagerräume zu finden waren.

Vom 12. Jahrhundert ab, dem Beginn der Hansezeit, und weiterhin sind uns noch allerlei Lagerhausbauten in den alten Städten erhalten geblieben.

Bei den ersten Anlagen befanden sich die Lagerräume mit den Wohnungen und Ställen unter einem Dache. Das Gebäude war zum Schutze gegen Feinde mit Zäunen, Wällen oder Gräben umzogen. Spätere bauliche Anlagen zeigen ein großes, nach außen hin geschlossenes Viereck, dessen Kern ein großer Innenhof bildete.

Ein derartiges Bauwerk stellte gewissermaßen eine Burg dar, denn es zeigte bei freier Lage rundum geschlossene Wände mit nur wenigen Öffnungen; das nach der Straße hin gelegene Gebäude enthielt in seinen unteren Stockwerken meistens die

Räumlichkeiten für Handel und Lagerzwecke, und in den oberen Stockwerken die Wohnräume der Besitzer. Die übrigen Bauten enthielten Räume für Gesinde, Vieh und für Lagerzwecke. In den Hafenstädten grenzte ein Hintergebäude meist an ein schiffbares Gewässer an; die Waren wurden mittels einfacher Seilauzüge aus den Schiffen oder Wagen gehoben und in die einzelnen Stockwerke hinein- oder umgekehrt hinausbefördert.

Wenn die Gebäude mehrstöckig angelegt waren, umzogen meist den Innenhof freie Galerien und Treppenanlagen, die Erholungszwecken dienten, aber auch die Zugänge für Lager Räume bildeten. Die Innenhöfe waren gewissermaßen die Zentralstelle für den Handel und Verkehr; der Besitzer konnte die ganze Anlage vom Hofe aus sehr leicht übersehen; vielfach wurden solche Höfe mit großem Kunstverständnis architektonisch ausgebildet.

In den Versammlungshäusern der Gilden wurden öfter die Räume für Festlichkeiten im Oberstock der Bauten angelegt, während in den unteren Geschossen dagegen die Lager- und Handelsräume für wertvolle Waren geschaffen wurden; auch die über den Festräumen liegenden Geschosse dienten vielfach noch zu Lagerzwecken für leichtere Massengüter. Daß die Alten in mehrartiger Verwendung der Bauten nichts Absonderliches fanden, zeigt die Tatsache, daß z. B. das alte Kaiserhaus in Konstanz (in dem Kaiser und Päpste ihre Versammlungen abgehalten haben) unter- und oberhalb der prächtigen Festräume auch noch Lagerräume enthielt. Ähnliche Verhältnisse sind zu finden in vielen alten Städten von Deutschland, Holland, Belgien usw.

Als Baustoffe für diese Gebäude wurden meistens diejenigen benutzt, welche in der Nähe am besten zu haben waren; so der Bruchstein, Werkstein, Ziegel, das Holz.

Die Gebäude enthielten größere, hallenartige Räume und zeigten in den unteren Stockwerken meist Massivbau. Die Decken und ihre Stützen wurden manchmal in Steinkonstruktion errichtet, meistens aber — in den Obergeschossen wohl ausnahmslos — aus Eichenhölzern oder Tannenhölzern, von großen Abmessungen, außerordentlich solide und tragfähig hergestellt. Die Holzdecken waren im Erdgeschoß oft noch durch Steinsäulen gestützt, während darüber erst starke Holzstiele die folgenden Decken und das Dach trugen. Die Dächer

wurden in vorbildlicher Art konstruiert und mit dauerhaftem Steinmaterial eingedeckt. Die äußeren Wände waren in den oberen Geschossen (besonders dort, wo Mangel an Werksteinen herrschte) in Fachwerkbau errichtet.

Von den Holzbauten sind uns wenigere erhalten geblieben als von den Steinbauten, weil sie dem Feuer, der Witterung oder willkürlichen Beschädigungen weniger Widerstand leisten konnten als jene.

Diejenigen Bauten, welche von Handelsgenossenschaften, Gilden oder sonstigen größeren Verbänden, auch von Stadtverwaltungen errichtet wurden, zeigten meistens schon den reinen Lagerhausbau, ohne Anlage von Räumlichkeiten zur Beherbergung von Menschen oder Tieren. Entsprechend den vermehrten Mitteln wurden sie nicht nur sehr solide, sondern manchmal auch recht prunkhaft aufgeführt, wie z. B. die großen Bauten der Hansa in London, Brügge, Bergen, Nowgorod und Ypern. Es bestehen heute noch prächtige alte Lagerhäuser (wenn auch als solche nicht mehr in Betrieb), z. B. in Straßburg, Nürnberg, Frankfurt, Hameln, Köln, Bremen, Lübeck, Brügge, Ypern usw.

Die Entdeckung fremder Erdteile brachte dem Handel neuen Aufschwung; es verschoben sich die Handelsinteressen immer mehr nach den großen, schiffbaren Gewässern hin, und dort entstanden auch schon Sonderbauten für einzelne Handelsprodukte.

Im allgemeinen hat sich im Laufe der Zeiten (nach dem Mittelalter bis nahe an unsere Zeit heran) die Konstruktion und Einrichtung der Lagerhäuser wenig geändert. In geldarmen Zeiten wurden öfters alte Klöster, Schlösser, Verwaltungsgebäude, sogar Kirchen benutzt und zu Lagerzwecken umgebaut. Die Beförderung der Waren geschah in allen diesen Lagerhäusern noch über Leitern und Treppen, auch mittels einfacher Seilaufzüge, die höchstens mit sogenannten Tummelbäumen betrieben werden konnten.

Als im 19. Jahrhundert durch großartige Erfindungen — wie die Dampfschiffe, Eisenbahnen und sonstige moderne Verkehrsmittel — sich der Handelsverkehr immer mehr verschob und verzweigte, wurde danach auch eine immer größere Trennung der einzelnen Güter im Handel nötig. Es ergab sich die Notwendigkeit, die Lager Räume und Betriebseinrichtungen immer mehr den Erfordernissen für die einzelnen Handels-



güter anzupassen und sie auch — mehr als bisher — von Baulichkeiten zu trennen, welche nicht der eigentlichen Lagerung dienten.

Die Anlagen wurden auch dem Umstande mehr angepaßt, ob die Waren längere Zeiten darin aufbewahrt werden sollten, oder ob sie gewissermaßen nur dem Durchgangsverkehre dienen sollten.

Der Massenverkehr stieg in neuerer Zeit aber nicht nur im eigentlichen Handelsverkehr gewaltig an, sondern auch in den verschiedenen Industriezweigen, so daß bei letzteren wieder auch die Massenproduktion einzelner — halbfertiger oder ganzfertiger — Fabrikate immer mehr um sich griff. Es wurde überall die Notwendigkeit empfunden, für die Lagerung größerer Mengen Rohmaterialien oder Fabrikate auch einheitliche und abgesonderte Räumlichkeiten zu schaffen, und die moderne Entwicklung der Erwerbsstände forderte stetig wachsende Abmessungen der dafür nötigen Bauwerke.

Das Heben von Massengütern wurde durch die vielgestaltigen, maschinellen Erfindungen in neuerer Zeit bedeutend erleichtert und verbilligt, und deshalb richteten sich die Bestrebungen im Lagerhausgewerbe dahin, den Gebäuden größere Höhenabmessungen zu geben, um die Fallkraft des Lagergutes als arbeitendes Element mehr als früher nutzbar zu machen, dadurch auch an den immer teurer gewordenen Bauplatzflächen zu sparen, bzw. sie auszunutzen. Von diesen Erwägungen aus entstanden zuerst in Nordamerika — um die Mitte des 19. Jahrhunderts — die eigentlichen „Silospeicher oder Schachtspeicher“. Das Bestreben ging bei diesen Bauten dahin, möglichst viel Waren auf geringster Bodenfläche unterzubringen, und man schaffte riesige Einzelbehälter zur Hochstapelung der Hauptgüter des Handels und der Industrie.

Diese hohen Schächte boten auch Vorteile wegen der schon den alten Völkern bekannten Tatsache, daß einzelne Warengattungen, besonders Getreide, sich unter möglichst dichtem Abschluß von Luft und Feuchtigkeit länger brauchbar erhalten als ohne solchen Abschluß; die Silos lassen sich leicht verschließbar herstellen. In den modernen Bauten werden nun solche Schächte für Massengüter in ausgiebigster Weise in Anwendung gebracht.

Aber auch im Bereiche der Flachspeicher — der eigentlichen Lagerhausbauten — sind in neuerer Zeit vielerlei Ver-

besserungen eingeführt worden in bezug auf die Bauart und die Abmessungen der Gebäude, den Schutz der Güter und vor allem in bezug auf die Transportvorrichtungen. Die letzteren können nur insoweit berührt werden, wie sie mit den baulichen Einrichtungen in Verbindung kommen. Die sozialpolitischen Gesetze der Neuzeit brachten in die baulichen Angelegenheiten tief einschneidende Vorschriften im Interesse der Allgemeinheit, zum Schutze des Nachbarn und der im Betriebe tätigen Personen.

Die Herstellungsart und die Form der Lagerhausbauten wurden in unserer Zeit ganz erheblich auch dadurch verändert, daß zwei Hauptbaustoffe — das Eisen und der Zement — viel billiger jetzt hergestellt werden können als früher. Deshalb werden die mit diesen beiden Materialien bewirkten Bauausführungen in nachstehendem besondere Beachtung finden müssen.

Der Massenverkehr mit Handelsgütern ist stets auf den billigsten Transportweg angewiesen, und darum findet man die typischen Lagerhausbauten vorzugsweise an schiffbaren Gewässern in Verbindung mit Eisenbahnnetzen, also in den Handelsstädten, an der See, an Flüssen oder künstlichen Wasserstraßen. Dort findet man auch die meisten Anlagen aus neuerer Zeit, welche den Erfordernissen eines modernen Handelsverkehrs am ausgesprochensten dienen sollten und somit dafür eingerichtet werden mußten.

In Kapitel V sollen Bauwerke aus den verschiedensten Gruppen der Speicher- resp. Lagerhausgewerbe näher behandelt werden, welche neuzeitlichen Standpunkten entsprechen. Vorab seien noch die allgemeinen Gesichtspunkte besprochen, welche für die Anlage der Bauten in Betracht kommen.

---

### Kapitel III.

## Wirtschaftliche Erwägungen bei Er- richtung von gewerblichen Bauten.

Durchweg gültige Regeln lassen sich nicht darüber aufstellen, welche Bauart für gewerbliche Zwecke die billigste und beste ist, weil sich die Bauten den Erfordernissen des Einzelfalles immer möglichst genau anpassen müssen.

a) Bauten für dauernde oder vorübergehende Zwecke. Die letzteren Arten von Bauten sind zu mannigfaltig und sie müssen deshalb bei unseren näheren Betrachtungen ausscheiden; die einfachsten Bauformen Fig. 2—39 geben dafür Anhalt genug.

Gebäude für dauernde Zwecke soll man möglichst einfach, aber (wenn die Mittel es erlauben) mit den allerbesten Materialien erbauen, denn die Abnutzung der einzelnen Teile ist gerade in Gewerbebetrieben aller Art eine ganz außerordentliche, besonders in allen Teilen, welche mit den zu bewegendenden Waren in Berührung kommen. Man soll möglichst geräumig bauen und die Möglichkeit der Erweiterung des Betriebes besonders berücksichtigen, sowohl in bezug auf die gesamte Anlage wie auf größere Teile derselben.

b) Eigener Bedarf und Vermietung. Beim Bau für eigenen Bedarf ergibt sich das Nötige aus dem allgemeinen, weiteren Inhalte dieser Abhandlung.

Im Falle der Vermietung müssen die Gebäude entweder schon baulich in feste Abteilungen zerlegt (und in solch festen Abteilen vermietet werden), oder so eingerichtet werden, daß man überall mit Leichtigkeit größere oder kleinere Räume zur Vermietung bilden kann. In beiden Fällen müssen sowohl die Zugänge zu den eigenen oder vermieteten Räumlichkeiten, als auch die etwaigen gemeinschaftlichen Betriebseinrichtungen von allen Beteiligten möglichst ungehindert benutzt werden können. Es ist vor allen Dingen anzustreben, daß man möglichst große Räumlichkeiten schafft; auch die einzelnen Stützen und Wände möglichst weit voneinander aufrichtet,

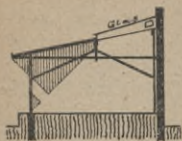


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 11.

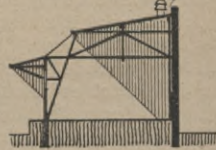


Fig. 12.



Fig. 13.

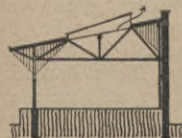


Fig. 14.



Fig. 15.

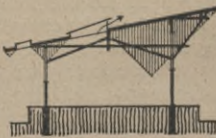


Fig. 16.



Fig. 17.



Fig. 18.



Fig. 19.



Fig. 20.



Fig. 21.

Verschiedene Querschnittsformen von Flachbauten.



Fig. 22.



Fig. 23.

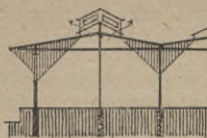


Fig. 24.



Fig. 25.

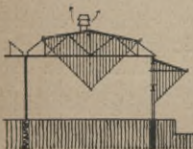


Fig. 26.



Fig. 27.

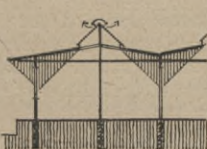


Fig. 28.



Fig. 29.



Fig. 30.



Fig. 31.

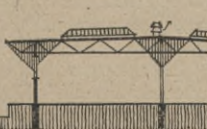


Fig. 32.



Fig. 33.

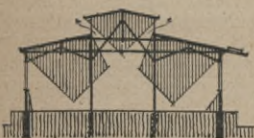


Fig. 34.



Fig. 35.



Fig. 36.



Fig. 37.

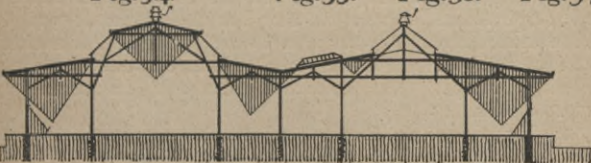


Fig. 38.

Fig. 39.

Verschiedene Querschnittsformen von Flachbauten.

damit diese Konstruktionen bei einer späteren Raumänderung möglichst wenig hinderlich sind. Allerdings wäre — bei mehrgeschossigen Bauten — darauf zu achten, daß später nur leichte Teilwände zur Anwendung kommen können; denn die spätere Aufrichtung schwerer Teilwände birgt Gefahren — oder die anfänglichen Baukosten würden zu sehr gesteigert —, wenn man die Konstruktionen für spätere schwere Raumteilungen einrichten wollte.

Der Mietertrag ist nicht zu besprechen, weil er abhängig ist von dem einzelnen Fall und Ort. Ein interessantes Beispiel für Vermietung bieten die Lagerhäuser der Hamburger Freihafen-Lagerhausgesellschaft; siehe Näheres bei Kapitel VE Gruppenbauten.

c) Zollverkehr. Größere Zollverkehrsanlagen, die außer den Gebäuden auch Werft- oder Ladestraßen enthalten, werden mittels hoher Einfriedigungen zu einem zollfreien Gebiete ausgebildet. Die Frage des Zollverkehrs hat keinen Einfluß auf die einzelnen Bauten von Privaten, welche in einem zollfreien Gebiete — wie solche z. B. in den Handelsstädten Bremen, Hamburg, Lübeck usw. an schiffbarem Gewässer vorhanden sind — errichtet werden sollen: weil dort die behördliche Behandlung der Waren auf den Zoll hin erst an den Zollgebietgrenzen erfolgt. Wo ein derartiges Freigebiet fehlt, müssen die nötigen Einrichtungen und Räumlichkeiten für den Zollverkehr — im Einverständnis mit der betreffenden Behörde — entweder im Gebäude selbst oder wenigstens nahe dabei vorgesehen werden; sie umfassen meist nur gute Abschlußvorrichtungen und entsprechende Aufenthaltsräume für die Zollbeamten.

d) Die Größe der Bauanlage. Ausschlaggebend ist hier — neben den Geldmitteln, welche zur Verfügung stehen — der gewünschte Fassungsraum für die eigentlichen Arbeits- und Lagerräume, ebenso die Art der Betriebskraft und die Größe und Anzahl der für den Betrieb nötigen Hilfsräume; auch ist Rücksicht zu nehmen auf event. Erweiterungsfähigkeit der Anlage. Nachstehendes dient zur Ermittlung des Raumbedarfs.

1. Der Bedarf an Raum für die Waren. Er richtet sich besonders nach deren Gewicht; denn er ist um so höher, je niedriger das spezifische Gewicht einer Ware ist.

1000 kg, also 1 Tonne, der nachgenannten Waren beanspruchen im geschütteten resp. verstaute Zustande:

	annähernd an Raum cbm		annähernd an Raum cbm
Roggen	1,28—1,46	Sand, Lehm, Erde, trocken	0,63
Gerste	1,45	Sand, Lehm, Erde, naß	0,50
Weizen	1,25—1,43	Zement, gemahlen, lose	0,77
Hafer	2,33	Zement, gemahlen, ge-	
Hirse	1,17	rüttelt	0,50
Erbsen, Bohnen, Linsen	1,18	Kohlen, Zwickauer	1,25—1,30
Mehl, lose	2,00—2,50	Kohlen, oberschlesische	
Mehl, gepreßt	1,25—1,40		1,25—1,32
Äpfel	3,33	Kohlen, Saar-	1,25—1,39
Birnen und Pflaumen	2,86	Kohlen, Ruhr-	1,16—1,25
Rüben	1,50—1,78	Kohlen, englische	1,25
Kartoffeln	1,37—1,43	Koks, Gas-	2,13—2,78
Siedesalz, grob	1,33	Koks, Zechen-	1,89—2,63
Siedesalz, fein	1,27	Chilesalpeter	1,—
Steinsalz, gemahlen	0,98	Guano	1,05—1,33

2. Über Belastungen in Silos, den Druck auf Wände und Böden siehe Kapitel V E, VII b.

3. Nutzlasten und mittlere Gewichte von Lagerstoffen siehe Ing. T. Hütte II, S. 220.

4. Stauraumtafel desgl. S. 380.

5. Weitere Gewichtsangaben für geschichtete Körper Ing. T. Hütte I, S. 453.

6. Spezifische Gewichte fester Körper I. T. H. I, S. 448—51.

7. Spezifische Gewichte von Flüssigkeiten I. T. H. I, S. 452.

8. Spezifische Gewichte von Gasen und Dämpfen I. T. H. I, S. 453.

e) Die Art der Lagerung und die Haupteigenschaften des Lagergutes sind zu beachten. Ob es in festem, flüssigem oder luftförmigem Zustand gelagert werden soll; welche Eigenschaften ihm während der Lagerung erhalten werden müssen, welche es noch erhalten soll, und welche es nicht erhalten darf; dann noch welche Stapelhöhe das Gut verträgt; ob die Beförderung der Waren in wirtschaftlicher Hinsicht besser von Hand oder maschinell geschehen kann. Man hat zu erwägen,

ob das Lagergut gegen Einflüsse der Witterung geschützt werden muß oder nicht, also in gedeckten oder ungedeckten Räumlichkeiten verwahrt werden soll.

Flüssigkeiten werden meist — die luftförmigen Materialien immer — in geschlossenen Räumen oder Gefäßen verwahrt, die oft schon die Abmessungen recht ansehnlicher Bauwerke erreichen. Flüssige und luftförmige Güter, die in transportablen Gefäßen, Fässern usw. verpackt sind, können den festen Lagergütern gleich behandelt werden.

Feste Lagergüter lagert man meist in gedeckten Räumen, manchmal auch unbedacht. Es ist von ausschlaggebender Bedeutung, in welchen Maßen man das Lagergut (ohne ihm Schaden zuzufügen) der Höhe nach aufspeichern kann, ob es luftig oder abgeschlossen gelagert werden kann, und ob die Größe der einzelnen Warenkörper einen einheitlichen, maschinellen Transport rätlich erscheinen läßt. Materialien, die durch Nässe und Druck sich erhitzen, müssen erst auf Flachspeichern gelagert und gelüftet oder sonstwie getrocknet werden, ehe sie in größeren Schichthöhen aufgestapelt werden können. Nach Entscheidung dieser Fragen ist die Hauptfrage gelöst, ob das betreffende Gebäude rätlicher als Schachtspeicher ausgeführt werden kann, oder als Flachspeicher bzw. Kastenpeicher ausgeführt werden muß.

Die Nutzlast, welche mit dem Gewichte des Stapelgutes auf die Böden gebracht wird, beeinflußt die Baukosten sehr stark. Bei Stückgut z. B. sprechen dazu die Zwischenräume im Stapelraum mit. Bei geschütteten Waren prüfe man selbst (an größeren, schon aufgeschütteten Massen) das Eigengewicht der betr. Waren und die für ihre gute Erhaltung zulässige Stapelhöhe.

Transport und Lagerung von Massengütern siehe Zt. d. Ing. 1899, S. 85, 225, 255, und 1901, 1216 u. folg. Jahrgänge.

f) Die Betriebsart in Lagerhäusern. Die Handarbeit ist unentbehrlich, wo es sich um Lagerhäuser für Stückgüter handelt; auch selbst in den größten solcher Bauten sind die Transportvorrichtungen nur auf einfache maschinelle Hilfe für das



Heben und Einbringen der Waren in den Lagerraum beschränkt, der Transport und das Verstauen innerhalb des Baues geschieht von Hand.

Der maschinelle Betrieb wird rentabel, wenn die Lagergüter wenigstens so weit von ähnlicher Gestaltung sind, daß mit denselben Transportmitteln auch Güterarten befördert werden können, die unter sich etwas verschieden sind; alsdann beschränkt sich die Handarbeit auf die Bedienung der Transportmittel. Die rein maschinelle Beförderung der Waren ist angebracht, wo große, einheitlich geformte Mengen recht schnell befördert werden müssen; unentbehrlich ist sie, wo der teure Baugrund das Hochbauen bedingt. Gemischte Betriebe, in welchen die Haupttransporte großer Massen teils nur von Hand, teils maschinell geschehen müssen, kommen selten in Anwendung.

g) Notbauten. Für die Versorgung der kämpfenden Heere und der heimischen Bevölkerung sind in den Kriegsjahren riesige neuartige Lagerräume nötig geworden. Geschlossene Gruben für Marmelade, Flüssigkeiten, Sprengstoffe usw. Große offene Gruben mit Trichterböden und Untertunnelungen für Entladegleise. Gewaltige Flachspeicher für Kali, Kohle, Salze und ähnliche Stoffe. Schachtsilos aller Art in größten Abmessungen. Die neueren Jahrgänge der Z. d. I. und Deutschen Bauzeitung, Handbuch für Eisenbetonbau enthalten viel Wissenswertes.

## Kapitel IV.

# Die Gesamtanlage der Bauwerke und ihre Räumlichkeiten.

### A. Allgemeines, betreffend die Gebäude und sonstige bauliche Anlagen.

Ausschlaggebend für die Rentabilität der Anlage ist die richtige Anordnung des Arbeitsganges, im Gelände sowohl wie auch innerhalb der Bauten und — bei größeren Betrieben — noch die Versorgung mit Kraft. Der Arbeitsgang stellt der Hauptsache nach Transporte von Gütern dar; deshalb müssen letztere auf möglichst kurzem Wege in billigster Art befördert und kontrolliert, nötigenfalls auch bearbeitet werden können; der kürzere Weg ist fast immer auch der beste und billigste. Der Arbeitsgang muß — besonders da, wo auch Bearbeitung stattfindet — möglichst fortlaufend ineinandergreifen, wenn er auch — wie dies in sehr großen Anlagen der Fall ist — verschiedene Richtungen annimmt, sich in Zickzackform, seitwärts, auf- oder abwärts bewegen muß. Die Güter sollen, wie die Menschen, sich vor allem nicht begegnen oder kreuzen und damit im Wege stören.

Die Bauwerke und die sonstigen Anlagen sind im Baugelände also dem Arbeitsgange entsprechend und mit Rücksicht auf die (Bd. I) berührten Eigenschaften des Bauplatzes anzuordnen. Es ist dabei noch auf unangenehme oder angenehme Eigentümlichkeiten des eigenen oder fremden Besitzes wegen

etwaiger Belästigungen zu achten, die in bezug auf Höhenlage, Bebauung, Feuersicherheit, Geräusch, schlechte Dünste usw. entstehen können. Die Erweiterbarkeit der gesamten Anlage sowohl, wie auch von größeren Teilen derselben ist unbedingt zu erwägen. Alle Bauanlagen sollen in einfacher Form mit den besten Materialien hergestellt werden.

Zufuhr- und Abfuhrwege für Güter bestimmen die Lage der Baulichkeiten in großem Maße. Die Wege sind, zu Wasser und zu Lande, genügend breit — Landwege möglichst hochwasserfrei und solid befestigt — herzurichten, an den Gebäuden entlang zu führen. Auf genügend großen Geländen stellt man die Gebäude der Länge nach an die Hauptwege, damit möglichst viele Ladetore entstehen, so daß die Zufuhr und Abfuhr des Gutes auf mehreren Seiten des Gebäudes erfolgen kann. Wenn dagegen auf beschränktem Raume eine größere Anzahl kleinerer oder mittlerer Bauten an Ladestraßen errichtet werden sollen, erbaut man die Häuser tiefräumig, mit ihrer kurzen Seite an die Ladestraße gestellt. Die einzelnen Gebäude stoßen entweder unmittelbar zusammen, oder man trennt sie durch größere Querstraßen bzw. Zwischenräume, welche für den Verkehr ausreichen und gegen Feuersgefahr einen guten Schutz bieten. Man hat auch Lagerhäuser errichtet, welche grundsätzlich nur an einer Straßenseite Fensteröffnungen haben, um das Weitergreifen von Feuer zu hindern. Außenwände sollen an solchen Zwischenräumen feuersicher erbaut sein und möglichst wenig Öffnungen haben; vor allem sind ungeschützte Holzteile an den Dächern usw. zu vermeiden, wenn in gegenüberliegenden Bauten

leicht entzündbare Stoffe gelagert werden. Die Ladefronten der Gebäude stellt man möglichst nicht gegen die sogenannte Wetterseite (bei uns meist Südwest), damit der Hauptschlagregen keine Öffnungen für den Ladeverkehr trifft.

Die Himmelsrichtung ist auch bei Stellung der Gebäude zu beachten, wegen der Sonnenwärme, Belichtung usw. für die Einzelräume; an der Nordfront sind diese immer kühler, aber auch viel dunkler als an der Südfront.

Bei Betrieben mit Eisenbahnen und Zollverkehr sind stets die Vorschriften der betr. Behörden genau zu beachten.

Diejenigen Betriebe, welche freistehend im Gelände errichtet werden, soll man mit einer soliden Einfriedigung versehen, die möglichst wenig Tore enthält, damit die Kontrolle erleichtert wird.

Über Baukonstruktionen siehe Bd. I Kapitel III.

## B. Räumlichkeiten und Vorrichtungen für die Verwaltung, den Betrieb und für Nebenanlagen.

Es sollen hier nur die Räumlichkeiten usw. aufgereiht werden, welche in den allergrößten Lagerbetrieben gebraucht werden. Bei den kleineren ist deren Art und Anzahl entsprechend zu mindern. Wo Licht und Kraft von fremden Stellen entnommen werden, fallen weiter noch die betr. Räumlichkeiten fort. In jenen Anlagen, welche mehrere Betriebe oder größere Gebäulichkeiten umfassen, erbaut man oft gemeinschaftlich für sämtliche Arbeiter — oder gegebenenfalls auch nach größeren Betriebsabteilungen zerlegt — die Kontroll-, Speise-, Wasch-, Kleider- und Aborträume.

Ein sehr großer Betrieb umfaßt folgende Anlagen:

1. Für Kontrolle: Eingangsstelle für Kontrolle der Waren: Wage für Fuhrwerk bzw. Waggon; Eingangsstelle für Personen: mit Kontrollvorrichtung, Uhr, Fremdenbuch,

Telephonstelle, Orientierungstafel, Alarmanlagen und Verbandstation für Unfälle, Räume für Autos und Fahrräder.

2. Für die Verwaltung:

a) Allgemeine Verkehrsräume; große Flure mit Orientierungstafeln, Haupttreppen, Nebentreppen, Verbindungsflure, Schalterräume, Garderoben (am besten mit Waschräumen verbunden); alle Anlagen nötigenfalls getrennt für Personal und Fremde, und auch nach Geschlechtern getrennt; feuersichere Ausgänge.

b) Für die oberste Betriebsleitung: besonderer Eingang oder Flur, mit Garderobe und Toilette, Arbeitszimmer, Sprechzimmer (am besten mehrere), großes Konferenzzimmer.

c) Für den kaufmännischen Betrieb: Schalterräume mit Sprechzimmer, Kassenraum mit besten, diebessicheren Tresoren für Geschäftsbücher und Wertsachen, feuersichere Tresore für wichtige Akten, mehrere Sprechzimmer; Zimmer für Korrespondenz, Buchhalterei, Diktat, Schreibmaschinen, Registratur, Raum für alte Akten, Drucksachen, Warenproben, Telephonzellen, Telephonzentrale und Telegraph.

d) Räume für technische Verwaltung; nötigenfalls (außer Buchhalterei und Kasse) dieselben Räume wie beim kaufmännischen Betriebe; außerdem vielleicht noch Laboratorien und Dunkelkammer. Schulsäle für Lehrlinge. Modellräume.

e) Räume für Lagerbeamte: In jeden Lagerhausbetriebe ist mindestens ein kleiner, besonders umschlossener Raum nötig für den eigentlichen Lageraufsichtsbeamten, mit einem sicheren Platz für die Aufbewahrung der Lagerbücher. Seine Lage ist übersichtlich anzuordnen, die Wände mit Glasfenstern versehen. In der Nähe sollen die Wiegevorrichtungen angebracht sein. Wo größere Einzelbetriebe vorhanden sind, müssen mehrere solcher Räume, dazu auch Aktenräume, Sprechzimmer und besondere sanitäre Anlagen und Bedürfnisanstalten geschaffen werden.

3. Räume für Beamte und Arbeiter (Geschlechter getrennt): die Kleiderräume, Waschräume, Speiseräume, Kochküchen, Bedürfnisanstalten, Baderäume mit Brausen und Wannen.

4. Für Lagerzwecke:

a) Die Ladestraßen und Lagerplätze mit Vorrichtungen zum Be- und Entladen.

b) Die Lagerhäuser: Räume für Einlieferung und die

eigentliche Lagerung des Gutes, nötigenfalls in größere oder kleinere Abteilungen zerlegt; Vorflure und Treppen; Transportvorrichtungen, längs und quer, nach oben und unten. Räume für Antriebsvorrichtungen, Winden, Aufzüge für Personen und für Waren; Räume für Gebläse, Reinigungsmaschinen, Abfälle, Packmaterialien, für Meß- und Schaltapparate, schräge und gerade Rampen, Rutschen; Räume für Verpackung, leere Gefäße und Kisten, abgesonderte Versandräume; dann Lagerbureau wie unter 2e beschrieben.

5. Für den Kraftbedarf:

a) Lager für Brennstoffe (Kohlen, Koks, Öl, Petroleum, Benzin usw.).

b) Kesselhaus mit Kesseln zur Dampferzeugung für Wärme und Kraft, Wasserreiniger, Vorwärmer, Dampferhitzer, Schornsteine, Brunnen, Pumpen. Oder bei Gasbetrieb die entsprechenden Apparate zur Erzeugung und Reinigung des Gases.

c) Das eigentliche Maschinenhaus mit den Kraftmaschinen, Schalttafeln, Hebezeugen, Pumpen und Wasserbehältern. Kühlvorrichtungen für Kondenswasser.

d) Akkumulatorenräume für Gas, Wasser, Preßluft, Elektrizität usw.

e) Lager für Öle, Geräte, Werkzeuge, Ersatzteile aller Art, je nach Betriebsart.

f) Werkstätten für kleinere Reparaturen, mit kleinen Arbeitsmaschinen, Schmiedefeuern usw. ausgerüstet.

g) Aufenthaltsräume für Werkmeister, Maschinisten, Elektrotechniker, Schlosser, Heizer, Arbeiter.

h) Begehbare Kanäle, Gerüste und Gestänge für Rohrleitungen, Kabel usw.

6. Für Vermietung: Lagerräume und Zubehör, nach Bedarf zerlegt in ganze Häuser, Stockwerke oder Teile derselben.

7. Lagerräume für gefährliche Stoffe: abgesonderte Bauteile oder Grundstückteile.

8. Räume für Zugtiere und Fahrzeuge: möglichst abgesondert von Lagerräumen; wegen Geruchs und Feuergefahr.

9. Große Behälter oder Gefäße: als Gruben oder in freistehender Form errichtet.

10. Einfriedigung des Grundstückes: mit Toren und Türen. Möglichst wenig Eingänge wegen einfacher Kontrolle.

11. Anlagen zur Wasserbeschaffung: Pumpstation, Wasserbehälter, Kläranlagen, Brunnen, Teiche.

12. Anlagen zur Entwässerung: Sinken, Sammelbehälter, Kläranlagen, Rohranlagen mit Einlässen, Reini- gungskästen und Entlüftungen.

13. Wohnungen für bewachende Beamte an den Toren, im Verwaltungsgebäude, beim Krafthaus und bei Ställen.

## C. Die äußere Erscheinung der Gebäude.

1. Allgemeines. Der Aufbau der Anlagen soll möglichst in einheimischer Bauart geschehen; schon deswegen, weil die dazu nötigen Baumaterialien meistens in der Nähe billig zu haben sind und das Bauen dadurch erleichtert wird; auch hierbei gelte der Grundsatz, beste Materialien in einfacher Form anzuwenden.

Der Streit um den Baustil ist ziemlich müßig, denn es kann eine gewerbliche Anlage in jedem Stile ansehnlich errichtet werden. Es bestand allerdings eine gewisse Vorliebe für ältere Bauformen, besonders für gotische und romanische. Die Bau- formen der heutigen Nutzbauten werden sich schon deshalb erheblich ändern, weil unsere Hauptbau- materialien ganz andere sind als die unserer Vor- fahren. Den Forderungen der modernen Archi- tektur — die dem Material gerecht, solide, schlicht und sachgemäß bauen will und soll — wird man sich immer anpassen müssen. Das Material soll dabei möglichst unverhüllt — auch farbig — in seinem Urzustande in die Erscheinung treten; das Bauen wird damit billiger, echter und dauerhafter.

Die Betonung bestimmter Linien ist bei Lagerhäusern schon durch die Benutzungsart der Gebäude gegeben, denn in Lager-

häusern müssen große Hohlräume geschaffen werden; starke Teilwände kommen im Gebäude wenig vor, also müssen aus Stabilitätsrücksichten die Frontmauern starkwandig konstruiert werden; unter Anwendung von Einzelstützen oder Pfeilern gliedert man außen den Bau, weil man im Innern möglichst glatte Wände haben will. Die Form und Größe der Öffnungen und Wandvorsprünge entscheidet das architektonische Bild der Wände und damit des Hauptteiles der Bauten. Die Bedachungen der meist sehr hohen Lagerhausbauten sollen bestimmte, entschiedene Umrißlinien hervorrufen; entweder indem sie hinter den Außenmauern so flach liegen, daß sie überhaupt nicht in die Erscheinung treten, oder so ansteigend gerichtet, daß ihre Masse gut zu den großen Wandkörpern paßt. Hohe Dächer können auch meist in ihren unteren Hohlräumen für gewerbliche Zwecke gut ausgenutzt werden; die Form der sogenannten Mansarddächer gibt sich darum als die nützlichste und wohl auch als die schönste, weil deren Linie unten steilere, oben aber flachere Dachneigungen hat.

Die Gebäudeformen halte man möglichst massig im Grundriß wie im Aufbau in großen Teilungen gruppiert. In der Höherziehung einzelner, größerer Teile, vor allen Dingen im Hervorheben einzelner großer Dachformen, ist eine gute und billige Gruppierung der Baumassen zu erstreben. Wenige, aber kräftige Vorsprünge sollten das Ganze gliedern; schon deshalb, weil dem Wetter dadurch wenig Angriffsstellen geboten werden. Wo die Eigenfarbe des Materials unschön wäre, sollte man künstlich mit Farben das Gebäude — nur in großen Flächen, nicht in kleinlichen Schnörkeleien — ansehnlich machen. Es ist logisch, auch die zum Schutze der Öffnungen angebrachten Stein- und Metallteile dekorativ zu benutzen; vor allem geben die Bauteile an Aufzügen, die Tragbalken, Türstürze, Schutzwehren, auch Balkone, Laufbrücken usw. beste Gelegenheit für Abwechslung in Form und Farbe an den Fronten.

Die Öffnung fällt bei Schachtspeicherbauten — im Gegensatz zu Bodenspeichern — als Architekturmotiv fast ganz aus; das ganze Bauwerk soll bei Schachtspeichern auch von außen her wie ein mächtiger Behälter wirken; höchstens Öffnungen in Schlitzform durchbrechen in etwa vorhandenen Nebenräumen, Treppen usw. die Wände. Bei Bodenspeichern ist es umgekehrt erwünscht, möglichst viel Licht hineinzubringen; zu dem Zwecke werden größere Fenster angelegt und im einzel-



nen wie in Gruppen, ganzen Reihen oder förmlichen Glasstreifen verwendet. Diese Öffnungen geben dann dem Bauwerk ein bestimmtes Gepräge. Da bei ausgedehnten, eingeschossigen Bauten die Belichtung der Räume von den Seitenwänden her nicht ausreicht, so werden weitere Lichtflächen in den Dächern angebracht und dann — ebenso wie die dafür nötigen Aufbauten — zur architektonischen Wirkung des Ganzen benutzt. Gebäude für Verwaltung, Nebenbetriebe, Kraftstationen und sonstige kleinere Anlagen erbaut man (wenn auch verschieden reich in Formen) in derselben Bauart und aus demselben Material wie das Lagerhaus. Die Einfriedigung des Grundstückes soll sich ebenfalls in die allgemeinen Bauformen einfügen, einfach, aber solide ausgeführt werden; dabei kann eine architektonische Ausbildung mit wenig Kosten, etwa durch Betonung der Einfahrten und Eingänge mit dortselbst angeordneten Kontrollhäusern, Wiegehäusern, Pfeilern usw. erzielt werden.

Zur architektonischen Ausbildung der äußeren Wandflächen von Hochbauten wird am meisten der sogenannte Rohbau in Ziegelstein, natürlichem Gestein, Beton oder Eisenbeton bevorzugt und angewendet; manchmal auch der Putzbau, seltener Metallbau, noch weniger der Holzbau. Den Holzbau bezeichnet man allgemein als eine feuergefährliche, aber reinen Stein- und Metallbau als eine feuersichere Bauart. Über diese einzelnen Bauarten ist das Nähere in Bd. I Kap. III A gesagt.

#### D. Die innere Erscheinung der Gebäude.

Die eigentlichen Lagerräume sollen möglichst weiträumig, übersichtlich und luftig gestaltet sein; alle Bauteile möglichst solide, mit besten Materialien, einfach, glatt, also ohne Vorsprünge hergestellt. Wo im Innern die Flächen nicht sehr ansehnlich oder glatt sein müssen, da läßt man das Hauptbaumaterial möglichst unverputzt, weil die Putzflächen im Gebrauch fast immer bald zerstoßen werden und dann schlechter aussehen als eine unverputzte Wand.

Bei Steinbau (in Ziegel, Werkstein oder Beton) ist zu raten, möglichst glatte Steine zu verwenden, sofort die Fugen zu glätten und die sämtlichen Flächen später mit Kalkfarbe zu streichen; dieser Anstrich ist sehr billig und kann öfter erneuert werden, was auch aus wirtschaftlichen und hygienischen Gründen für Lagerräume unbedingt von Vorteil ist. Wo ein Wandverputz unbedingt nötig ist, da soll er mit dem erforderlichen Zementzusatz ausgeführt werden; man setzt an den Wänden vorteilhaft dem Putzsand dunkle Erdfarben zu, damit bei etwaigen Beschädigungen nicht die häßlichen hellen Mörtelflecken zutage treten. Bei Anstrichen soll man — der Farbe nach — die Stützen, Träger und Balken zusammenfassen und anders behandeln als die großen Wand- und Deckenflächen; beide Farbgruppen im Einklang mit dem Anstrich der Türen und Fenster. Für die Anstriche wähle man solche Farben, welche dem Material angemessen sind, aber gleichzeitig auch als Schutzmittel gegen Feuer, Feuchtigkeit, Säure, Rost usw. wirken können.

Unnütze Hohlräume sind in allen Konstruktionen zu vermeiden, weil sich Ungeziefer oder schädlicher Unrat darin sammelt.

Es ist nötig und richtig, möglichst viel Tageslicht in alle Räume zu schaffen, also große Fensterflächen anzulegen, denn es ist immer billiger, überflüssige Lichtöffnungen zeitweilig zu blenden, als neue Öffnungen später zu schaffen; zudem wird oft ein Raum zeitweilig oder dauernd ganz anders benutzt, als dies zuerst der Fall war. Jede künstliche Beleuchtung ist mit gewissen Gefahren und Kosten belastet. Von großem Einfluß auf die Belichtung der Räume, bei Tag wie bei Nacht, ist die Farbe an Decken und Wänden; sie soll darum möglichst hell gewählt werden. Betondecken oder Putzdecken streicht man stets mit hellen Kalk- oder Kaseinfarben; Leimfarbe ist dafür nicht rätlich, denn sie blättert bei Erschütterungen leicht ab; auf Holz haftet letztere besser, aber auch nicht

dauernd; Ölfarbe ist für Holz angebracht. Die Glasflächen sollen leicht repariert, gereinigt, möglichst nicht von Schnee verdeckt werden können; Oberlicht ist für den Stapelraum ausgiebiger und brauchbarer für die Arbeit als Seitenlicht; die Arbeiter schaffen aber lieber in Räumen mit Seitenlicht; bei großen Raumflächen ist Oberlicht nicht zu umgehen. Die Wirksamkeit der Lichtflächen ist abhängig von der geschickten Verteilung der Lichtquellen im Raume selbst, von der Stockwerkhöhe und der Höhe und Lage etwa gegenüberliegender Bauten, welche letztere den Lichtwinkel sehr verschlechtern können. Man beachte die Lichtwirkungen, welche in den Fig. 2—39 dargestellt sind, unter der Annahme, daß den betr. Glasflächen gegenüber Gebäude so stehen, daß nur ein Lichteinfall von  $45^\circ$  in den Raum möglich wäre; die (nicht von direkten Lichtstrahlen berührten) lichtarmen Bauteile sind senkrecht schraffiert. Daraus ist deutlich der große Mehrnutzen von Oberlichtern zu ersehen. Auch sieht man, wieviel senkrechte Glasflächen unter vorspringenden Dächern von den direkten Lichtstrahlen gar nicht durchschossen werden; die betr. Teile sind geschwärzt. In Werkstätten, die sehr gutes Licht haben sollen (die mit Seiten- und Oberlicht ausgestattet sind), wendet man bis zu 50 % der Bodenfläche für Glasflächen an; in Güterhallen genügen 15—25 %; wo nur Oberlicht gebraucht ist, werden die Werkstatt Räume bei 30 % Lichtfläche schon außerordentlich hell, für gewöhnliche Lager genügen dann 15—20 %. Seitenlicht ist — bei normalen Stockwerkhöhen von 3,50 m — nur bis etwa 6 m Tiefe für Arbeits-

zwecke noch brauchbar, für Lagerzwecke noch bis 10 m; die Bautiefe beträgt also höchstens 12 bzw. 20 m bei zweiseitiger Belichtung. Die Höhe der den Fenstern gegenüberliegenden Bauwerke hat darauf den größten Einfluß.

Die Glasscheiben sollten möglichst gleichgroße Abmessungen haben, in allen Fenstern, wegen Reparaturen. Eine gute Lüftung der Räume ist nötig, um die von den Waren hervorgerufenen Dünste zu beseitigen; in Flachbauten ist sie nahe den Firsten am wirksamsten; man bringt bewegliche und feste Jalousien sowie bewegliche Klappen in Wänden, Laternen, Fenstern usw. an; Saugrohre mit Klappen sind noch besser; am wirksamsten belüftet man mit Hilfe von Rohrnetzen, durch welche mittelst maschineller Vorrichtungen die Luft in gewünschter Beschaffenheit (warm, kalt, feucht oder trocken) wahlweise in die Räume oder herausgetrieben werden kann. Über Staubbeseitigung siehe Zt. d. Ing. 1893, S. 358, 360, 1360.

Sehr wichtig ist das Dichtbleiben der Dächer und der Verglasungen; steile Dächer sind im allgemeinen dichter als flachere, aber auch schwieriger zu erwärmen.

In den eigentlichen Lagerräumen sieht man, abgesehen von den Wänden, Decken und Stützen, noch die Vorrichtungen zum Warentransport, zur Reinigung, Verwiegung und Verpackung angebracht; auch wohl noch größere, eingebaute und kleinere, freiliegende Treppenanlagen, je nachdem solche zum Verkehr und zur Arbeit nötig sind; durch letztere kann aber ein Feuer leicht verbreitet werden, durch die Deckenlöcher.

Der innere Ausbau soll in seinen Hauptkonstruktionen möglichst feuersicher hergestellt werden, vorzugsweise die Haupttrennwände, Hauptstützen und Unterzüge. Sehr empfehlenswert ist es, wenigstens die oberste Decke eines Lagerhauses (also diejenige, welche den Dachgeschoßboden trägt), sowie auch die Kellerdecke, durchweg geschlossen in Massivbau herzustellen; denn Brände brechen vielfach im Dach- oder Kellergeschosse aus.

Die übrigen Geschosse mit ihrem wertvollen Inhalte bleiben alsdann durch solche feste Decken sehr gut gegen Feuer- und Löschwasserschäden geschützt.

Alle Flächen, gegen welche das Lagergut drückt, sucht man, gleichviel in welchem Material, möglichst glatt herzustellen; bei Behältern, Schächten usw. erhalten die Sohlen, oft auch die Wände, eine abschüssige Form, damit das Lagergut leicht nach bestimmten Punkten gleitet; schräge Flächen werden gleichzeitig auch benutzt, um zeitlichen Schüben auf die Konstruktionen entgegenzuwirken und eine Ersparnis an Baukosten zu erzielen.

Der Bauart nach werden heute die großen Warenspeicher wohl durchweg massiv errichtet, wenigstens in den Außenwänden und im ersten Boden; selbstverständlich dann auch bez. der Keller Räume und Haupttreppenanlagen. Den Erdgeschoßboden macht man schon aus dem Grunde nicht aus Holz, weil darauf die meiste Arbeit sich abwickelt, er zu sehr abgenutzt würde, und da auch eine besonders große Reinlichkeit erforderlich ist; bei Holzböden ist der Fugen und der Wasserdurchlässigkeit wegen diese nicht gut möglich.

Größere Gebäude werden durch Brandmauern und andere feuersichere Konstruktionen (welche nur die allernötigsten, gut verwahrten Öffnungen enthalten sollen) in einzelne Abteilungen zerlegt; jede dieser Abteilungen muß wenigstens einen feuersicheren Zugang in allen Geschossen haben, der mit der Treppe verbunden ist. Besser ist es — und bei großen Anlagen durchweg üblich —, jede Abteilung auch noch von einer zweiten Treppe, einer Nottreppe, aus erreichbar zu machen. Vorteilhaft

werden die Treppenanlagen von außen am Gebäude entlang durch Laufbrücken miteinander verbunden, wenigstens aber die Nottreppen. Für den allgemeinen Verkehr von den Lagerräumen her werden diese Nebentreppen aber nicht betretbar gemacht, sobald die genannten Verbindungslaufbrücken durch die Fenster der größeren Abteilungen betreten werden können. Die Laufbrücken sind weiter mit Notleitern unter sich verbunden.

In Stockwerkzahl und den einzelnen Stockhöhen wechseln die Gebäude erheblich, je nach Art des Betriebes. Der Erdgeschoßboden, auf welchem der Hauptverkehr stattfindet, wird kurz der „Raum“ genannt. Die Handelsspeicher enthalten darüber gewöhnlich noch 4—6 Böden, die als der erste, zweite usw. Boden benannt sind; das Kellergeschoß wird nicht gezählt; das Dachgeschoß nennt man auch Spitzboden. Als Stockwerkhöhe gebraucht man auf den oberen Böden eine freie Höhe vom Fußboden bis zur Unterkante der Balken von 2,50—3,50 m. Im Erdgeschoß wird eine bedeutend größere Höhe, bis zu 5,00 m Lichtmaß, angewendet, damit man Betriebseinrichtungen, fahrbare Wiege- und Füllvorrichtungen usw. anbringen kann.

Die lichte Höhe des Kellergeschosses muß wenigstens 1,8 m an der niedrigsten Stelle sein; sie richtet sich vielfach nach der Tiefe des Baugrundes. Wenn letzterer sehr tief und auch der Höhenunterschied zwischen dem Grundwasserstande und dem Kellergeschoßboden groß genug ist, kann man mehrere Keller untereinander anlegen; bei der Mehrzahl der Lagerhäuser wird aber auf mehrgeschossige Keller verzichtet, weil die An-

lage von tiefliegenden Lagerböden unrentabel ist; sie eignen sich auch nur zur Aufbewahrung von Materialien, welchen feuchte Luft nicht schadet, z. B. Öl, Wein, Bier usw.

Die Deckenkonstruktionen (siehe auch Bd. I Kap. III) werden in den allgemeinen Handlungsspeichern (in Flach- oder Kastenspeichern) auf folgende Arten hergestellt:

a) Aus Holz. Bei Gebäuden mit geringen Lasten werden die Balken und Fußböden aus Holz, die Unterzüge und Stützen ebenfalls aus Holz gebildet. Diese Bauart ist aber — wegen der großen Lagergewichte — nur in Gebäuden möglich, welche wenige Geschosse haben; nur für die oberen Geschosse der Bauten kann sie noch wirtschaftlich bleiben, feuergefährlich sind sie stets. Dringend ist anzuraten, wenigstens die den Dachfußboden tragende oberste Decke massiv auszuführen, damit bei etwaigen Beschädigungen des Daches die Waren immerhin noch regensicher lagern können; daraus ergibt sich aber auch der Massivbau für die darunterliegenden Stützen und weiterhin (weil eine einheitliche Bauweise immer zu richtigeren Resultaten führt) der Massivbau auch für die Unterzüge; denn senkrechte Reihen aus massiven Stützen würden ohne geschößweise massive (also eiserne oder steinerne) Verankerungen nur sehr schlechte Konstruktionen ergeben; solche Verankerungen bilden sich aber ohne weiteres beim Massivbau mittelst der eisernen oder steinernen Unterzüge.

b) Aus Holz und Eisen. Balken und Fußböden in Holz ausgeführt, dagegen die Unterzüge aus Walzeisen und die Stützen aus Walz- oder Gußeisen. Wenn die Eisenteile nicht feuersicher und glutsicher ummantelt werden, sind sie gegen Feuersgefahr nicht mehr wert als in vorgenannter Art.

c) Aus Eisen und Stein. Stützen aus Guß- oder Walzeisen, die Unterzüge und Beckenbalken aus Walzeisen, die Balkenfelder aus Beton gebildet; der Fußboden ist ein Belag aus Zement, Asphalt, Holz oder Eisen. Das Durchbrechen des Feuers nach anderen Geschossen ist gehindert. Die freiliegenden Stützen und Unterzüge müssen ummantelt werden, sonst brechen die Decken bei Feuer bald ein.

d) Aus Eisenbeton für alle tragenden Teile. Die Stützen, Unterzüge, Balken und Balkenfelder aus Beton mit

Eiseneinlagen erstellt; der Fußboden ist Estrich aus Zement bzw. Asphalt oder sonstiger fugenloser Boden, wohl auch Holz oder Eisen. Die Konstruktion ist einheitlich, also rationell und sehr feuersicher.

e) Stützen und Unterzüge aus Eisenbeton, dagegen Balken und Fußböden aus Holz. Die Bauart ist (abgesehen von der Feuersgefahr der Holzböden) eine gute, weil die Hauptkonstruktionen des Gebäudes vorzüglich verankert sind.

In Rieselböden werden die Deckenkonstruktionen aus Holz hergestellt, soweit die Balken und Böden in Betracht kommen.

In Schachtspeichern entfallen die Deckenkonstruktionen ganz oder sie werden — entsprechend dem Baumaterial der Schachtwände — aus Holz, Stein oder Eisen in vorbenannten Arten hergestellt.

Eine Beheizung von Lagerräumen ist meist nicht nötig; in Werkstätten genügt eine Temperatur von plus 10—15° C bei 20° Kälte außen. Luftheizungen sind nicht ratsam wegen Feuersgefahr und Verstaubung. Wasserheizungen können größere Schäden hervorrufen durch Einfrieren oder Undichtigkeiten der Leitungen. Die Erwärmung geschieht meistens mittels Dampfheizung: die Wärme wird hierbei als Dampf von hoher, mittlerer oder niedriger Spannung mittels Röhren in die betr. Räume geleitet und dort in glatten Röhren, Rippenröhren oder Radiatoren verteilt. Innerhalb der Lagerräume wird immer niedriger Dampfdruck gebraucht. Hochdruck gebraucht man für große Anlagen zu Fernleitungen und reduziert den Druck vor Eintritt in die Lagerräume.

Die Beheizung mit Einzelöfen ist wegen der Feuergefährlichkeit nicht angebracht; wohl wird sie auch in Räumen für die Verwaltung und Arbeiter benutzt in kleineren Betrieben.

---



## Kapitel V.

### Einzelformen der baulichen Anlagen.

Näheres über Material, Form, Art und Haltbarkeit der wichtigeren einzelnen Baukonstruktionen ist hauptsächlich in Band I zu ersehen.

#### A. Straßen für Ladeverkehr.

I. Allgemeines. Die Straßen, an welchen man Lagerhäuser errichtet, haben einen sehr wichtigen Anteil des Lagerhausverkehrs aufzunehmen, den Zu- und Abtransport der Güter. In Häfen und auf den Güterbahnhöfen gebe die Straßen mit ihren unermüdlich schaffenden Menschen, Maschinen, Fahrzeugen und Geräten auch einen Maßstab für die Bedeutung der anliegenden Lagerhäuser ab; Fig. 40 bis 45 seien Bilder dafür. Die Höhenlage der Straße ist ausschlaggebend für die Höhenlage des Hauptgeschosses im Bauwerke.

II. Der Erdgeschoßfußboden bildet im Lagerhause fast immer den Hauptarbeitsboden; die Güterbeförderung muß auf ihm nach allen Richtungen hin bequem erfolgen können; seine Höhenlage zur Straße wird deshalb nach der Höhe eines normalen Fuhrwerkes bzw. Eisenbahnwaggons eingerichtet, etwa 1,10—1,20 m über Straßen- und 1,00—1,10 m über Schienenoberkante. Breite Laderampen erleichtern den Ladeverkehr an der Straße sehr. Wo der Erdgeschoßboden der Lagerräume ebenerdig, dem Terrain gleich hoch liegen muß (etwa zwischen ebenerdigen Werkstätten usw.), da werden zur Aus-

hilfe an den Ladestellen kleine erhöhte Rampen, Ladebühnen oder Hebezeuge angeordnet.

Bei Lagerhäusern mit großen Querschnitten liegen oft auch die Längsstraßen verschieden hoch; wenn der Höhenunterschied gering ist, bringt man jede Laderampe in normaler Fuhrwerkshöhe über der anliegenden Straße an und das Gefälle verteilt man innerhalb des Baues gleichmäßig. Richtiger ist eine gleichmäßige Höhe der Lagerböden.

Eisenbahngleise müssen (wo weitreichende Hebezeuge fehlen) hart neben den Lagerhäusern angelegt werden, einseitig oder an mehreren Fronten; wo weitreichende Hebezeuge vorhanden sind, können die Gleise weiter von den Gebäuden oder Laderampen entfernt liegen, damit gewöhnliches Fuhrwerk immer direkt an den Laderampen verkehren kann. Mit solchen Hebezeugen bedient man gleichzeitig sowohl die Eisenbahnen, Schiffe, Landfuhrwerke, Ladestraßen und Rampen. Fig. 58—59.

Für die Verwiegung der ausgehenden und eingehenden Güter sind in Straßen oder Bauten Wagen anzubringen in den Gleisanlagen, im Lagerboden oder an Hebezeugen usw.; mindestens aber in Straßenhöhe eine Fuhrwerkswage. An schiffbaren Wasserwegen wird entweder die eine Front des Gebäudes hart am Gewässer errichtet, damit das Lagergut aus den Schiffen mittels einfacher Seilaufzüge, Drehkrane, Brücken, Vorschubkrane, Hängebahnen, Elevatoren usw. direkt in den Speicher oder rückwärts von dort in die Schiffe gebracht werden kann, oder es wird zwischen der Wasserstraße und dem Gebäude noch eine Ladestraße angelegt, welche für den Verkehr der Landfuhrwerke, der Eisenbahnen, maschinellen Transportanlagen, Drehkrane, Laufkrane usw. dienen kann. Die eine Außenwand des Hauses trägt dann meist die hochliegende Laufschiene von fahrbaren Kranen, während deren andere Laufschiene auf der Werftmauer ruht. Fig. 40—42.

In den Ladestraßen sind noch unterzubringen etwaige

Lichtgräben, schräge Rampen, auch wohl Brücken zur Verbindung von Gebäuden mit verschiedenen Stockwerken; dann noch die Leitungen für die Zuführung und Abführung von Wasser, Kraft und Wärme, Kabel, Gas, Druckluft; weiter die Masten für elektrische Leitungen, Fernsprecher, Kraft- und Lichtbedarf. Für die Unterbringung der vorbenannten Leitungen werden bei größeren Anlagen begehbare Kanäle unterhalb des Straßenkörpers angelegt, die meist an den Längsfronten der Gebäude, teils auch an den Werftmauern entlang führen; der Raum unter den Laderampen und Trottoiranlagen wird auch dafür verwendet.

Interessante Ladestraßen mit Hebefahrzeugen siehe Zt. d. Ing. 1908, S. 1755, 1909, S. 361; Bremen u. s. B., S. 724—32; Köln u. s. B., S. 368; Mannheim u. s. B., S. 459; Düsseldorf u. s. B., S. 443; Frankfurt u. s. B., S. 429—33.

## B. Freie, unbedachte Lagerplätze.

I. Allgemeines. Die Lagerplätze dienen zur Aufstapelung solcher Massengüter, welche durch Nässe, Frost oder Hitze keinen erheblichen Verlust an ihrer Güte erleiden: Kohlen, Erze, Erdarten, Metalle, Rohstoffe verschiedenster Art. Sie liegen fast stets an großen Ladestraßen und werden mit besten maschinellen Hebe-, Transport- und Ladevorrichtungen, mindestens aber mit Gleisanlagen versehen. Die Lagerung erfolgt frei auf der Erde, von Hand oder maschinell, in gestapelten oder geschütteten Haufen, deren Form bei längsfahrenden Hebezeugen ein Rechteck darstellt, bei feststehenden, drehbaren Hebezeugen einen Kegel. Die Stapelhöhe ist dann nur durch die Förderhöhe der Arbeitskräfte bzw. der Hebezeuge beschränkt.

II. Als Bauarbeiten kommen bei Lagerplätzen nur folgende in Betracht:

Zuerst die Befestigung der Oberfläche, besonders

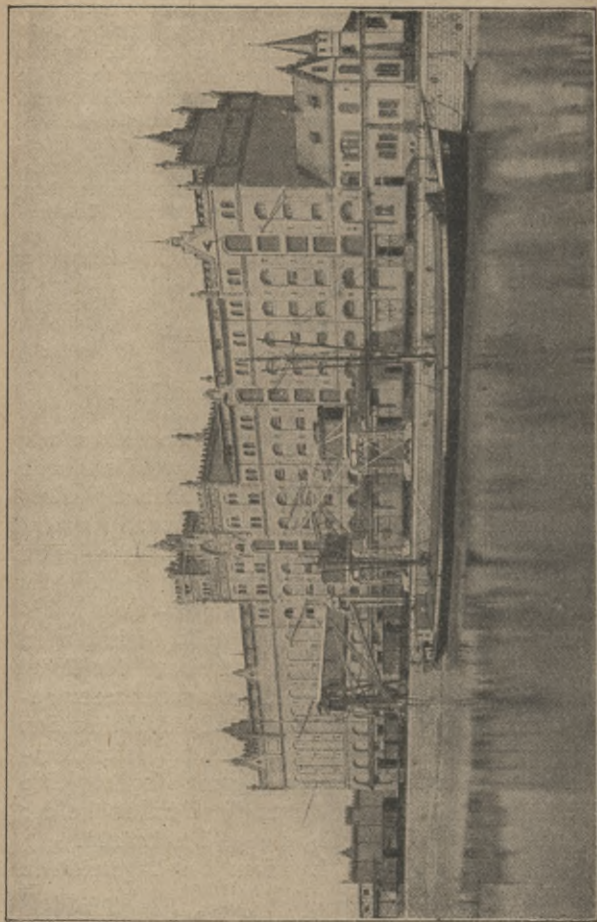


Fig. 40. Lagerhaus der Stadt Straßburg i. E., Ansicht mit Ladestraße.

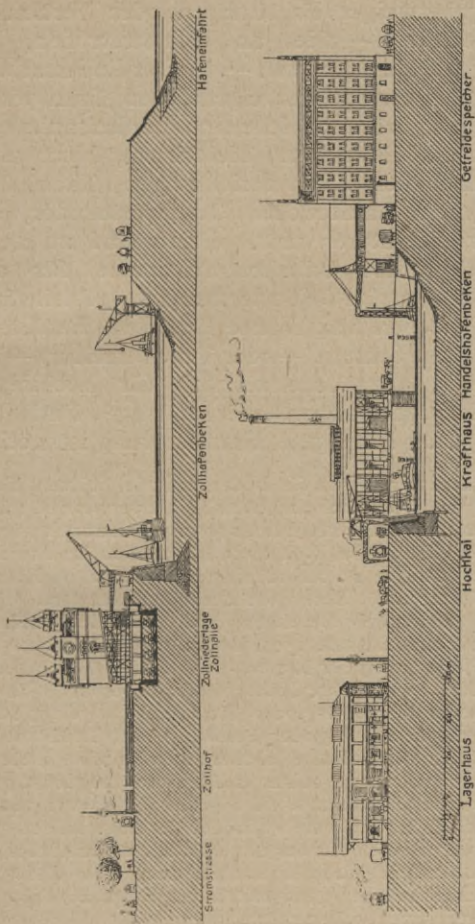


Fig. 41 und 42. Hafen zu Düsseldorf, Querschnitt mit Ladestraßen.

diejenige etwaiger Erhöhungen oder Vertiefungen des Geländes — wie an Wasserstraßen, Einschnitten, Abhängen usw. —. Weiter die Bauarbeiten, welche zur Anlage der eigentlichen Transportvorrichtungen gehören; solche sind die Gleisanlagen für Normal- und Kleinspur, Tiefbahnen, Hochbahnen, Sammelbehälter, Kippvorrichtungen, Kranbahnen, Laufbahnen, Laufbrücken, Transportbänder, Sauganlagen, Elevatoren usw. Dann sind zu nennen etwaige größere Stützkonstruktionen für angeschüttete Vorräte (Futtermauern, Abteilwände), auch die Böden und Wände für offene Behälter; es bilden solche Stützen — oder Teile derselben — auch gleichzeitig die Unterstützung für hochliegende feste Transportbahnen oder sonstige Entladevorrichtungen. Eine gute Entwässerung ist nötig.

Als Baumaterial wird für Böden, Wände, Stützen, Gerüste, Behälter usw. wohl noch manchmal Holz verwendet, meistens aber Eisen oder Stein; neuerdings vorzugsweise auch wiederum Eisen oder Eisenbeton, weil diese Materialien im Freien und in Wasser weniger schutzbedürftig sind, als z. B. Holz oder billiger Naturstein. Betonkonstruktionen zersetzen (!) sich aber bei dauernder Berührung mit schwefelsäurehaltigen Stoffen, die z. B. in moorigem Boden vorkommen.

Die Gleisanlagen für Normal- und Kleinspur können sich auf dem Platze in gleicher Höhe mit der Lagerfläche des Gutes befinden oder als Hoch- oder Tiefbahnen angelegt sein, je nachdem die Entladung oder Beladung der Transportgeräte durch Höhenunterschiede erleichtert werden soll. Hebe- und Transportvorrichtungen sollten stets einen möglichst großen Raum bestreichen können. Wo große Hebezeuge zur Verfügung stehen, legt man die Fußböden der Lagerstätten gleichhoch mit den Gleisen an; der Lagerplatz kann hierbei mit Zufuhr- und Abfuhrgleisen überzogen sein, und diese selbst können teilweise oder ganz mit Lagergut (z. B. auf großen Kohlenlagerplätzen) überschüttet werden.

Auf großen Lagerplätzen werden fahrbare Vollportalkrane gebraucht, die mächtigen Brücken gleichen (Fig. 43 und 44), und Brückenlängen von 100—200 m sind keine Seltenheiten. Fahrbare Hebezeuge werden heute selten mit Dampf, fast ausnahmslos mit elektrischer Kraft betrieben, oft sind sie auch mit Wiegevorrichtungen versehen. Diese Brücken tragen Gleisanlagen zum Aufbringen von großen Eisenbahnwagen oder kleinen Fahrzeugen, aus denen dann ihr Inhalt in darunterliegende Stapelplätze, Waggons oder Schiffsgefäße direkt abgestürzt wird. Gleichzeitig können etwa darunterstehende Fahrzeuge, Fuhrwerke, Schiffe, Waggons, kleine Kippwagen usw. entladen oder beladen werden, zu welchem Zwecke in oder auf der Brücke noch Laufkatzen, Krane, Ausleger usw. angebracht sind, die mittels Haken, Greifer oder Kasten wiederum die Waren aus einem Behälter in den andern heben. Gewöhnlich vermittelt eine an dem Gerüst hängende Laufkatze das Heben, die seitliche Bewegung wie das Ausstürzen der Güter am zweiten Lagerplatz; sämtliche Hebezeuge einer Brücke können zu gleicher Zeit arbeiten und gleichzeitig kann die Brücke auch vor- oder rückwärts bewegt werden. Die Laufkrane oder Ladebrücken werden auch (auf offenen großen Lagerplätzen für Kohle, Erze usw.) mit Hebevorrichtungen (Auslegern) versehen, die über das Ende der eigentlichen Laufbrücke hinausgeschoben werden können, mit denen man von weit abliegenden Schiffen das Gut heranholen kann; Fig. 43.

Fig. 45 zeigt die Anlage eines Kohlenkippers aus Ruhrort; Kipper bieten die Möglichkeit, einen

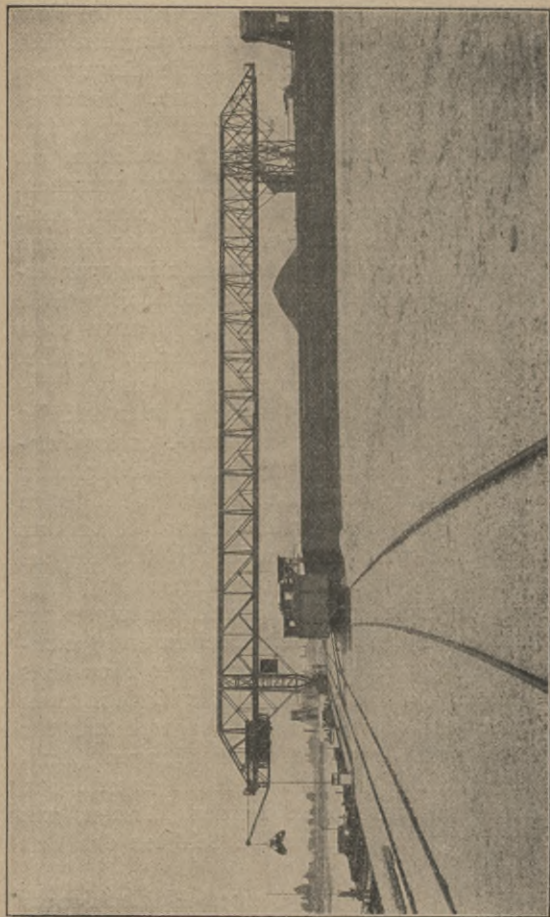


Fig. 43. Elektrisch betriebene Lösch- und Ladevorrichtung auf dem Kohlenlagerplatz  
Rheinau-Mannheim.



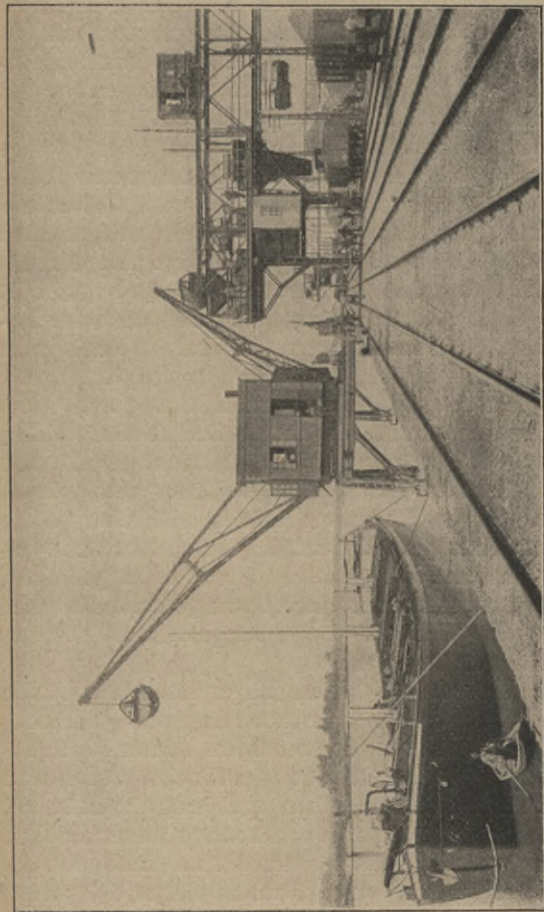


Fig. 44. Fahrbare Dampfdrehkrane mit Portalgerüst mit Selbstgreifer von je 4000 kg Tragkraft. Rhein.-Westfäl. Kohlensyndikat Rheinau-Mannheim.

vollgefüllten Eisenbahnwagen mit einem Male zu entleeren. Die Eisenbahnwagen werden mittels Lokomotiven oder schiefer Ebenen auf Drehscheiben gebracht, um einen Viertelkreis gedreht und gelangen dann auf die Wage; durch Heben eines Wagenendes laufen sie in den Kipper (dies ist eine horizontal drehbare, sehr stark konstruierte Kipp-Platte mit kräftigen Vorrichtungen zum Halten des Waggons). Die Kipp-Platte mit dem vollgefüllten Waggon wird bis zu etwa  $50^{\circ}$  gekippt und der Inhalt des Waggons (dessen Vorderwand geöffnet wurde) läuft vollständig aus, in einen darunter befindlichen, großen eisernen Trichter, welcher den Inhalt von 1—2 Waggons faßt, aus dem die Kohle dann, nach verschiedenen Seiten hin, durch Ausläufe in die darunterliegenden Schiffe fällt. Der Waggon wird alsdann wieder wagerecht gestellt und läuft rückwärts durch eine Weiche nach einem zweiten Gleise (welches ebenfalls mit einer Wage ausgestattet ist), wird dann im leeren Zustande gewogen und auf eine zweite Drehscheibe gebracht, wo er wieder um einen Viertelkreis gedreht wird und zu den in geneigter Lage hergestellten Abfuhrgleisen hinläuft.

Die Größen der freien Lagerplätze mit ihren Verladevorrichtungen sind auch neuerdings immer mehr gewachsen. Es bestehen schon Verladebrücken für Kohle von 100 m Breite, auf denen man Eisenbahnwagen heben und umstürzen kann. Es sind auch Schüttplätze von noch größeren Breiten angelegt worden, auf denen Kohle mittels Seil-Hängebahnen, an denen Laufkatzen mit Greifern hängen, aufgestapelt und wieder aufgegriffen wird.

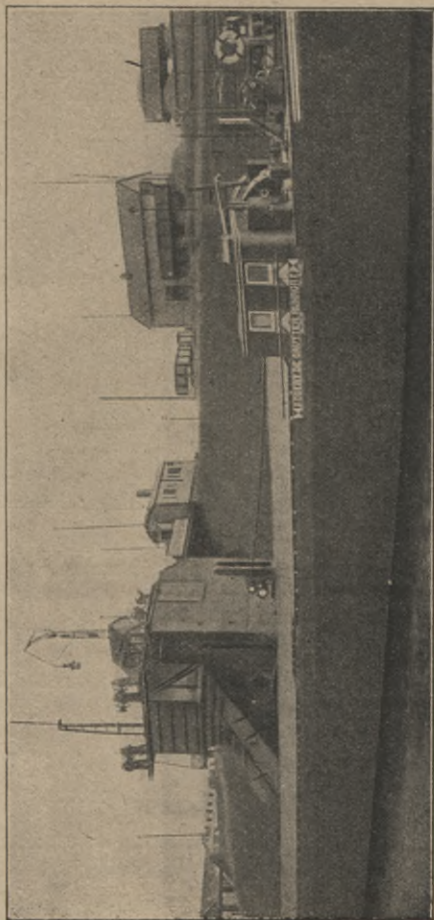


Fig. 45. Kohlenkipper in Ruhrort.

An den Längsseiten der Lagerplätze stehen fahrbare Gerüste, auf denen die Tragseile der Hängebahn endigen. Fig. 45 a zeigt eine Anlage, wo die Materialien (Bleierze) in großen Haufen aufgeschüttet werden können, über Tunnels, in deren Innerem mittels Fallrohre kleine Wagen beladen

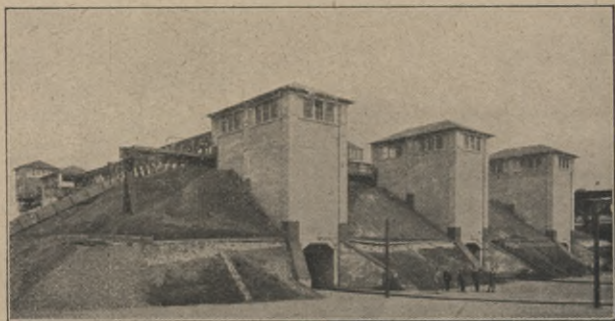


Fig. 45 a. Erz-Silo bei Beuthen.  
Aus Wayß u. Freytag, Silobauten.

werden können, die das Erz zur Verarbeitungsstelle weiterbefördern.

Interessante Lagerplätze siehe Mannheim u. s. B., S. 445, Kohlenkipper in Rotterdam usw. Zt. d. Ing. 1901, S. 793, 835 und 1471.

### C. Unterirdische Bauwerke.

Im allgemeinen sind Bauwerke, die gänzlich in der Erde liegen, nicht beliebt, wenn nicht die Art des Lagergutes kühle Räume erfordert, oder die Lage der Baustelle, wie z. B. in Kaufmannsstädten, eine große

Nachfrage an Kellerraum ergibt; sie erfordern verhältnismäßig große Herstellungskosten und Unterhaltungskosten; es entstehen auch in ihnen dauernd größere Betriebsunkosten bez. der Beförderung der Massen oder Beleuchtung und Lüftung der Räume, weil in den Außenwänden wenige oder keine Öffnungen dafür geschaffen werden können. Die Einwirkungen von Tageswasser, Grundwasser, Erdkühle, Mangel an Luft und Licht machen sie für viele Zwecke unbrauchbar, für manche Betriebe (wie z. B. Wein- und Bierkellereien usw.) sind dagegen wieder einzelne dieser — sonst schädlichen — Einwirkungen erwünscht. Unterirdische Lager Räume werden durchweg nur als Massivbauten errichtet, unter Anwendung von Stein- und Metallkonstruktionen; die Steinkonstruktionen werden bevorzugt, besonders diejenigen aus Beton oder Eisenbeton. Die Isolierung gegen eindringendes Wasser geschieht an Gewölben, Wänden und Fußböden mit Zement, Asphalt oder Blei. Fußböden versieht man mit Gefälle, nötigenfalls mit Rinnen, die nach Sammelgruben führen, aus denen man die Flüssigkeiten (Grundwasser, Schwitzwasser usw.) auspumpen kann.

Die Treppenanlagen für Keller seien geräumig, bequem, ohne Wendelstufen, die Trittstufen gegen Ausgleiten gesichert, möglichst flach und einläufig, damit sie auch als Rutschen gebraucht werden können. Weiterhin vermitteln die Aufzüge, Rampen, Rutschen usw. den Transport. Gute Lüftung der Lager ist Hauptbedingung, wahlweise zum Einblasen oder Absaugen der Luft eingerichtet, wenn größere Lagerräume in Frage stehen. Offene Lager-

gruben für feste Stoffe bedingen eine Möglichkeit, das einlaufende Regenwasser gut entfernen zu können.

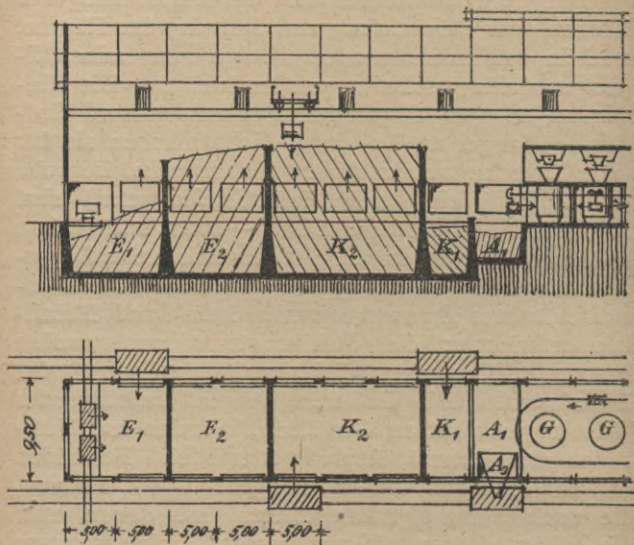


Fig. 46 und 47. Lagergrube der Westfäl. Stahlwerke, Bochum.

#### D. Überbaute Gruben.

Sie werden oft nötig, z. B. zur Einfüllung von festen oder flüssigen Stoffen; meist für erstere: Kohle, Erz, Steine, Erden, Asche, Holzabfälle und ähnliche Materialien. Die Gruben sind oft mit oberirdischen Bauwerken vereinigt, hauptsächlich dann, wenn sie maschinell überfahren und bedient

werden können. Die Böden und Wände werden in der Erde — des Erddruckes wegen — fast immer schräg, abschüssig in Steinkonstruktionen ausgeführt.

Fig. 46—49 stellen z. B. eine Lagergrube für

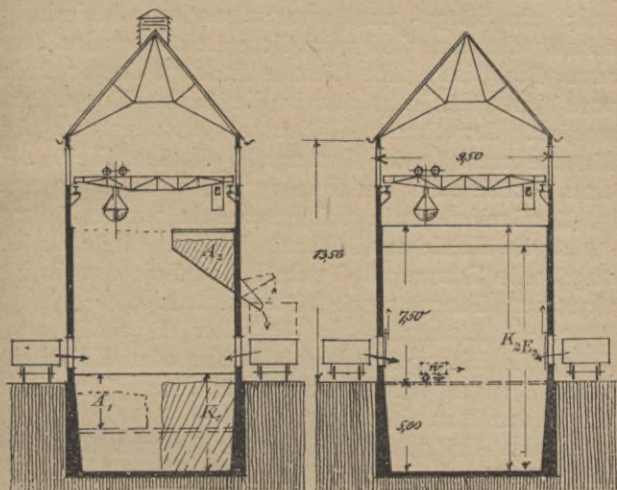


Fig. 48 und 49. Lagergrube der Westfäl. Stahlwerke, Bochum.

festen Stoffe dar, die, in Beton gestampft, für Lagerungen von Kohle ( $K_1$  und  $K_2$ ), Eisenspäne ( $E_1$  und  $E_2$ ) und Asche ( $A_1$ ,  $A_2$ ) dient. Die Räume über den Gruben  $E_2$  und  $K_2$  sind oberhalb der Erde umschlossen und können ebenfalls gefüllt werden. Diese oberen Wände der Behälter sind bis zu 7,5 m Höhe aus großen Eisenbetonplatten hergestellt, die

in starken Eisenrahmen und Stützen gehalten sind. Die Wandstützen tragen dann eine Kranbahn und das Dach. Die Kohlen werden in dem Behälter  $K_1$ , die Späne in  $E_1$  durch seitliche Türen bis zur Erdhöhe eingeworfen bzw. eingekippt, die Tore werden geschlossen, wenn bis zu 7,5 m gestapelt werden soll; ein längs- und querfahrender Greiferkran schafft die Materialien in diese Behälter oder heraus. Die Eisenspäne können auch zu ebener Erde vom Quergleis links aus in die Grube  $E_1$  gestürzt werden. Der Raum  $A_1$  dient als Aschensturzgrube für die anstoßende Gasanstalt, darüber liegt  $A_2$ , eine Tasche zum Verladen der Asche in Waggons.

Der Greiferkran kann folgende Arbeiten verrichten:

1. die Kohle aus  $K_1$  nach  $K_2$  oder direkt in die angebaute Gasanstalt  $G$  schaffen und sie dort in die einzelnen Generatorenbehälter verteilen;
2. die Eisenspäne im Behälter  $E_2$  auftürmen;
3. die Eisenspäne (auch Asche oder Kohle) in kleine Wagen laden, welche auf dem Quergleise durch den Bau fahren;
4. die Kohle, Späne oder Asche aus den Abteilen  $A$ ,  $K$  oder  $E$  in die Sammeltasche  $A_2$  schaffen, aus welcher die Materialien auch in die Waggons usw. abgelassen werden können.

## E. Oberirdische Bauwerke.

### I. Flachbauten und Hochbauten im allgemeinen.

Flachbauten sind Gebäude, welche oberhalb der Erde nur 1 Stockwerk haben; ob sie unterkellert sind oder nicht, bleibt dabei unbeachtet. Hoch-



bauten sind Gebäude, welche über dem Erdgeschoß wenigstens noch ein Geschoß oder mehrere zeigen.

In Flachbauten gestaltet sich der Betrieb sehr übersichtlich, billig und auch bequem bez. der Transporte, weil letztere nur in wagerechter Richtung geschehen. Eine gute, gleichmäßige Beleuchtung ist darin immer möglich, an den Fronten mit Seitenlicht, sonst überall mit Oberlichtern; man ist also nicht (wie bei Hochbauten) des Lichtes wegen an Baugrößen gebunden. Die Beheizung und Lüftung ist schwieriger und teurer als bei Hochbauten. Flachbauten eignen sich für alle Zwecke; besonders angebracht sind sie da, wo Grundstücke recht billig und in genügender Größe zur Verfügung stehen, wo große Lagerflächen im Erdgeschosse nötig sind, wo Stückgüter für kurze Fristen als Massengüter an derselben Stelle übersichtlich lagern müssen, wie z. B. bei den großen öffentlichen oder privaten Lagerhäusern bzw. Güterhallen in Häfen, Zollstationen und Bahnhöfen, weil sonst solche Güter durch Transporte, nach oben und unten, der steten Versandbereitschaft entzogen werden würden. Die Lagerung sehr schwerer Materialien (Metalle, Erze usw.) bedingt meist den Flachbau, selbst bei Silobauten.

Dort, wo sich der Bodenpreis auf der mittleren Preishöhe hält, wird gemischte Bauart angewendet, in welcher einzelne Teile als Hochbau, andere als Flachbau errichtet werden. Die Hochbauten sind angebracht, wo die Bauplätze rar und teuer sind und die Betriebe sich zusammendrängen müssen, wo der Arbeitsgang in Einzelbetrieben (Lager, Bearbeitung, Verwaltung) so verschieden ist, daß er in verschiedene Stockwerke verteilt werden kann.

In Hochbauten wird der Betrieb der Höhe nach zentralisiert; sie haben den Vorteil, daß sie eine bessere Ausnutzung des Bauplatzes, eine billige und gute Heizung und Lüftung der Räume gestatten. Als ihre Nachteile sind folgende zu nennen:

Die dauernden Unkosten aus dem Transporte der Materialien und eine beschränkte Belichtung. Anhäufung großer Gewichte auf den oberen Böden und weiterhin die Aufstellung von schweren Maschinen ist in Obergeschossen unmöglich oder von hohen Baukosten abhängig.

Die Baukosten — bezogen auf Nutzflächen — sind für Flachbauten wenig verschieden von denen vergleichsfähiger Hochbauten, aber fast immer höher. Beim Hochbau mehren sich die Baukosten besonders durch vermehrte Zugänge, Treppen, Flure, Verstärkung der Konstruktionen, Sicherheitsvorschriften usw., aber die einmaligen Kosten der allgemeinen Bau- und Betriebseinrichtungen, Fundierung und Bedachung der Bauten verteilen sich bei Hochbau auf größere Nutzflächen als beim Flachbau.

Die gemischte Bauart, teils mit Flach-, teils mit Hochbau, ist auch viel gebräuchlich, wobei der Hauptverkehrsboden den Flachbau zeigt, die übrigen Böden (für Ablagerung, Verwaltung usw.) in Hochbauten angelegt werden.

## II. Lagerhausbauten für allgemeine Handelszwecke, für feste oder verpackte Waren.

a) *Größere Flachbauten ohne Keller* (Hallen für großen Güterverkehr). Fig. 50—65. Die Bauten

werden, besonders an Eisenbahnen oder Wasserstraßen, fast durchweg in langgestreckter Form eingeschossig angelegt und selten unterkellert. Ein größerer Bauteil dient als Güterlager, ein kleinerer für die Verwaltung. Letzterer ist oft zweistöckig erbaut (Fig. 50, 73 und 74), wobei sein Erdgeschoß

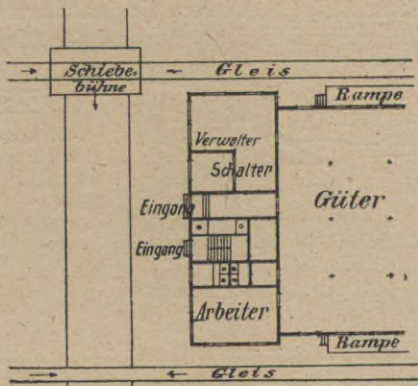


Fig. 50. Mehrgeschossiger Bauteil einer großen Güterhalle.

die Räume für die Verwaltung, das obere Geschoß (aus Sicherheitsgründen) die Wohnung für einen Beamten enthält. In großen Anlagen ist dann unter dem mehrstöckigen Bauteil auch wohl noch ein Kellergeschoß angebracht, welches Unterkunfts- räume, Speise- oder Waschräume für die Arbeiter, auch Bedürfnisanstalten für den öffentlichen Ver- kehr darbietet. Derlei Hilfsräume liegen stets an der kurzen Hausfront, damit sie immer zugänglich

bleiben, wenn auch die Güterböden geschlossen sind; ähnlich Fig. 50.

Der eigentliche Güterboden stellt gewöhnlich einen einzigen, großen Raum, eine Halle, dar; bei sehr großen Gebäuden wird der Innenraum durch Brandmauern zerlegt, es entstehen mehrere solcher Hallen bzw. Räume. Man spricht von einschiffigen oder mehrschiffigen Hallen, je nachdem sie mit einer oder mehreren Dachformen überdeckt sind,

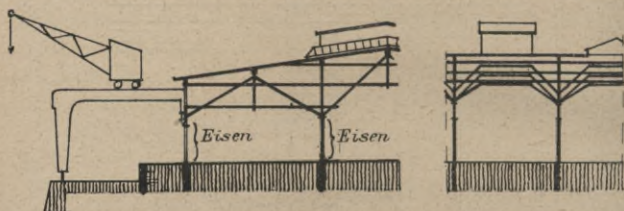


Fig. 51 und 52. Querschnittsformen größerer Hallen.

oder die Dachstützen angeordnet sind. Einschiffige Hallen zeigen Fig. 2—21, 32, 53, 57 sowie 59, zweischiffige Fig. 24—33, 56 und 58, dreischiffige Fig. 34, 51, 60—63 und mehrschiffige Fig. 38—39, 54—55, 64, 65, auch Fig. 24—33.

Der Hallenfirst läuft der Billigkeit halber — um hohe Langfrontwände zu vermeiden — meist in der Länge des Gebäudes. Sehr tiefe Hallen überdacht man durch Aneinanderstellung der verschiedenen einfachen Dachformen nach Figuren wie letztbenannt. Größere Güterhallen werden meist dreischiffig angelegt, also mit zwei Stützenreihen versehen; denn einschiffige, ebenso breite Dächer rufen größere Anlage- und Unterhaltungskosten hervor;

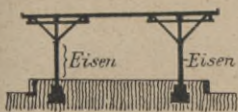


Fig. 53.

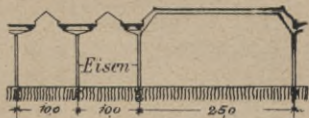


Fig. 54.

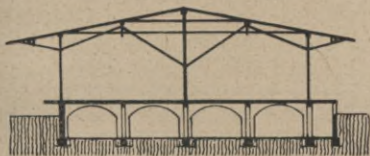


Fig. 56.



Fig. 55.

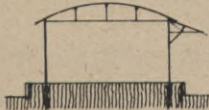


Fig. 57.

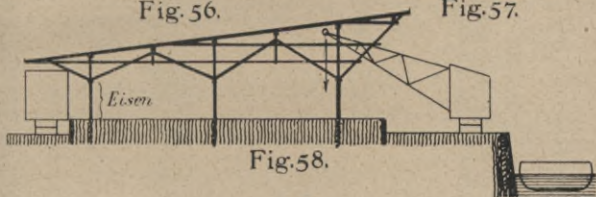


Fig. 58.

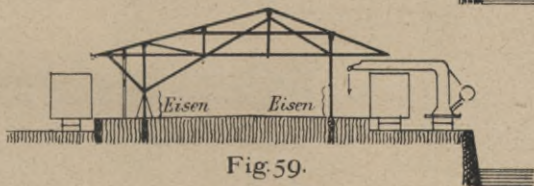


Fig. 59.

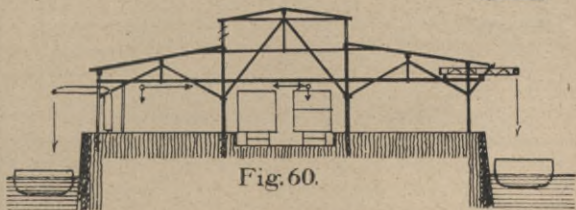


Fig. 60.

Flachbauten. Querschnittsformen größerer Hallen,

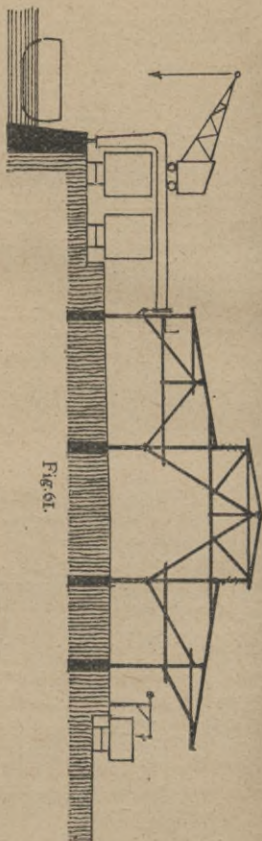


Fig. 61.

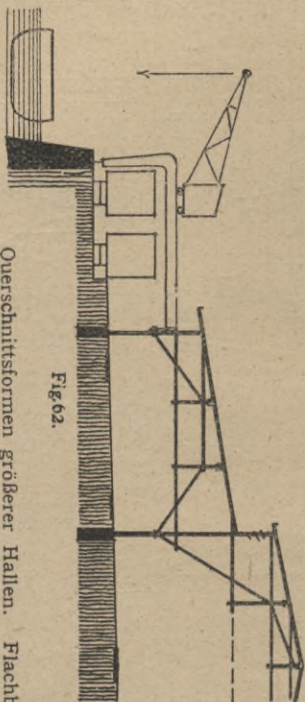


Fig. 62.

Querschnittsformen größerer Hallen. Flachbauten.

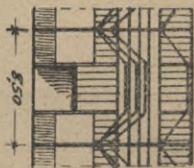


Fig. 63.

auch ist die Belichtung und Entlüftung der Dachspitze bei dreischiffigen Hallen leichter und billiger herzustellen. Die Stützreihen am Mittelgange geben vermehrte Gelegenheit zur Anlehnung von Gegenständen, zur Befestigung von Innenwänden, Abstützungen, Zugvorrichtungen, Abteilungsrahmen usw.

Die Innenstützen werden meist aus Holz hergestellt, nötigenfalls mit Eisenblech rundum beschlagen oder besser (Fig. 66—68) mit Formeisen so geschützt, daß die Luft das Holz teilweise bestreicht und am Holze manches befestigt

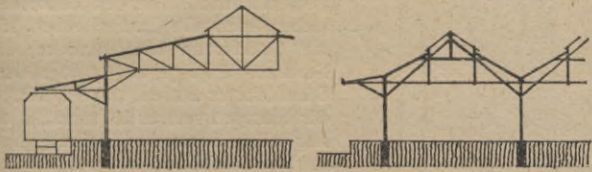


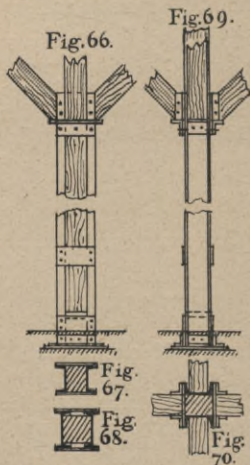
Fig. 64 und 65. Querschnittsformen größerer Hallen.

werden kann. Man stellt auch wohl den unteren Teil der Binderpfosten auf ca. 3 m Höhe in Eisen her und setzt darauf einen Holzstiel (Fig. 69—70).

Die Binderentfernungen betragen 4—8,50 m; bei großen Entfernungen in Holzkonstruktion sind dann die Binder so gebildet, daß (von jedem Binderstiele aus) die freien Pfetten mittels Sprengwerke unterstützt werden können (Fig. 52); die Pfetten auf den Rampenvorsprüngen werden dann ebenso (teils in geneigter Lage) abgesprengt. Bei Eisenkonstruktionen sind für große Binderentfernungen die Pfetten gitterartig ausgebildet oder durch Zwischenbinder unterstützt. Die Umfassungswände sind unterhalb des Güterbodens meist massiv, oberhalb dann ebenso massiv oder — fast stets — aus Holz- oder Eisenfachwerk. Auf schlechtem Baugrunde wendet man durchweg Holz- oder Eisenfachwerk auf Pfahlgründungen an. Im Innern wie auf den Rampen werden Verkleidungen aus Holz oder Eisenblech vor den Fachwänden angebracht zum Schutze der Wände (und der Türen) gegen Verstoß, auch zur

Isolierung der Güter gegen Schwitzwasser usw. Der Erdgeschoßfußboden, die Stätte der Hauptarbeit, wird am besten voll unterfüllt; etwa gewünschte Hohlräume wären unter Holzböden mit Lüftungsöffnungen zu versehen, und letztere mit dichtmaschigen Drahtgittern zu schließen, damit kein Ungeziefer eindringen kann. An den Längsseiten der Güter-

hallen, beiderseits, befinden sich die Ladeöffnungen, gewöhnlich in einer Entfernung eines oder zweier Binderfelder angelegt; davor, auf gleicher Höhe, die etwa 1,50—5 m breiten Laderampen, welche nur durch kleine Treppen zugänglich gemacht sind. Über den Ladetoren ziehen sich die Laufschiene für die Ladekrane hin, darüber die Fenster. Fig. 74 u. 75 aus dem Düsseldorfer Hafen. Zu Fußböden der Rampen verwendet man Eisen, Asphalt, Zement, Steine und auch Holzfußboden, welche an den Kanten mit den nötigen Schutzisen versehen sind. Für die Fußböden innerhalb der Hallen ist Belag aus Holz, Xyolith, Eisen oder Asphalt zu empfehlen; für ganz grobe Ware auch Klinkerziegel und Steinpflaster. Für sehr stark benutzte Bodenflächen genügen nur gußeiserne, gekuppte Platten.



Armierung hölzerner Pfosten.

Die Glasflächen sollen in den Wänden erst 2—4 m über der Erde beginnen, um so hoch die Flächen zum Stapeln frei zu halten; meist bilden sie lange Streifen, und darin werden dann die nötigen Lüftungsflügel, vom Boden her regulierbar, angebracht.

Die Unterkonstruktionen der Hallendächer, wie die Binder, Pfetten und Sparren werden aus Eisen oder Eisenbeton, meistens aber, der Billigkeit halber, aus Holz hergestellt. Zur Dachdeckung wird vorzugsweise Pappe auf Holzschalung benutzt; seltener Holzzement oder Metall; in besserer Bauart



aber Eisenbeton mit Pappe. Ziegeldächer werden wenig gebraucht, weil sie schwere Konstruktionen verlangen; auch weil sie undichte, staubige und kalte Räume ergeben; letztere Nachteile kann man teils durch eine Dachunterschaltung verhüten. Bei überhängenden Ziegeldächern kommt noch hinzu, daß sie der Sturmwind leicht beschädigt.

Schutzdächer überdecken die Rampen; sie werden mit gleichem Material wie das Hauptdach gedeckt, oft auch nur

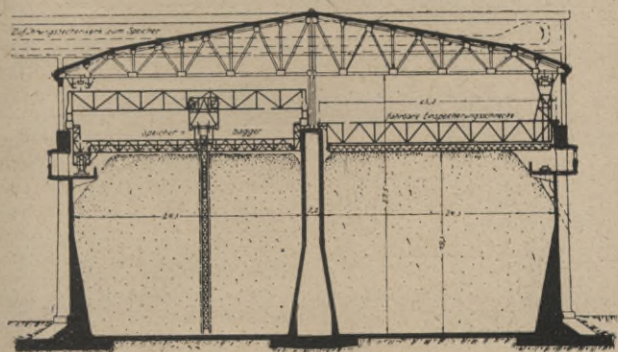
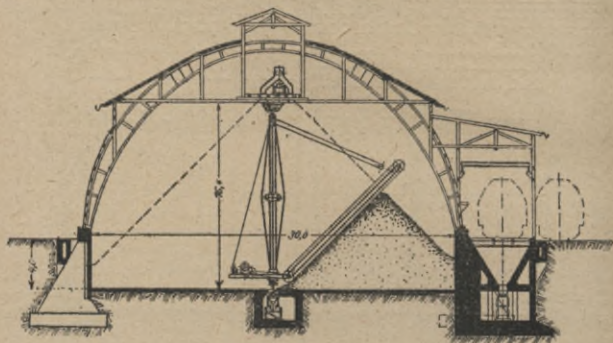


Fig. 71. Speicher für Kalialze, Querschnitt. Auch Querschnitt zu Fig. 133. Aus Zt. d. Ing.

in billigster Art mit Wellblechtafeln, die auf eisernen Konsolbindern ruhen, hergestellt. In dreischiffigen Hallen wird meist für das Oberlicht eine senkrechte Verglasung angeordnet, eine sogenannte Laterne, indem das Dach zwischen den inneren Stützenreihen unterbrochen und höher angeordnet wird; die gewonnenen Flächen dienen zur Belichtung des Raumes. Laternenaufsätze verschiedenster Formen zeigen die Fig. 34, 38, 39, 60—65, 72. Fig. 58 zeigt einen wenig gebräuchlichen Querschnitt; dabei kann der Ladekran weit bis in das Gebäude hineinlangen; die Wände sind deshalb nur teilweise geschlossen in Holzfachwerk.

Zur Lagerung von Massengütern, welche wohl körnig sind, aber nicht rieseln, z. B. Salz, Kali, im gewissen Sinne auch Kohle usw., solcher Güter, die nicht im Freien lagern dürfen, werden große Hallen errichtet, und das Material wurde darin in kolossalen Mengen in entsprechender Höhe aufgeschüttet. Es sind z. B. Speicher gebaut worden, in denen etwa bis zu 20 m Höhe das Material gelagert wurde. Z. d. Ing. Jahrgang 1918, S. 705, Fig. 71 zur Lagerung von Massengütern mit einem Fassungsvermögen von 30 000 Waggons bei 500 Waggon täglicher Verladung. Das Material wird mittels Transport-



Maßstab 1 : 375.

50 t/st Einspeicherungsleistung; 25 t/st Ausspeicherungsleistung; elektrischer Antrieb des Kratzers; 13 m Ausladung des Kratzers; 16 m Materialschütthöhe; 16,4 m Höhe bis Unterkante Binder; 60 m Speicherlänge; 20 000 t Speichereinhalt. — Die Längstransporte im Speicher erfolgen mittels Bänder.

Fig. 72. Querschnitt eines ausgeführten Speichers für Kalisalze. Aus Zt. d. Ing. 1918.

schnecken in solchen Räumen eingefüllt, und weil es sich sehr stark festsetzt, muß es mittels maschineller Kräfte dann wieder gelöst werden. Zu dem Zwecke ist die Halle mit Kranen ausgerüstet, die der Länge nach das Gebäude befahren können. Auf dem Kran ist wieder ein Bagger montiert, dessen Eimer-

kette das Material in die Höhe rafft und auf eine Transportschnecke wirft, die es zur Eisenbahn abführt. Das Lager ist 50 m breit und 400 m lang.

Beispiel Z. d. Ing. Jahrg. 1918, S. 698, Fig. 72 zeigt eine Lagerhalle für Kali, mit einer einfachen, fahrbaren Baggervorrichtung, die in der Mitte des Baues auf einer Schiene läuft. Die Ausnutzbarkeit des Raumes ist natürlich hierbei eine viel geringere als wie bei vorigem Beispiel. Die Halle faßt 20 000 t.

Interessante Lagerhäuser siehe „Zeitschr. d. Ing.“ 1908, S. 361, und bei Kap. VII A Verkehrs-

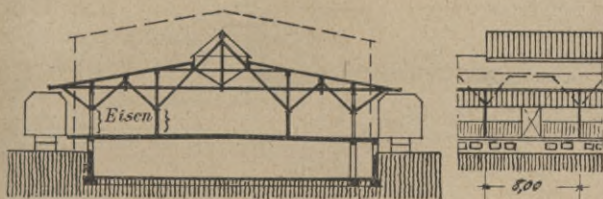


Fig. 73 und 74. Flachbau mit Keller.

straßen; weiter auch in Bremen und s. B., S. 724 bis 732 (letzterer Güterschuppen mit einseitiger Beleuchtung).

b) *Größere Flachbauten mit Keller.* In ihrer Einrichtung und baulichen Anordnung gleichen sie (von der Güterbodenhöhe ab) genau den vorbeschriebenen Güterhallen. Das Kellergeschoß wird massiv errichtet, entweder nur innerhalb der Hauptumfassungen der Halle (Fig. 73, linke Hälfte), oder auch unter Einbeziehung der Räume unter den Laderampen (Fig. 73, rechte Hälfte) erbaut.

Die Kellergeschoßräume schließt man wegen der Feuergefahr gegen die oberen Räume hin voll-

ständig feuersicher ab; ebenso werden alle zum Betriebe erforderlichen Treppen, Aufzüge, Hebeplatten, Rampen, Rutschen usw. entweder frei vor den Bauten liegend angeordnet, oder — wenn sie

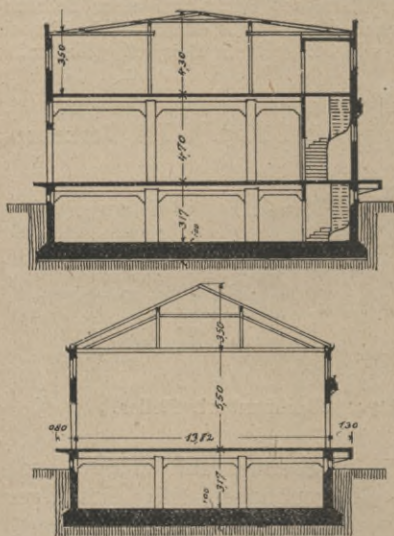


Fig. 75 und 76. Querschnitt eines Güterschuppens in Düsseldorf.

innerhalb der Bauten liegen — feuersicher umschlossen. Aus gleichen Gründen legt man nur die allernötigsten Licht- und Luftöffnungen in den Kellerwänden an; man sollte Öffnungen nie unter Rampen anlegen, welche nicht feuersicher erbaut sind. Fig. 75 und 76 zeigenden Querschnitt eines Güterschuppens aus Düsseldorf, der teils eingeschossig, teils zweigeschossig in Eisenbeton errichtet ist. Sehr bemerkenswert ist die Herstellung der Kranbahnträger, die sowohl an der Mauer entlang, wie auch in den freistehenden Teilen in Eisenbeton errichtet sind.

Eine sehr zweckmäßige Anlage zeigt ein Schuppen der Elbe-Schiffahrtsgesellschaften Hamburg-Moldau-Hafen, der ins Wasser hineingebaut würde.

Die Leichterschiffe fahren unter dem Erdgeschoßboden ein. Die Waren werden mittels Laufkrane, Drehkrane usw. aus den Schiffen (durch Fußbodenluken) in die Lagerräume gebracht. Näheres in „Mühlen- und Speicherbau“ 1909, Heft 20.

c) Lagerhäuser, mehrgeschossig, eingebaut, kurzfrontig. Das eingebaute Lagerhaus dient vorwiegend privaten Handelszwecken. Es liegt meist an großen Verkehrsstraßen, an deren Einrichtungen

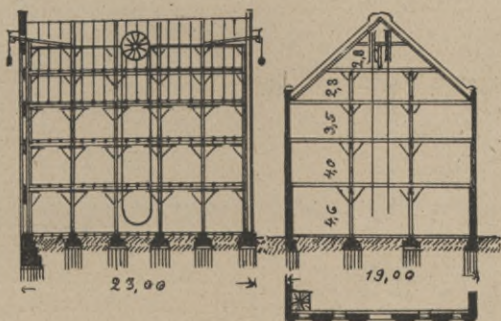


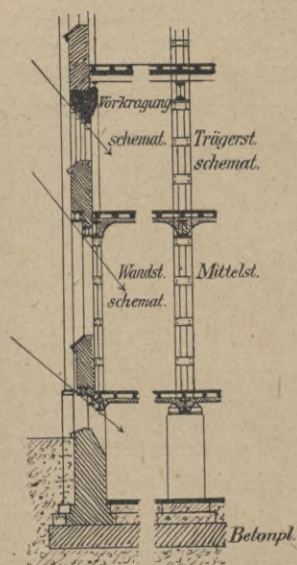
Fig. 77 und 78. Lagerhaus kurzfrontig, eingebaut.

möglichst viele Besitzer Anteil haben sollen, und deshalb haben die Grundstücke nur eine geringe Straßenfront, aber eine erheblich größere Tiefe. Die Raumausnutzung wird in den Gebäuden auf das Äußerste getrieben und die Vergrößerung der Nutzfläche sowohl der Platztiefe wie der Gebäudehöhe nach gesucht.

Fig. 77 und 78 zeigen eine typische Querschnittsform an viergeschossigen Häusern mit Holzausbau.

In alten Handelsstädten kommt auch noch vielfach das Giebelhaus mit dem üblichen Seilaufzug, mittels dessen man die höchsten Geschosse belagern kann, vor.

Das Haus ist nach anderen Gebäuden hin voll-



ständig mit Mauern abgeschlossen, die keinerlei Öffnungen zeigen und zum Schutze gegen Feuer ziemlich hoch über das Dach hinausgeführt werden. Luft- und Lichtflächen sind vorzugsweise an den Kopfseiten zu bilden. Die Benutzung natürlicher Luft- und Lichtquellen ist in den mittleren Teilen des Gebäudes erheblich erschwert, also müssen künstliche Anlagen dafür geschaffen werden. Der Einbau von Lichtschächten ist nicht beliebt wegen der Feuers- und Schmutzgefahr; große, freie, mit Einfahrten versehene Höfe wären besser, aber sie kommen des Platzverlustes wegen selten in

Fig. 79. Deckenkonstruktion und Lichteinfall an Fensterstürzen.

Anwendung. Die Giebelfenster werden möglichst groß angelegt und reichen bis hart unter die Decke, wo ihre Stürze mit Bogen oder Trägern, außen nach oben hin, noch abgeschragt werden, um den Licht-

einfall zu begünstigen; besonders ist dieses Abschrägen in engen Straßen nötig (Fig. 79). Im Erdgeschoße befinden sich an den Kopfseiten die Ladetore mit den nötigen Hebezeugen, wie Krane, Aufzüge, Rutschen, ferner auch Arbeitsräume für Lagerbeamte; weitere Verwaltungsräume legt man in Obergeschossen an, wo auch Oberlicht zu Hilfe genommen wird.

Die Räumlichkeiten zur Erzeugung von Kraft, Licht und Wärme fallen für solche Betriebe meist fort, wo große, billige, fremde Bezugsquellen (Kraftzentralen) dafür vorhanden sind. Nötigenfalls bringt man Räume dafür ins Kellergeschoß, von der Front aus mit besonderen Eingängen zugänglich gemacht. Wo eine Weiterverarbeitung von Waren stattfindet, scheidet man gewöhnlich die Bearbeitungsräume von den Lagerräumen mit Wänden ab. Die Treppen sollte man durchweg feuersicher anlegen, mit feuersicheren Wänden umschließen und durch feuersichere Gänge untereinander und mit der Straße verbinden.

Wenn man zur Anlage von Grenzbrandmauern genötigt ist, so richtet man am besten die Hausgiebel den Nachbarn zu, bei geringer Bautiefe.

Die Bauart ist bez. der Baustoffe bei den eingebauten Lagerhäusern sehr vielseitig. Am richtigsten wendet man massive, feuersichere Konstruktionen in einfachster Form an. Die Wände und Decken in Steinkonstruktionen oder Eisenbeton; die Stützen und Unterzüge in Eisen oder Eisenbeton. Für die Umfassungswände ist, selbst wenn die Decken und ihre Stützen aus Holz konstruiert werden sollen, auch Massivbau rätlich, weil die Brandgiebel ohnehin massiv hergestellt werden müssen.

d) *Gruppenbauten* (Baublöcke mit Eckhäusern und Zwischenhäusern). In großen Handelszentralen befinden sich oft ganze Gruppen bzw. Reihen von Lagerhäusern in einer Hand, meist im Besitze von Gemeinden oder großen Gesellschaften, zur Vermietung oder zum eigenen Lagerbetrieb errichtet. Für die Zwecke der Vermietung ist der Gruppenbau die richtigste Art, um dem Großhandel eines Ortes zu dienen. Die Anlagekosten sind in Großunternehmungen in bezug auf den Grundwert, das Bauen, die Versorgung mit Licht, Kraft, Wärme und Wasser, ebenso wie bez. der laufenden Unterhaltungskosten, bedeutend geringer, als sie von seiten kleinerer Betriebe gestellt werden können. Die Sicherungen für allgemeinen Verkehr und für die lagernde Ware können auch in weit stärkerer und billigerer Art geschaffen werden. Die Möglichkeit der Vermietbarkeit ist in Gruppenbauten eine sehr vielseitige; ganze Häuser, einzelne Geschosse oder Geschoßteile können abgegeben werden. Es bestehen Zentralstellen für Licht, Kraft, Wärme, Wasser für einzelne oder mehrere Baublöcke; die Verteilung der Nutzkraft geschieht teils auf den Straßen selbst oder durch gemeinschaftliche, im Boden angelegte Kanäle, teils auch von den Dächern her. Die Haupttreppen, Nottreppen, Leitern, feuersicheren Gänge usw. werden für mehrere Betriebe gemeinschaftlich angelegt; auch die Transportvorrichtungen, wie Aufzüge usw., schaffen gemeinschaftlich für mehrere Mieter.

Als ein Beispiel für Gruppenbauten seien hier die Baublöcke von der Hamburger Freihafen-Lagerhausgesellschaft zu Hamburg, in den verschiedensten



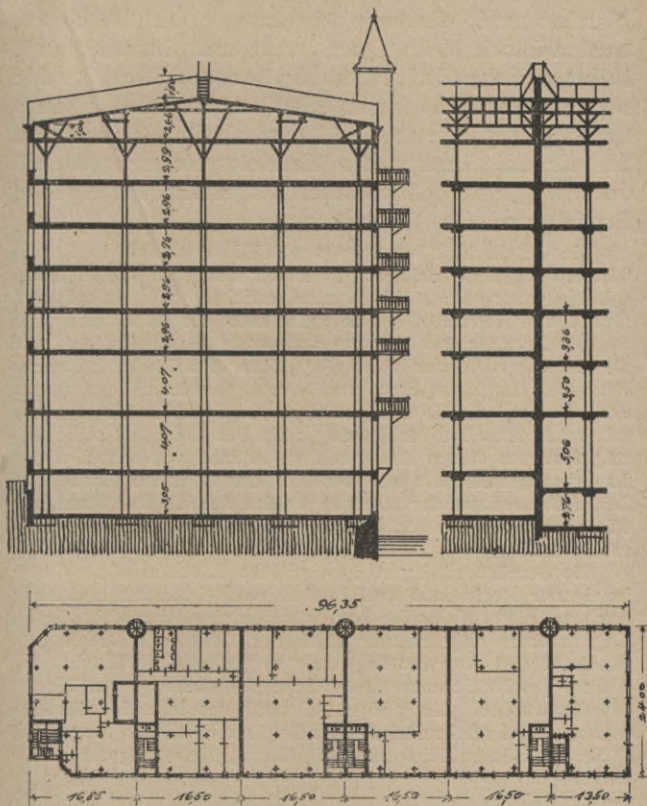


Fig. 80—82. Lagerhäuser der Hamburger Freihafen-Lagerhausgesellschaft.

Bauzeiten und Bauarten errichtete Gebäude, benannt. Fig. 80—82 stellen den 1907 (Architekten

Hanßen und Meerwein) in kunstvoller Weise erbauten Block V im Querschnitt und Grundriß dar. Näheres siehe Zt. „M. u. Sp.“ 1908, S. 106. Die neueren Bauten dieser Gesellschaft sind ebenso mustergültig, wie es die älteren für ihre Zeit waren. Sie dienen sämtlich als Handelsspeicher und sind durchweg als Bodenspeicher hergestellt, für eigenen Betrieb und für Vermietung.

Die Gesellschaft hat etwa 250 Millionen Mark in Lagerhäusern angelegt und noch in letzter Zeit sehr große, kostspielige, aber sehr solide Bauten errichtet, auf staatlichem Grund und Boden. Die Mietpreise setzt der hohe Senat des Staates fest; für das gesamte aufgewendete Kapital darf die Gesellschaft vorab nur bis zu  $3\frac{1}{2}\%$  Zins vom Gewinn nehmen. Nachdem der Staat dann vorab einen gewissen Prozentsatz erhalten hat, teilt die Gesellschaft etwaige weitere Überschüsse mit dem Staate im Verhältnis 5 : 3. Der Staat hat seine Erträge aus diesen Anlagen zum Ankauf von Anteilen der Lagerhausgesellschaft anzuwenden, damit er im Laufe der Zeit Alleinbesitzer der Anlagen werden kann. Der Staat, die Mieter und die Gesellschaft fühlen sich bei diesem Verhältnis recht wohl.

Die Gesellschaft lagert in einzelnen Blöcken auch Güter in eigener Regie und erhält Miete nach Quantum und Zeit; auch vermietet sie außer Lagerräumen eine Anzahl in diesen Lagerhäusern angebrachter moderner Kontore. Die Lagerräume dürfen nur zur Lagerung ungefährlicher Waren und für die gewöhnliche kaufmännische Verarbeitung von Waren benutzt werden. Mit gütiger Erlaubnis der Direktion der Gesellschaft sei nachstehende Tabelle über Raumart, Lage und Höhe der Räume, Mietpreis und zulässige Belastung der Böden eingefügt.

Zum Mietpreise kommen noch die Kosten für Heizung der Zimmer hinzu; durchweg im Keller pro qm mit 2,— M., für andere Zimmer 3,— M. Außerdem ist ein anteilmäßiger Kostenbeitrag für Wasser und Heizung der Mieträume sowie für die Heizung und Beleuchtung der gemeinschaftlichen Treppen und Aborte noch zu entrichten.

Die Häuserblöcke sind durch Brandmauern in 2—8 selb-

	Keller			Raum (Parterre)				
	Lager- räume	Lichte Höhe	Trag- kraft à qm	Kon- tore	Aus- gep. Lager	Lager- räume	Lichte Höhe	Trag- kraft à qm
	Mk.	m	kg	Mk.	Mk.	Mk.	m	kg
Von — bis: meist:	7—7,75 7,50	2,4—3,08 2,7	3000	24—30 24.—	14—15 14	9—10 10	3,23—4,93 3,70	15—1800 1800
<b>1. Boden (1. Etage)</b>								
Von — bis: meist:				20—25 20	12—13 13,—	6—7,— 6,50	2,6—3,9 2,7	15—1800 1800
<b>2. Boden (2. Etage)</b>								
Von — bis: meist:				18—24 18	12,—	5—6 alt 5,— neu 6,5	2,65	1800
<b>3. Boden (3. Etage)</b>								
Von — bis: meist:				14—24	11—12	5—6 alt 5,— neu 6,—	2,65	1800
<b>4. Boden (4. Etage)</b>								
Von — bis: meist:				14—24	11—12	5—6 alt 5,— neu 5,5	2,65	15—1800 1800
<b>5. Boden</b>				<b>Dachgeschoß</b>				
Von — bis: meist:	5—5,25 5,25	2,4—2,75 2,70	15—18 1500	5—8,5	6—10	4—4,75 alt 4,— neu 4,75	2,70	500—1000 1000

ständige Häuser zerlegt, die sämtlich ein Kellergeschoß, ein Erdgeschoß (oder Raum), 5 oder 6 Böden (Etagenböden), sowie ein nutzbar ausgebautes Dachgeschoß (den Spitzboden) enthalten. Die Blöcke sind dreiseitig von Straßen umzogen, welche teils dem Eisenbahn-, teils dem Fuhrwerkverkehr dienen; die vierte Seite eines jeden Hauses liegt hart an einer Wasserstraße. An den Land- und Wasserstraßen können die Waren mittels Seilauzüge oder anderer Hebezeuge gehoben

und in die einzelnen Stockwerke der Gebäude befördert werden; zur senkrechten Förderung sind im Innern der Bauten auch noch größere, in Schächten eingebaute Aufzüge vorhanden; zum Kellergeschoß führt bei neueren Bauten auch ein Hebewerk, dessen Platte in der Trottoirfläche liegt; große Aufzüge werden mit Druckwasser betrieben, die Seilaufzüge mit Wasser oder Elektrizität. Die Keller können auch von den Wasserstraßen her durch Luken belagert werden, welche man mit Stauklappen gegen Eindringen von Wasser sichert. Größere Kontorräume sind vorzugsweise in jedem freistehenden Eckhäusern angelegt; Block V enthält auch größere Reparaturwerkstätten und Aufenthaltsräume für eigene Arbeiter.

Die Bauten der Gesellschaft wurden früher zuerst durchweg massiv gebaut; dann wurde stellenweise zu Holzkonstruktionen der Decken und Stützen (die sich aber nicht bewährten) übergegangen. Später und jetzt noch werden die Decken- und Stützenausbildungen wieder durchweg massiv ausgeführt. Kellerstützen sind gemauert, die übrigen Stützen aus Guß- oder Walzeisen; Unterzüge und Deckenträger aus Walzeisen gebildet und in weitgehendster Weise durch Umhüllungen mit Kork, Zement, Eisenblechbeschlägen usw. geschützt. Die Deckenfelder sind aus Formstein, Beton oder Eisenbeton gebildet; die Fußbödenbeläge sind mit Asphalt, Zement oder mit Holz (neuerdings meist Ahorn in den ganz breiten Lagergängen, daneben Pitchpine) hergestellt. Zwei Treppen stehen stets als Rettungswege zur Verfügung; die Haupttreppe liegt an der Landfront, die (für den gewöhnlichen Verkehr gesperrte) Nebentreppe an der Wasserfront. An den Fenstern der wasserseitigen Lagerräume entlang ziehen sich eiserne Laufstege zu diesen Nebentreppen hin, letztere sind durch feuersichere Kellergänge mit der Straße verbunden. Diese Anordnung hat sich bei Bränden schon ganz vorzüglich bewährt. Die Außenfronten zeigen durchweg Ziegelrohbau; teilweise sind Hausteine angewendet; an den neuen Bauten fällt es angenehm auf, daß die Ladeluken mit ihren Vorrichtungen als das wesentlichste Architekturmotiv recht geschickt zur Ausbildung der Fronten benutzt worden sind.

Lagerhausgesellschaften, welche Bauten für ähnliche Zwecke errichtet haben, existieren in fast allen großen Handelsstädten.

e) *Hochbauten, mehrgeschossig, freistehend.* Die freie Lage des Hauses ist der eingebauten vorzuziehen, weil die Zugänglichkeit, Belichtungs-, Nutzungsart und Lüftung der Räume dabei besser gestaltet werden kann; dieserhalb sei auf die bez. vorigen Ausführungen verwiesen. Eine richtige Stellung des Hauses zu den Zufahrtswegen und gute Raumaufteilung ist Hauptbedingung.

Durch die Vergrößerung der Baufronten gegenüber den eingebauten Häusern vermehren sich die Anlage- und Unterhaltungskosten erheblich, ebenso auch die Nachteile, welche in bezug auf die Abkühlung und Erwärmung der Räume entstehen können.

Beispiele aus dem Eisenbetonbau siehe „Handbuch für Eisenbetonbau“, Hauptzollbauamt Würzburg, Querschnitt S. 313; weiter S. 311, ein Eisenlager in Stuttgart, Querschnitt; S. 317, Zollschuppen in Düsseldorf, Querschnitt; S. 334, Graf-Eberhard-Bau in Stuttgart, Querschnitt; S. 332, Chlorkalienlager in Bernterode; S. 340, Pugh-Power-Gebäude in Cincinnati; S. 346, Glöcklergebäude in Pittsburg.

Ein Beispiel in Holzbau zeigen Fig. 83 und 84 aus Hamburg, den sogenannten Kaiserschuppen. Seine Gründung ist auf Pfählen erfolgt; die unteren Bauteile sind (wegen des wechselnden Wasserstandes) massiv hergestellt; in Abständen von 20 m Entfernung ist das Gebäude in Abteile zerlegt durch massive Brandmauern; im übrigen ist das Baumaterial für Decken, Wände und das Dach nur Holz.

f) *Hochbauten, mehrgeschossig und langfrontig, eingebaut.* Einer besonderen Beschreibung bedürfen diese Bauten nicht, weil sie, sobald sie größere Län-

gen erreichen, doch durch Brandmauern in einzelne Abteilungen zerlegt werden müssen und dann den vorher unter c) und d) beschriebenen Bauten ähneln.

g) *Offene und geschlossene Schuppen, also kleinere Flachbauten.* Als Schuppen wird mancherorts auch ein größeres Bauwerk, eine große Güterhalle an Verkehrsstraßen, z. B. als Kai,,schuppen“

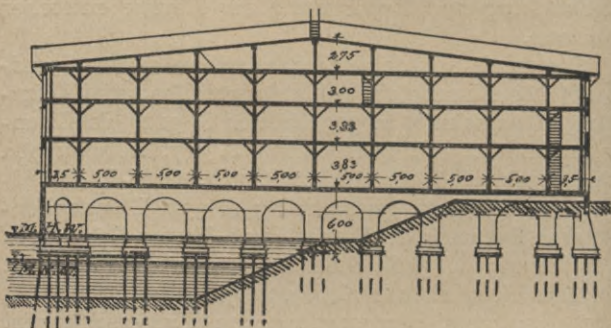
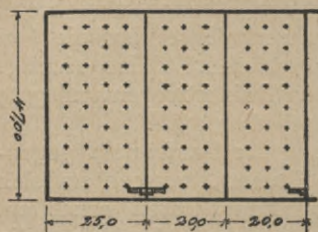


Fig. 83 und 84. Lagerhaus Kaiserschuppen der Hamburger Freihafen-Lagerhausgesellschaft.

oder Güter,,schuppen“ bezeichnet; hier aber seien darunter kleine, leichte Bauwerke gemeint, deren Bedachungen auf freistehenden Pfosten ruhen, oder die wohl auch mit billigsten Wandkonstruktionen seitlich umschlossen sind. Solche Schuppen dienen zur Lagerung von allerlei Gut; ihre Bauart ist zu

verschieden, als daß näher darauf eingegangen werden könnte; sie werden in Holz, Stein, Eisenbeton, selten in Beton errichtet. Als Beispiele für ihre Querschnittsformen können die unter a) genannten Figuren ebenfalls angesehen werden.

### III. Speichieranlagen für Getreide und ähnliche körnige, rieselfähige Stoffe.

Bemerkung: Auch in den Beschreibungen unter IV.—IX. sind diese Güterarten vorausgesetzt.

#### a) Die verschiedenen Arten der Lagerung.

1. Sacklagerung. Die Ware kann, solange sie in Säcken verpackt ist, wegen der Gefahr der Wertminderung nicht lange am selben Platze gelagert, sonst aber wie anderes Stückgut behandelt werden. Als Sackspeicher genügt jeder beliebige Raum, der gegen Nässe geschützt ist. Bei den sonstigen Lagerungsarten ist das Getreide stets unverpackt, lose in Einzelkörnern gelagert.

2. Flachlagerung auf festen Böden (siehe Kap. I, 1).

3. Kastenlagerung auf festen Böden (siehe Kap. I, 3).

4. Flachlagerung oder Kastenlagerung auf Rieselböden (siehe Kap. I, 2).

5. Schachtlagerung (siehe Kap. I, 4).

6. Gemischte Lagerung. Für die Lagerung von körnigem Gut werden meist in einem Bauwerk verschiedene Arten der Lagerung angewendet, also teils Flach- oder Kastenspeicherung (mit oder ohne Rieselung) und teils in Schächten, damit man die Wahl hat, zeitweise für das betr. Gut die richtige Lagerungsart anwenden zu können.

*b) Vorteile der verschiedenen Lagerungsarten.*

Die verstaubten Körnerwaren müssen, um sie vor Verderben zu schützen, oft kontrolliert und manchmal umgestapelt, nötigenfalls getrocknet oder durchlüftet werden; diese Arbeit nennt man das „Umsetzen“ der Waren; aus ihr entstehen die größten Betriebskosten und auch viel Platzverlust, weil ein entsprechender Raum dort frei sein muß, wohin man die umzusetzende Ware schaffen will. Das Getreide muß z. B., wenn es nicht ganz trocken ist oder über 10—12° warm wird (damit es nicht „brennt“), einmal oder auch mehrere Male, je nachdem es sein Zustand erheischt, umgesetzt und durchlüftet werden. Bei gewöhnlicher Flachspeicherung wird das Getreide von Hand umgesetzt, mit Schaufeln möglichst weit durch die Luft geworfen, hierdurch gelüftet und auch gereinigt. Für Gänge, Böschungen usw. geht dabei ein Viertel der Bodenfläche verloren. Kasten- und Schachtspeicherung erfordern dagegen viel weniger Bodenfläche und hauptsächlich viel weniger für das Umsetzen nötige freie Bodenfläche als die Flachspeicherung; das Getreide liegt höher aufeinander, und es kann in bequemer und billiger Weise umgesetzt und gelüftet werden durch einfaches Ablaufenlassen der Körner nach unten hin, unter Benutzung ihrer Schwerkraft. Der Handbetrieb ist sehr umständlich, ungesund, teuer und platzraubend. Für den Großbetrieb ist der maschinelle Betrieb und die Schachtlagerung fast unentbehrlich. Der Arbeitsgang in einer maschinell betriebenen Anlage ist unter IX. ganz ausführlich beschrieben.

Die Nachteile der Schachtlagerung sind folgende:



Das Gut muß sehr trocken sein oder sehr oft umgesetzt werden, weil es sonst warmbrennt; es müssen entsprechende Zellen zum Umsetzen frei sein; die Massen liegen nicht vor Augen; es kann nur hartes (kein weiches) Getreide eingebracht werden; beim Entleeren kann das Gut an den Wänden kleben bleiben, besonders in eckigen Schächten. Proben können aus den vollen Behältern, nicht aus der ganzen Schachthöhe, sondern nur von oben (mit sog. Stechern) oder von unten her (durch Ablaufen) entnommen werden. Die Schächte müssen gehörig gefüllt bleiben, wenn der Inhalt lange verwahrt werden soll. Hölzerne Schachtanlagen sind bei Feuer (auch Selbstentzündung) verloren.

Die Vorteile der Schachtlagerung sind aber vorwiegend. Die Anlagen sind für sehr große Mengen rentabler in den Herstellungskosten und im Betrieb. Auf ganz geringem Raume werden große Massen von Gütern in einfacher, billiger und bequemer Weise untergebracht, da für das Einbringen, Entleeren, Umsetzen und Reinigen der Waren maschinelle Kräfte angewendet werden können. Man spart erheblich an Bauplatzgröße, Baukosten, Zinsen und Betriebskosten. Gut getrocknetes, eingespeichertes Gut kann luftdicht abgeschlossen dauernd gut erhalten und auch zwecks Beleihung unter Verschuß genommen werden. Beim Verkauf der Ware wird der Besitzer von Schächten unabhängiger von der Gunst der Zeiten. Die Mischung verschiedener Kornarten geht einfach und bequem vor sich. Gegen Feuer, auch bei Selbstentzündung, bieten die Schächte große Vorteile, sobald sie massiv sind. Kastenspeicher zeigen verschiedene Vorteile der Schachtspeicherung, aber nur in geringem Maße.

Die Lagerung auf Rieselböden ist am rätlichsten, wo große Mengen Getreides von gleicher Art und Qualität gelagert werden sollen. Besonders viel sind sie für leichte Getreidearten (Gerste und Hafer) zu Zwecken der Heeresverwaltung, Mälzereien usw. in Anwendung; für diese gestatten sie den einfachsten, billigsten und besten Betrieb. Ein Verlust für Gänge und Wände entsteht nicht, denn die ganze Bodenfläche wird (je nach Tragfähigkeit der Decke) beliebig hoch beschüttet. Rieselböden bedingen einen großen Raumverlust, wenn Getreide verschiedener Arten übereinander gelagert werden soll, weil der darunterliegende Behälter oder Boden für das fallende Gut freibleiben muß. Bei Ausbruch eines größeren Feuers im Lagerraum ist der gesamte Inhalt und der Ausbau des Rieselspeichers unrettbar verloren.

Bei Anwendung der Kasten- oder Flachspeicherung will man die Waren bez. Beschaffenheit und Menge stets vor Augen und unter offener Kontrolle haben und sie möglichst viel den Einwirkungen des Lichtes und der Luft aussetzen; bei Schachtspeichern verfolgt man den umgekehrten Zweck, die Waren möglichst von Luft und Licht abzuschließen.

Getreidespeicher, sehr gute Anlagen, siehe „Zt. d. Ing.“ 1904, S. 221, 259, 3242 und spätere Jahrgänge.

IV. Flachspeicher — auch Schütt- oder Bodenspeicher genannt — mit festen Böden, für Getreide usw.

Diese Körnerspeicher erfordern nur dieselbe Gestaltung und Bauart, wie sie auch fast jedes für

gewöhnliche Handelszwecke dienende, mit mehreren Böden versehene Lagerhaus (z. B. Fig. 77, 78) hat. Eine besondere Beschreibung der Bauten ist deshalb überflüssig; auch werden heute wohl zur ausschließlichen Schüttlagerung von Getreide und ähnlichen unverpackten Waren Neubauten als Flachspeicher kaum noch erstellt; denn der Arbeitsgang ist darin zu weitläufig, umständlich und teuer. Das Getreide gelangt in Säcke gefüllt und offen geschüttet auf Fuhrwerk, Waggons oder Schiffen an das Lagerhaus; es wird maschinell oder von Hand hineingeschafft, verwogen, event. gereinigt und nach den einzelnen Böden gebracht, dort (solange es noch nicht lagerfertig und trocken ist) nur etwa 0,5—1 m hoch aufgeschüttet und nach Bedarf umgesetzt; in lagerfertigem, trockenem Zustande schichtet man bis 2 m hoch. Einfache Fallröhren oder Luken vermitteln das Abwärtslassen des Getreides nach den unteren Böden; für den Versand wird es von Hand oder auch wohl mit Hilfe der Röhren eingesackt, dann verwogen und verladen. Ein Viertel der Bodenfläche des Raumes bleibt unbenutzt.

#### V. Kastenspeicher mit festen Böden (für Getreide).

Die Räume werden nicht unter 2,80 m im Lichten hoch angelegt. Mit dünnen, hölzernen Wänden sind die einzelnen, etwa 2,3 m hohen Kästen für die verschiedenen Waren abgeteilt; gewöhnlich werden die Stützreihen der Decken zum Einbau dieser Wände mit benutzt. Die zur Kontrolle — event. auch zur Einfüllung — der Waren

nötigen Gänge an einer Seite der Kästen entlang. Der Transport geschieht aufwärts mit Hebewerken und mit einfachen Fallröhren. Die Röhren sind fest oder verstellbar so gebaut, daß man nach Belieben seitwärts und abwärts einen oder mehrere Kästen

erreichen kann. Die Ausläufe der Röhren sind möglichst nahe an der Decke angebracht, damit das Getreide möglichst hoch, frei durch die Luft, auf den Boden des betr. unteren Kastens fällt und so durchgelüftet wird. Zum Zwecke des Verkaufes wird die Frucht mittels ebensolcher Röhren entweder direkt versackt und dann gewogen, oder auch in

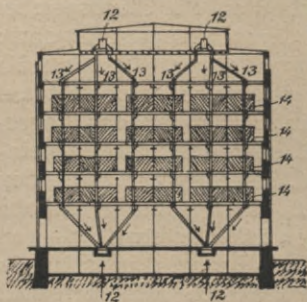
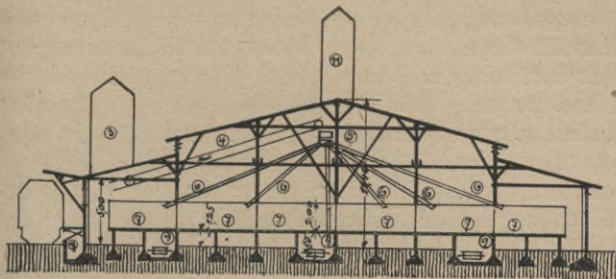


Fig. 85. Kastenspeicher in Mannheim.

einen fahrbaren Behälter geleitet, der eine Wiege- und eine Absackvorrichtung enthält. Bei maschinellen Betriebe wird das Gut eingebracht, umgesetzt und sonst behandelt, wie dies bei den großen Schachtspeichern unter IX. beschrieben ist.

Fig. 85 gibt einen schematischen Querschnitt eines mehrstöckigen Kastenspeichers an, aus welchem auch die Anordnung der Fallröhren zu ersehen ist.

Fig. 86 und 87 zeigen einen städtischen Getreidespeicher aus Danzig, eine sehr gute Anlage; einen einstöckigen Kastenspeicher, dessen beide Hälften gleichartig ausgerüstet sind. An der Laderampe (1) liegt längsdurch eine Schüttrinne, mittels welcher das eingeworfene Getreide nach den beiden Behältern (2) für die Elevatoren (3) gebracht wird; diese heben



es auf zwei obere Quertransportbänder (4), von denen es auf die Längsbänder (5) kommt und dann, in Fallrohre (6) gebracht, nach den zwölf Kästen (7) hinläuft. Für das Umsetzen läuft das Gut aus den Kastenböden durch Öffnungen bzw. durch Rohre nach den unteren Querbändern (9), hierauf in den mittleren Elevatorbehälter (10), in die Elevatoren (11), auf die Bänder (5) usw. Die Reinigung und Verwiegung erfolgt im Elevatorgehäuse bei (3).

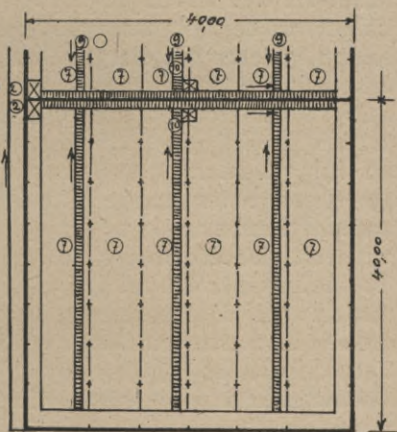


Fig. 86 und 87. Flacher Getreidespeicher in Danzig.

## VI. Kastenspeicher und Flachspeicher mit Rieselböden.

Rieselböden kommen sowohl bei einfachen Flachspeichern wie auch bei Kastenspeichern zur

Anwendung; sie erleichtern und verbilligen den Betrieb bedeutend; ihre Wirtschaftlichkeit wächst mit der Zahl der Böden. Eine Schütthöhe von 1 m rieselt in etwa 8 Minuten ab. Die Konstruktionen sollen sehr fest sein, weil event. Getreide durchweg bis zu  $2\frac{1}{2}$  m Höhe gelagert wird. Die Geschosse werden wenigstens 3,20 m hoch angelegt, damit die Körner genügend hoch noch frei durch die Luft fallen. Fußböden und Deckenbalken werden immer aus Holz gebildet, weil sich mit Hilfe dieses Materials die Vorrichtungen für das Rieseln (Fig. 89 bis 92) am besten anbringen lassen; im übrigen sind solche Speicher wie die gewöhnlichen Flachspeicher erbaut. Die Balkenmitten liegen dabei in Entfernungen von etwa 60 cm. Der Holzboden ist 5 cm stark und wird mit Lochreihen versehen, die 30 bis 40 cm voneinander entfernt sind; die Mitten der (4—5 cm großen, runden) Löcher sind auch in der andern Richtung etwa 30—40 cm voneinander entfernt. Unterhalb des Bodens liegen unter jeder Lochreihe einfache, seitlich verstellbare Flacheisenschieber, die in ebensolchen Abständen mit gleichgroßen Löchern versehen sind, wie sie der Boden hat. Sobald der Schieber so gestellt wird, daß seine Löcher sich unter den Bodenlöchern befinden, dann rieselt das Gut abwärts nach den darunterliegenden Böden oder Kästen. Unter jedem Schieber ist, nahe der Decke, eine spitz abgedachte Metalleiste angebracht, auf deren schräge Fläche die Körner auf fallen und sich seitwärts gut verteilen sollen. Beim Umsetzen wird starke Zugluft im Raume hergestellt, zum besseren Durchlüften des Getreides, durch Öffnen der Fenster und Türen oder durch

maschinelle Lüftung. Die Fußböden der Rieselböden werden wagerecht (Fig. 89—90) oder auch mit geneigten (Fig. 91—92) Flächen hergestellt; bei geraden Böden rieselt ein Teil des Gutes — zwischen den Löchern gelegen — nicht ab, und er muß mit

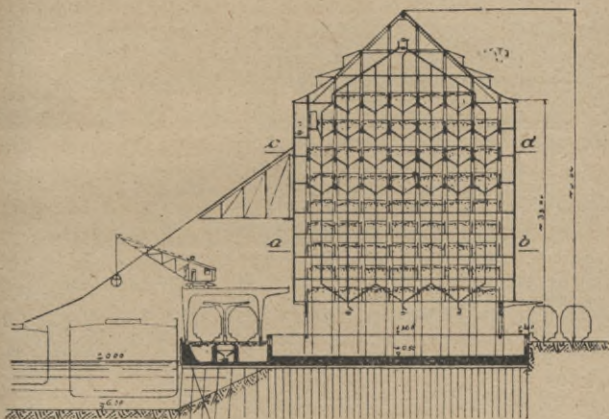


Fig. 88. Gesamtanordnung des Zwangseinlagerungs-Speichers in Königsberg. Maßstab 1 : 666. Aus Zt. d. Ing. 1918.

der Hand in die Löcher gekehrt werden. Geneigte Böden erübrigen diese Handarbeit, aber sie sind teurer in der Anlage und auch wegen der schlecht begehbaren Bodenflächen nicht beliebt. Das Absacken des Getreides geschieht mit einer großen Anzahl von Fallrohren, wie früher beschrieben.

Rieselböden sind auch in Eisenbeton derartig ausgeführt worden, daß nicht vorher kleinere Löcher in

den Böden angebracht wurden, sondern indem man die ganzen Deckenfelder statt mit wagerechten dann mit schrägen Böden versah, auf denen das Getreide abrutscht und im übrigen mit Fallrohren weitergeleitet wird. S. Fig. 88, Königsberg. Eine Lüftung des Getreides erfolgt natürlich dabei nicht,

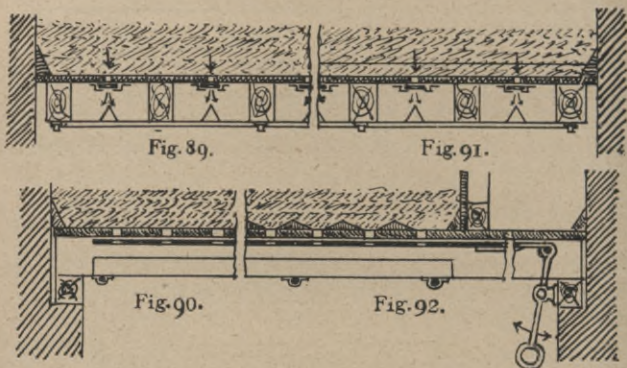


Fig. 89 und 90 Querschnitte von geraden, Fig. 91 und 92 von schrägen Rieselböden.

und zu dem Zwecke muß es nach unten auf Transportbänder abgelassen werden und von dort wieder nach oben in die Kastensilos gebracht werden.

## VII. Schächte (Silos) für sich betrachtet.

a) *Allgemeines.* Unter Silos versteht man Behälter, die mit dicht geschlossenen Seitenwandungen versehen sind, nur von oben gefüllt und von unten durch einfache Verschlüsse ohne weitere Beihilfe entleert werden können. Sie werden als groß-



räumige Einzelschächte (viereckig, sechseckig, achteckig und rund) erbaut, einzeln errichtet oder zellenartig in ebensolchen Querschnittsformen aneinandergereiht. Der Fassungsraum wechselt bedeutend; in Eisen und Eisenbeton sind sie aber schon bis zu einem Durchmesser von 10 m und Höhen von 30 m zur Ausführung gelangt. Die Behälter stehen, gruppenweise oder einzeln, innerhalb besonderer Räume oder frei an der Luft. Die gleichzeitige Anordnung von großen oder kleinen Behältern bietet große Vorteile, besonders dort, wo mehrere Arten Gut von verschiedenen Mengen Unterkunft finden sollen. Für das Umsetzen des Gutes ist das Vorhandensein von kleineren Behältern vorteilhaft; die großen eignen sich dagegen zur längeren Lagerung des getrockneten Gutes besser. Die Schächte sind am Boden wagerecht ausgebildet oder trichterartig, nach unten spitz zulaufend; jeder Schacht hat dort eine oder mehrere Öffnungen bzw. Trichter mit je einer Auslauföffnung. Die Böden bzw. Trichter hängen so hoch, daß die Füllvorrichtungen, Versandbehälter oder Ablaufrinnen nach den Transportbändern noch Platz haben. Am oberen Ende sind die Schächte entweder ganz offen oder abgedeckt bis auf eine kleine Einschüttöffnung, die aber dann sicher geschlossen werden kann.

Die Vorteile der einzelnen Bauarten für Schächte sind (besonders bei zellenartiger Anordnung einer größeren Anzahl von Schächten) folgende, und sie stufen sich wie folgt ab:

1. Platzersparnis an Wänden: also Rauminhalt, nutzbarer Raum in bezug auf die zur Verfügung stehende Grundfläche des ganzen Silobaues: Eisen, Eisenbeton, Holz, Stein.

2. Grundform: zuerst die viereckigen und vieleckigen Behälter (weil diese sich genau ineinanderpassen lassen), dann die kreisförmigen; wenn bei der Kreisform auch noch die Zwickel als kleine Nutzbehälter gebraucht sind (und dünnwandige Konstruktionen benutzt werden), dann ergeben diese Arten Behälter den billigsten nutzbaren Hohlraum; die kleinen Schächte finden als Umsatzschächte oder zur Anlage von Treppen und Transportvorrichtungen auch Verwendung.

3. Bez. der Dauerhaftigkeit und Unterhaltungskosten: Eisenbeton, Eisen, Stein und Holz. Holz verschleißt stark und seine Verankerungen müssen oft nachgezogen werden.

4. In bezug auf die Haltbarkeit des Lagergutes: Holz, Eisenbeton, Stein und Eisen.

5. Die eigentliche Bauzeit (vom Beginn der Arbeiten an der Baustelle bis zur Fertigstellung des Schachtes gerechnet) ist bei den Konstruktionen fast gleich.

6. Die Zeit von der Fertigstellung bis zur Benutzungsfähigkeit (sie wechselt, weil sie von dem Trockensein des Materials abhängig ist): Eisen, Holz, Eisenbeton und Stein.

7. Isolierfähigkeit gegen Ansatz von Schwitzwasser: Holz, Eisenbeton, Stein und Eisen.

8. Schutz gegen Entzündung von außen: Eisenbeton, Stein, Eisen, Holz.

9. Widerstand und Isolierfähigkeit bei innerer Entzündung: Eisenbeton, Stein, Eisen, Holz.

10. Schutz gegen Einnisten von Ungeziefer: Eisenbeton, Eisen, Stein und Holz.

11. Sicherheit gegen Schmutzansatz im Innern: Eisenbeton, Stein, Holz (wegen der Verankerungen und größeren Verschleißungen), Eisen (wegen Rost).

12. Die Möglichkeit, die Schächte frei (also ohne besondere Umfassungsmauern) aufzustellen: Eisenbeton, Mauerwerk und Eisen. Holz ist unbrauchbar bei unseren Witterungsverhältnissen.

13. Schächte von sehr großen Abmessungen können nur in Eisen und Eisenbeton hergestellt werden.

14. Eigengewichte der Behälter: Holz, Eisen, Eisenbeton und Stein.

15. Gleitfähigkeit des Wandmaterials: Eisen (trocken), Zementputz, Holz.

Beim Entleeren der Schächte laufen zuerst die über den Bodenlöchern liegenden Kornsäulen heraus; die danebenliegenden Kornmassen bleiben stets zurück, wenn der Behälter nicht vollständig geleert wird. Der gleichmäßige Auslauf wird gefördert, indem man nahe der Sohle schräge Verteilungsflächen einbaut, die das Abrieseln regeln. Die Baukosten für Schächte sind stark davon abhängig, ob das Hauptbaumaterial an Ort und Stelle billig zu haben ist; zumeist wird wohl ein Eisenbetonschacht am billigsten herzustellen sein. Die Freihaltung des Raumes unter den Ablauftrichtern ist von Wichtigkeit, weil dort die Arbeiten für das Umsetzen und für den Versand sich vollziehen müssen, besonders wenn die Waren von den Silos aus sofort bequem in die Fahrzeuge, Eisenbahnwaggons usw. gebracht werden sollen.

Jeder hohe Schacht sollte im Innern eine einfache Notleiter erhalten, die nahe der Wand eine besondere Einsteigeöffnung hat, für Kontrolle der Waren und der Behälter; sowie als Rettungsweg.

In Schächten können auch Vorrichtungen angebracht werden, um feuchtes Getreide innerhalb der Schächte selbst zu trocknen. Warme, trockene Druckluft wird dieserhalb durch Düsen am Boden eingeblasen; sie durchstreicht nach oben hin das Getreide und nimmt die Feuchtigkeit mit; hölzerne Schächte müssen in diesem Falle mit Zinkblech bekleidet werden, sowohl zum Schutze des Holzes gegen Feuchtigkeit, wie gegen das seitliche Entweichen der warmen Luft.

Trockenanlagen siehe auch Mühlen- und Speicherbau 1909, S. 12.

Eine vorzügliche Unterstützung und Fundamentierung ist unbedingt nötig; am besten stellt man alle Behälter und die Gebäudewände auf eine starke Eisenbetonplatte.

### *b) Belastungsverhältnisse der Wände und des Bodens in den Behältern.*

Die Belastungen nehmen nach unten hin zu; der Druck auf die Wände wächst also auch nach der Sohle hin, und er ist noch abhängig von der Gleitfähigkeit des Baumaterials; die Böden müssen einen sehr großen Druck aushalten und sollen besonders gut konstruiert sein. Nähere Ergebnisse über Druckverhältnisse in Behältern siehe „Zeitschrift deutscher Ingenieure“, Werte für Getreide, Jahrg. 1895, S. 1045; für Kohle, Jahrg. 1896, S. 1122, und Jahrg. 1906, S. 976; weiter im „Handbuch für Eisenbetonbau“, XI. Kapitel: Werte aus Berechnungen und Versuchen (für verschiedene Materialien).

Siehe auch Kapitel V, G.

### *c) Schachtkonstruktionen in verschiedenen Materialien.*

1. Holzschächte aus verschalteten Gerüsten werden in quadratischer oder rechteckiger Grundform angelegt, weil andere Formen zu teuer sind; nur kleine Abmessungen sind rätlich. Ein Holzgerüst aus Stützen und Riegelwerk in entsprechender Grundform aufgestellt und dann im Inneren mit trockenen, gespundeten starken Brettern fugendicht ausgekleidet; Behälter meist viereckig in Abmessungen von 3—4 m Seitenlänge; jede Wand wird — sowohl der Breite wie der Höhe nach — in entsprechenden Abständen fachwerkartig mit Riegeln verstärkt und mit Rundeisenankern zusammengehalten, welche das Schachtinnere durchkreuzen. Die Anker haben an jedem Ende Muttern, die öfter nachgezogen werden müssen. Weil der Druck im Gefäße nach unten hin wächst, werden die Riegel und Anker nach unten zu immer dichter aneinandergelegt oder im Querschnitt verstärkt. Die Böden in hölzernen Silos müssen besonders stark und vorsichtig konstruiert werden; man stellt sie auch massiv, zwischen T-Trägern, her. Um das Abfließen zu erleichtern, belegt man die Holz- und Steinböden mit Zinkplatten. Die Schächte haben ein sehr geringes Eigengewicht. Hölzerne Behälter erhalten fast stets nur Stützen von Eisen, Stein oder Eisenbeton, weil die Gewichte der gefüllten Schächte enorm sind und Holzstützen meist nicht dafür ausreichen.

2. Holzschächte mit gefalzten Pfosten (Fig. 93). Hölzerne Pfosten, etwa 3—4 m voneinander senkrecht auf-

gestellt, mit Nuten versehen, und darin starke Bretter eingeschoben. Die Durchbiegung der Bretter wird verhütet, indem man beiderseits ein oder zwei senkrechte Brettverstärkungen

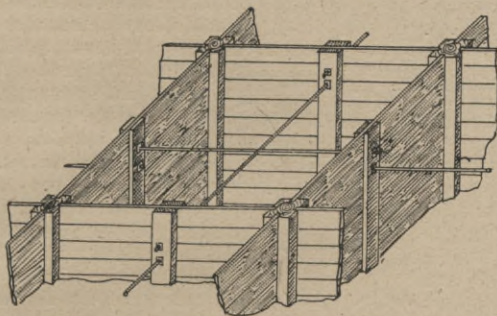


Fig. 93. Holzschacht mit gefalzten Pfosten.

von etwa 160 mm Breite anbringt und sie durch Anker miteinander verbindet, die beiderseits Anzugmuttern haben. Der Abstand der einzelnen Anker wächst nach unten hin. Die Wände gebrauchen nur sehr wenig Raum und sind sehr leicht.

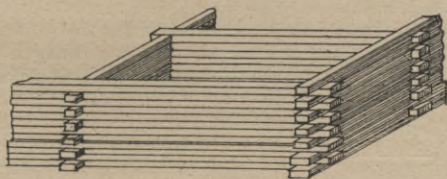


Fig. 94. Holzschacht mit Packwänden.

3. Holzschächte mit Packwänden (Fig. 94). Sie werden nur in geradliniger (wohl ausnahmslos viereckiger) Form in verschiedenen Schachtweiten hergestellt. Die Schachtwände bedürfen in kleinen Behältern keiner Innenanker; die Wände werden aus einzelnen 3—4 cm starken

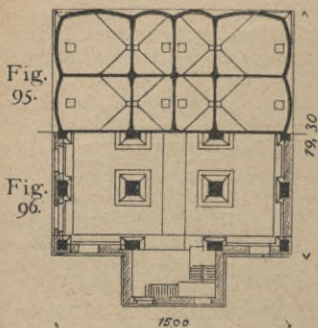


Fig. 95.

Fig. 96.

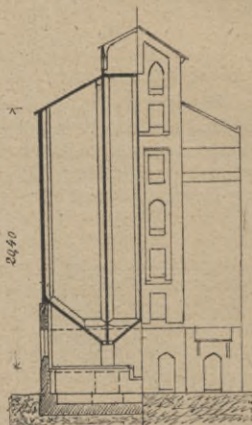


Fig. 97.

Fig. 98.

Schächte aus Eisenbeton in Worms.

Brettern gebildet, die man flach aufeinanderpackt, wechselweise an den Ecken übergreifen läßt und Brett für Brett senkrecht fest miteinander vernagelt. So lassen sich leicht verschieden große Zellen schaffen, indem man größere Zellen senkrecht durch ebensolche Packwände zerlegt. Packwände können auch von ziemlich ungeübten Leuten hergestellt werden. Die Wandstärke beginnt am oberen Ende des Schachtes mit etwa 6 cm und wächst bei entsprechender Höhe des Schachtes an. Weiches Nadelholz ist untauglich; es sind Pitchpine-, Jellopine- oder Harthölzer dazu nötig.

4. Massive Schächte aus Ziegelstein oder Rohbeton wurden früher in verschiedenen Grundformen, meist kreisrund ausgeführt, mit starken Wandungen und Eisenverankerungen und von innen glatt geputzt. Durch die neuere Bauart des Eisenbetons ist ihre Bauart verdrängt, weil jene bez. Eigengewicht, Kosten der Fundamente, Verankerungen und Unterhaltung bedeutend wirtschaftlicher ist.

5. Schächte aus Eisenbeton. Ihre Fassungsräume

sind in beinahe unbeschränkter Größe ausführbar; Wände, Decken und Böden enthalten ein Gewebe aus Rundeisenstangen, welches durch feinkörnigen Beton beiderseits fest

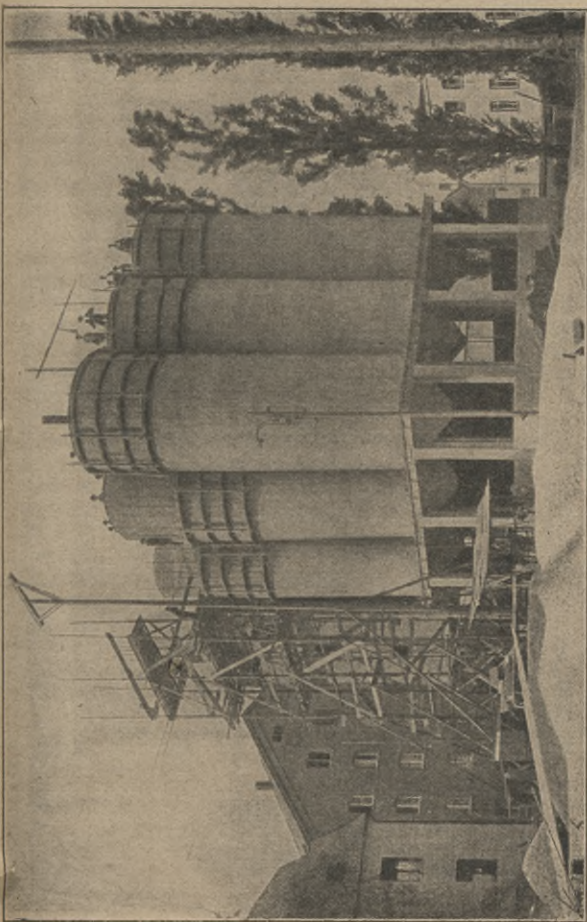


Fig. 99. Schächte aus Eisenbeton in Landshut während der Bauzeit.  
(Aus „Monatsschrift für Hoch- und Tiefbau in Beton und Eisenbeton“.)

eingehüllt ist. Alle Innenflächen werden in Zementmörtel glatt und stark geputzt, das Gut gleitet dann gut ab. Die obere Wandstärke beträgt (bei runden Schächten) etwa 60 mm; der Querschnitt der Wand wächst dann entsprechend der Höhe und dem Querschnitt des Behälters. Eckige Behälter fordern stärkere Wandungen als runde. Die Unterstützungen der Behälter stellt man ebenfalls in Eisenbeton her, weil sie dann sehr wenig Platz beanspruchen und so den Arbeitsboden gut frei lassen. Die Schachtstützen stehen auf großen Fundamentplatten; auch diese lassen sich in Eisenbeton am günstigsten herstellen, weil dann die Platten mit den Stützenfüßen fest verbunden werden können. Die Bedachung der Behälter und der Transporträume führt man oft auch in Eisenbeton aus, wobei sie dann auf den Wänden der Behälter selbst oder auf den Umfassungswänden ruht; denn für viele Lagerstoffe ist es bei Eisenbetonbau nicht nötig, Wände um die Behälter zu setzen, also einen besonderen Siloraum zu schaffen. Es entsteht dann ein ganz einheitliches Bauwerk von bester, dauerhaftester Art. (Fig. 95—98 Eisenbetonschachtanlage in Worms, siehe Handbuch für Eisenbeton, S. 100; freistehende Schachtanlage siehe auch Mühlen- und Speicherbau 1908, S. 243.) Die Behälterwände haben stets eine gewölbte Form, zwecks Ausnutzung der Zugfestigkeit der Eiseinlagen.

Fig. 99 stellt freistehende Schächte aus Landshut dar.

Die Ablauftrichter der Zellen lassen sich in Eisenbeton besser als in andern Konstruktionen anordnen, ganz nach Belieben in Zahl und Form, zentral oder seitlich ablaufend. Die Benutzung von Betonbehältern sollte nicht eher erfolgen, bis die Warenumsatzvorrichtungen fertiggestellt sind, damit sie sicher geleert werden können, falls Senkungen eintreten oder die Ware heiß wird; sie kann erst dann erfolgen, wenn der Beton und Putz trocken ist. Zweifellos wird sich die Anwendung von Eisenbeton zu Silos in Zukunft immer mehr ausbreiten.

6. Schächte aus Eisen. In Ländern mit kaltem Klima können sie kaum angewendet werden wegen der guten Wärmeleitung des Baustoffes (wenn man sie nicht von außen mit Isolierschichten umhüllen will, wodurch aber dann die Baukosten ganz bedeutend vermehrt würden), denn an freiliegenden Eisenwänden bildet sich Schwitzwasser und Rostansatz im Innern, wenn das Getreide nicht absolut trocken war. Die Behälter rosten auch leicht an beiden Seiten.



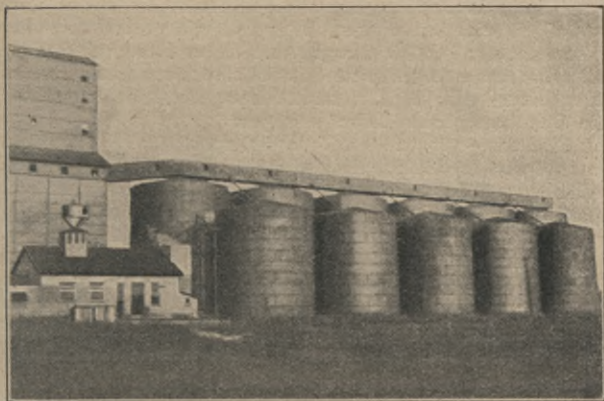


Fig. 100. Stahlsilo der Pioneer Steel Elevator Co. in Minneapolis. (Aus Zt. „Mühlen- und Speicherbau“.)



Fig. 101. Betonsilo der Concrete Elevator Co. in Minneapolis. (Aus Zt. „Mühlen- und Speicherbau“.)

Die Behälter werden aus Eisenblech in kreisrunder Form kesselartig gebildet, genietet mit den nötigen Versteifungsrippen; die Blechstärke wächst nach unten zu in den Wänden

an. Die Ablauftrichter lassen sich in verschiedenster Form und Zahl leicht anbringen. Das Gut gleitet an trockenem Eisen gut ab; für Wandungen und Unterstützungen braucht man äußerst wenig Platz. Als Stützkonstruktionen braucht man Eisen- oder Steinkonstruktionen; die Bauzeit ist kurz, die Benutzung kann sofort erfolgen.

Fig. 100—101 (siehe M.- u. Sp. 1908, S. 243) zeigen eine Anzahl von Schächten, die aus Stahl erbaut sind, 20 m hoch und mit 15 m Durchmesser; unten haben sie wagerechte Böden, mit je vier Ausläufern, die auf ein Band münden.

7. Schächte aus Form- und Betonkörpern. Es werden auch Siloschächte aus Betonkonstruktionen zusammengestellt; die einzelnen Teile werden für sich geformt und später ineinandergebaut. Die senkrechten Rippen der Wände werden durch pfahlartige, mit Längsfalzen versehene Eisenbetonkörper gebildet; die Zwischenfelder füllt man mit hochkantig gestellten, in diese Falze gelegten Betonplatten. Solche Behälter können, der Kosten wegen, nur viereckig oder vieleckig ausgeführt werden, vorteilhaft nur, wo eine größere Anzahl Behälter zellenartig gegeneinander sich absteift, denn die äußeren Wände müssen besondere, ringförmig wirkende Verstärkungen aus Eisen erhalten. Ein Vorteil dieser Bauart ist die schnelle Benutzbarkeit der Behälter; konstruktiv ist ihnen aber jedenfalls ein einheitlich hergestelltes Eisenbetongefüge vorzuziehen.

Silos aus Betonkörpern mit Eisenringen siehe Mühlen- und Speicherbau 1909, S. 45; desgl. mit Eiseneinlagen Hdb. f. E., S. 95.

### VIII. Schachtspeicher (Silos) ohne Lagerböden, für Getreide usw.

Die in vorigem beschriebenen Schächte stehen gruppenweise oder einzeln innerhalb abgeschlossener Räume (Siloraum) oder frei an der Luft; die Bedachung ruht auf den Umfassungswänden des Raumes oder auf den Behälterwänden, ebenso auch etwaige Deckenkonstruktionen. Andere Gelasse, welche zum Betriebe, zur Kontrolle usw. der





Manche Betriebe erfordern eine größere Zahl großer und kleiner Taschen. Die kleineren dienen für den Lagerbedarf, die größeren für Dauerlagerung. Ein Beispiel zeigen Fig. 105 und 106, einen Getreidesilo in Worms, der im Grundriß eine beachtenswerte Größenstaffelung von Zellen zeigt, die in ihren Böden auch mit den verschiedenartigsten Auslaufsöffnungen versehen sind. Die gebogene Form der Außenwände von 2 Zellen ist hier wohl aus architektonischen Gründen gewählt. Auch Fig. 107, die Ansicht eines Speichers in Frankfurt, zeigt in der Anwendung in der Fläche gebogener Außenwände ein außerordentlich schönes Bild (Arch. H. Rummel).

Die Räume für die eigene Krafterzeugung (Sauggas, Kohlengas, Ölgas, Dampf, Elektrizität) befinden sich im Keller oder auf den Behältern selbst; auch wohl im Erdgeschoss; wegen

Feuersgefahr sind sie aber stets von dem Behälterraum abgetrennt oder freistehend errichtet. Bei direktem Antrieb mit Elektrizität gestaltet sich natürlich der Betrieb am einfachsten. Die Maschinen zur Behandlung

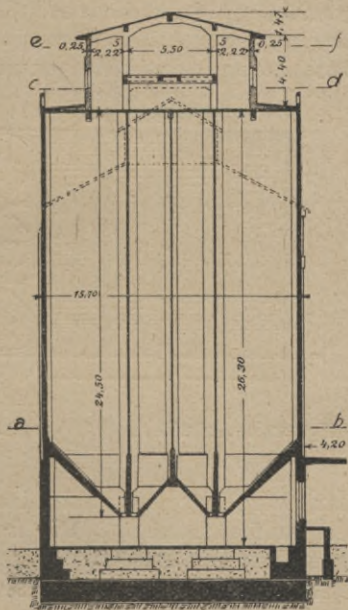


Fig. 105. Getreidesilo-Neubau in Worms.

des Lagergutes werden auch auf verschiedenen Stockwerken innerhalb eines Bauteiles untergebracht, der durch eine senkrechte Brandmauer von dem Behälterraum getrennt ist. Bei elektrischem Antrieb mit verschiedenen Einzelmotoren ist die Einrichtung und das Unterbringen der verschiedenen Maschinen für das Reinigen und Umsetzen ziemlich

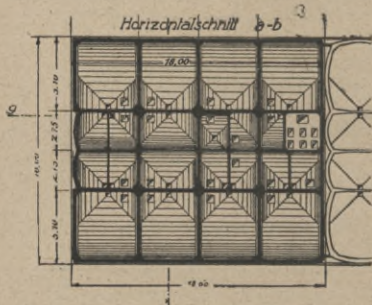


Fig. 106. Getreidesilo in Worms.

einfach; wo eine andersartige Hauptmaschine vorhanden ist, müssen die Seilschächte und Schlitze ausgespart werden für den Antrieb der Einzelmotoren. Meist wird auch ein Elevator, der die Frucht aus Schiffen usw. in das Gebäude schafft, vom Hauptvorgelege der Maschine aus, mittels langer Seilgetriebe, bewegt. Oft findet man ein besonderes Elevatorhaus am Wasser errichtet.

Eine Abart des reinen Schachtbetriebes zeigt das nach Patent Opitz erbaute Garnison-Körnermagazin in Dresden; siehe „Baukunde des Architekten“, Band II, Kap. XV. Der 101 m lange und 11,5 m tiefe Bau ist in vier Blöcke zerlegt; jeder Block bildet einen großen Behälter mit verschiedenen, spitz zulaufenden, eisernen Zwischenböden. Inmitten des Behälters liegt ein feuersicherer Schacht, der mit einer Treppe und mit einem Paternosterwerk versehen ist; die Ware wird zum obersten Boden geschafft und nach Bedarf durch Schieber (welche im Treppenhaus bedient werden) von Boden zu Boden gelassen. Der untere Boden ist in kleine Kammern geteilt, die

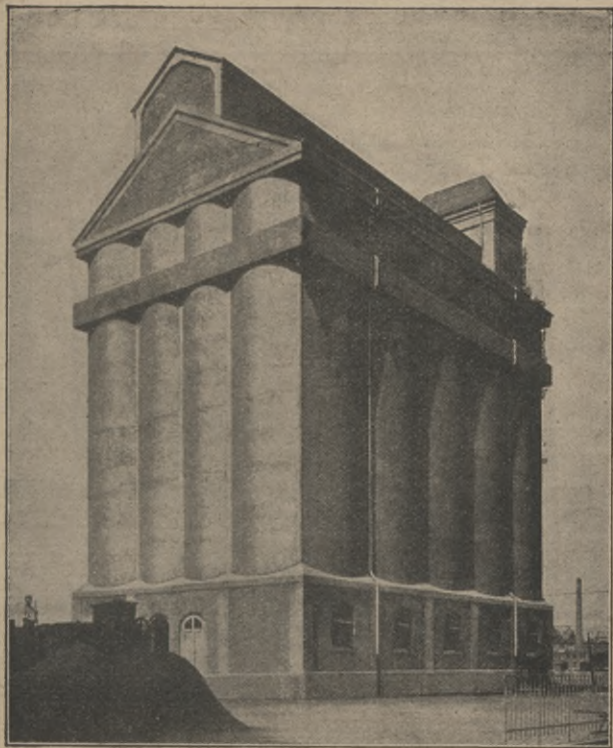


Fig. 107. Getreidesilo in Frankfurt a. M.

(Aus Wayß u. Freytag, Silobauten.)

das Absacken erleichtern. Die inneren Konstruktionen sind sämtlich aus Eisen, die Wände in Mauerwerk hergestellt. Vorteilhafter würde heute die Einrichtung solcher Bauten in reinem Eisenbeton sein. Moderne Schachtbauten siehe auch

im „Mühlen- und Speicherbau“ 1908, S. 14, 16, 242, 326; auch Silos im Feuer ebenda 1909, S. 45; weiter „Zt. d. Ing.“ 1911, S. 238 und spätere Jahrgänge.

### IX. Gemischte Speicher; Schachtspeicher in Verbindung mit Flach- oder Kastenspeicher voriger Arten. Arbeitsgang in solchen Anlagen.

Die Vorteile und Nachteile der einzelnen Lagerarten werden hierbei ausgeglichen, und deshalb findet der gemischte Speicher hauptsächlich im Zwischenhandel mit großen Massen die meiste Anwendung.

*Arbeitsgang.* Fig. 108 ist Querschnitt der Reinigung; Fig. 109 Längsschnitt; Fig. 110 Querschnitt des Silos; Fig. 111 Grundriß des Dachbodens. Siehe auch Fig. 85 den Querschnitt des Kastenspeichers. Sämtliche Figuren stellen einen Fruchtspeicher aus Mannheim dar. Er faßt 130 000 Sack in den Silos und 50 000 Sack Getreide in den Kasten. Bei einem modernen, großen Getreidespeicher, der an einer Ladestraße liegt, spielt sich der Verkehr gewöhnlich wie hier ab.

Das Getreide wird mittels Eisenbahnen oder Schifffahrzeuge (1) nahe an das Lagerhaus herangebracht und auf maschinellm Wege in das Gebäude und auch innerhalb desselben weiterbefördert. Vor dem Hause befindet sich ein Hebezeug (auf einem Holz- oder Eisengerüst oder einem beweglichen Fahrzeuge, welches ein Schiff, Kran oder Wagen sein kann). Dies Hebezeug ist entweder ein Elevator, wie hier gezeigt (2), oder es sind verstellbare Krane angewendet, die mit Kästen oder Grei-



fern ausgerüstet sind. Die Elevatoren sind mit beweglichen Auslegern versehen, welche Paternosterwerke, Schnecken oder Saugrohre enthalten. Mittels dieser Vorrichtungen (2) wird das Getreide bis auf die Höhe (3) gebracht; dort wird es — entweder — in einen Sammelbehälter (3) gestürzt, und aus diesem

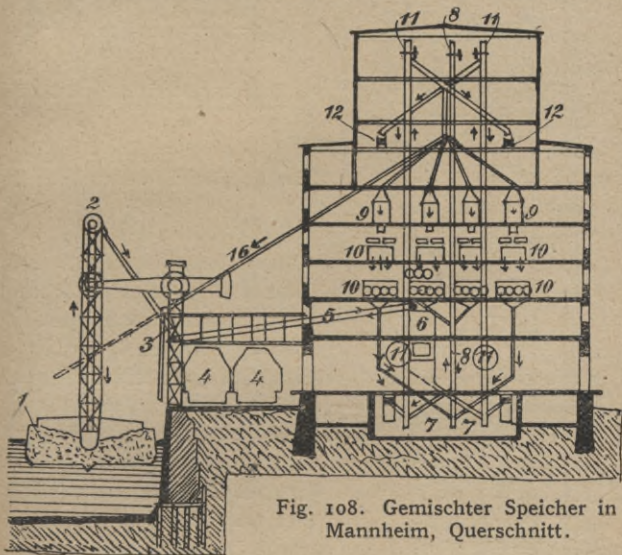


Fig. 108. Gemischter Speicher in Mannheim, Querschnitt.

wird es zum sofortigen Versand in Fahrzeuge (4) oder in Säcke gefüllt, also verfrachtet; andernfalls fällt es (ohne vorigen Sammelbehälter passiert zu haben) bei Höhe 3 sofort auf ein Transportband (5), welches die (im losen oder gesackten Zustand befindlichen) Körner vom Hebezeug bis in das Ge-

Fig. 109. Gemischter Speicher in Mannheim, Längsschnitt.

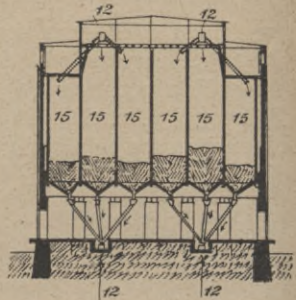
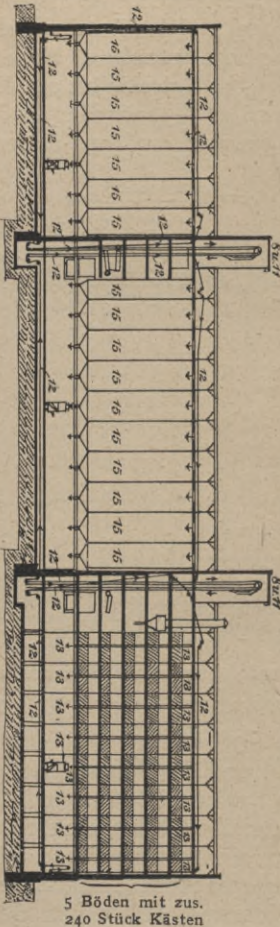


Fig. 110. Gemischter Speicher in Mannheim, Querschnitt des Silos.

bäude transportiert. Das Getreide wird im Lagerhaus sodann von groben Beimischungen gereinigt, durch Wiegevorrichtungen (6) geführt, dann in Sammelbehälter (7) gebracht, von dort mittels eines Becherwerkes (8) bis zu einer mittleren Gebäudehöhe gehoben und in (9) Reinigungsapparate (Aspiratoren) geschüttet, in welchen es von allen leichteren Teilen (wie Staub, Unkraut usw. befreit und auch durchlüftet wird. Alsdann fällt das Ge-

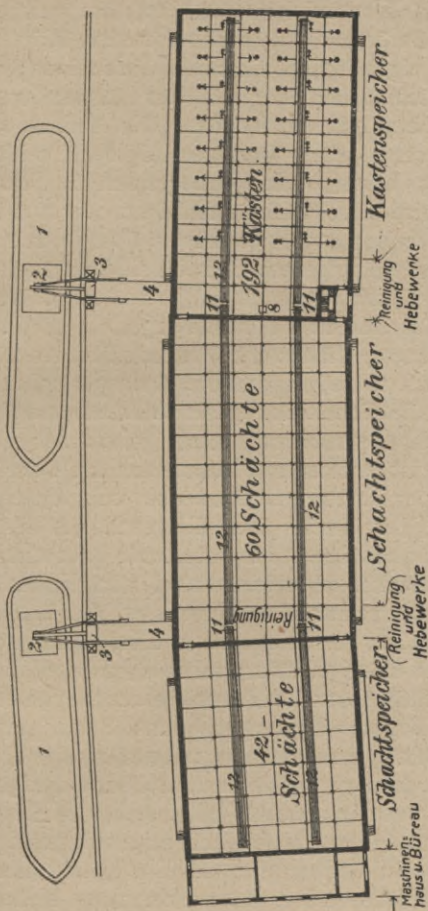


Fig. III. Gemischter Speicher in Mannheim, Grundriß.

treide auf Siebvorrichtungen (10), in welchen die festen größeren und kleineren fremden Körper sich von dem eigentlichen Getreide abscheiden; es gelangen auch dabei Magnete zur Anwendung, die etwaige Metallteile entfernen. Die Abfälle werden sämtlich verwogen. Das gereinigte Getreide fällt einem der beiden danebenliegenden Becherwerke (11) zu, wird durch selbige auf dem obersten Boden auf (12) Transportvorrichtungen (Band, Schnecke, Rinne usw., in unserem Beispiel sind in allen Bauteilen je 2 Bänder vorhanden) geworfen; diese bringen das Getreide in Fallrohre (13), die es dann zu den einzelnen Kästen (14) oder Schächten (15) leiten. Das obere wagerechte Transportmittel (12) kann für die Beschickung der Kästen sowohl wie der Schächte gemeinschaftlich gebraucht werden. Das Band ist endlos und läuft oben im Dachboden oberhalb der letzten Bodendecke und unten entweder an der Decke des Erdgeschosses entlang, manchmal auch innerhalb, oberhalb oder unterhalb der Kellerdecke; es reicht dabei von einem Ende des Baues bis zum andern, damit es über und unter jedem Behälter benutzt werden kann. Ein solches Band kann oben Körner aufnehmen und die Behälter beschütten, während es gleichzeitig unten die aus verstellbaren Röhren auf das Band laufende Ware wieder nach dem Sammelbehälter (7) bringen kann, von dem es wieder entsprechend fortgeführt wird. Wo das Band unter oder in der Kellerdecke (Fig. 108 und 109, siehe auch zugehörige Fig. 85) liegt, wird ein Graben für die Laufrollen und das Band eingerichtet, der feuersicher vom Keller abgeschlossen ist. Gewöhnlich versorgt ein Transport-

band 1—4 Reihen von Schächten oder Kästen, je nach deren Breitenabmessungen. Wo viele Schacht- oder Kastenreihen nebeneinanderstehen, oder die Behälter besonders breit sind, gebraucht man stets mehrere Transportbänder (bzw. Schnecken oder Rinnen; Bänder werden fast stets gebraucht, weil sie die meisten Vorteile bieten), weil die Verteilungsmöglichkeit von dem Bande nach den Behältern an gewisse Breiten bzw. Fallröhrenzahlen gebunden ist. Wenn der Inhalt eines Behälters umgesetzt werden muß, dann benutzt man das Band auch dafür; man läßt die Körner durch Rohre, Schieber oder sonstige Ausläufe auf das untere Band (Schnecke oder Rinne) rieseln, und es gelangt damit wieder nach dem vorgenannten Becherwerke (8 oder 11), zum Dachboden, auf das obere Transportband (12) und durch Abschütten in einen andern Behälter. Bei all diesen Bewegungen wird ohne weiteres schon das Getreide auch recht gut durchlüftet, und der Vorgang wird so lange wiederholt, bis das Getreide die gewünschte Beschaffenheit hat. Die Ware wird event. auch auf dem Bande nochmals an Magneten und Saugvorrichtungen vorbeigeführt, welche Metallteile bzw. Staubteile und Nässe beseitigen sollen. Zum Zwecke des Versandes bieten sich drei Wege: 1. es wird die Ware durch die unteren Ablauföffnungen der Schächte oder Kästen mittels verstellbarer Rohre entweder direkt in Säcke geleitet oder 2. in fahrbaren Behältern abgefangen, die mit automatischen Wiege- und Absackvorrichtungen versehen sind; auf dem 3. Wege fällt die Ware auf das unterste Band, kommt in Behälter 7, in ein Becherwerk (8 oder 11) und von ihm durch das schräge Ablaufrohr (16) abwärts in die Versandfahrzeuge.

Anstatt voriger Transportbänder benutzt man heute auch vielfach Saugluftrohre, mit denen das Gut von einem Behälter in den andern, besonders von Schiffen in Leichterschiffe oder in Gebäude (Fig. 112) befördert wird. In letzterem Falle wird das Getreide in den Saugluftrohren bis auf die vorbenannte Höhe 3 des Gebäudes gebracht; sie ersetzen also die vorbebeschriebenen, umfangreichen Gerüste mit den Becherelevatoren. Die Frucht wird aus dem Schiff oder Wagen in be-

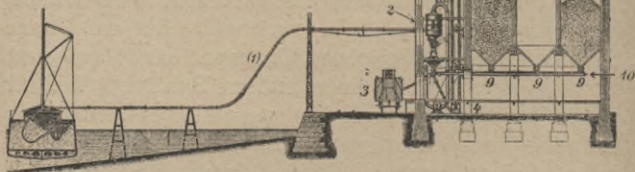


Fig. 112. Sauganlage, Querschnitt.

weglichen Rohren (1) direkt ins Gebäude gesaugt, bei (2) gereinigt, dann fällt sie (zum Versand) in Waggons (3) oder (zum Lagern) in ein Becherwerk (4), wird dann auf das Quertransportband (5) gehoben, weiter auf ein Längsband (6) geworfen, dann durch Röhren (7) in die Schächte (8) gebracht. Unten wird sie zum Versand abgesackt oder für das Umsetzen auf eine der drei Transportschnecken (9) gebracht, von diesen auf ein Querband (10) und wieder in das Becherwerk (4). Die weitere Bewegung und Bearbeitung des Gutes kann dann in derselben Art geschehen,

wie vorbeschrieben. Man kann auch für das Umsetzen der Früchte an Stelle der Becherwerke, Elevatoren, Bänder usw. durchweg Sauglufttröhren benutzen. Die Saugluft bewirkt gleichzeitig eine vorzügliche Reinigung und Lüftung der Frucht. Siehe „Zt. d. Ing.“ 1909, S. 354, Sauganlagen auf Schiffen.

Die Einlagerung feinkörniger Güter in große Silozellen mittels Sauganlagen hat sich mit der Zeit immer mehr verbreitet. Das Material fällt unten aus den Zellen auf Bänder oder Schnecken und wird von dort mit Druckluft wieder nach oben gehoben und je nach Wunsch in dieselbe oder in eine andere Zelle gebracht; es ist also hierbei nicht nötig, daß eine Zelle leergemacht werden muß, um eine andere umfüllen zu können. Die Berührung mit der Saugleitung bewirkt eine sehr starke Abkühlung des Füllgutes.

Bewegliche Ladevorrichtungen, auf Schiffen oder Waggons mit ihren Kraftmaschinen stehend, werden gebraucht, um das Gut sofort vom Schiff aus in ein anderes Fahrzeug (Schiff, Waggon) zum Weiterversand zu bringen, in losem Zustande oder auch in Säcke gefüllt. Weitere Beschreibungen aller Transportvorrichtungen gehören in das Gebiet des Maschinenbaues.

Bei gemischten Speicheranlagen liegt der sog. Siloraum, die gesonderte Abteilung, welche die Schächte enthält, meist an einem Ende des Gebäudes, daran schließt sich der Bauteil mit den Kastenspeichern an und (event. wieder in einem gesonderten Bauteile) dann die Räume für die Verwaltung oder Krafterzeugung. Jede dieser Hauptgruppen ist dann durch feuersichere Mauern von

der andern getrennt. Man legt auch Siloräume zu beiden Seiten eines Bodenspeichers an oder umgekehrt, einen Siloraum zwischen zwei Bodenspeichern. Die Kraft- und Verwaltungsräume werden dann anschließend oder abgesondert errichtet.



Fig. 113. Fruchtspeicher in Mannheim. Ansicht; Siloraum abseits errichtet.

Aus Sicherheitsgründen, auch besonders wegen Erniedrigung der Versicherungsprämien, trennt man auch die Schächteabteile von den Böden vollständig ab und errichtet für jede Speicherart ein besonderes Gebäude; eine Bauart, die besonders bei großen Mühlen Anwendung findet (Fig. 113). Die Transportbänder schaffen das Gut vom Hebewerk her in das Lagerhaus, dann fällt es auf ein querlaufendes Band, welches sowohl dies Haus, wie den Silobau beladen oder entladen kann. Solche Quer-



bänder laufen unterhalb der Erde in Kanälen oder oberhalb auf überdachten Laufbrücken; an ihrer Stelle sind auch Transportrohre mit Schnecken oder Saugluft in Betrieb.

Die Verwaltung wird am besten (der guten Kontrolle wegen) nur durch einen Zugang mit dem Speicherraum verbunden.

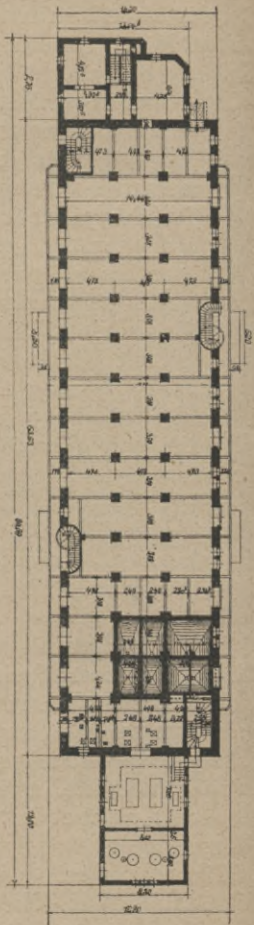
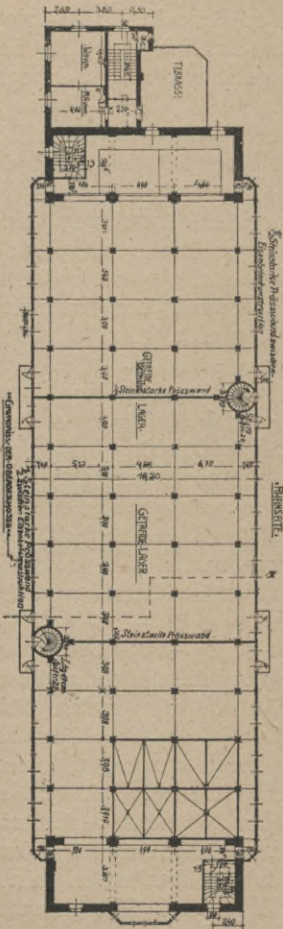
Die Treppenträume werden durchweg feuersicher angebracht, gewöhnlich am Zusammenstoß mehrerer Haupträume. Die Anlage von Balkonen, Laufstegen usw. zur Verbindung der Ladeluken, Treppen usw. ist sehr zu empfehlen.

Moderne Körnerspeicher siehe „Zt. d. Ing.“ 1901, S. 1755; 1903, S. 1882 und 106; 1902, S. 1957; 1904, S. 221 und 59 und neuere Jahrgänge. Dingers „Polyt. Journal“, Bd. 319, S. 625, sehr große Anlage, desgl. „Amerikanie“ 1909, S. 45.

Fig. 114—119 zeigen eine sehr gute interessante Anlage aus Düsseldorf (Arch. B. D. A. vom Endt; Eisenbeton C. Brandt, Düsseldorf). Die tragenden Teile des Baues sind sämtlich in Eisenbeton hergestellt.

Die Speicheranlage (Fig. 114—119) besteht aus dem eigentlichen Speichergebäude, dem Maschinenhaus und dem Bureaugebäude. Vom ersten Obergeschosse an sind, an beiden Längsseiten über dem ganzen Mittelteil, Auskragungen von ca. 1,4 m mit „Prüß“-Wänden, zwischen Eisenbetonpfosten angeordnet, welche die für den Verkehr bestimmten Gänge tragen. Das Speichergebäude hat eine Grundrißfläche von ca. 1000 qm und besitzt in seinem Mittelteil Keller, Erdgeschoß, fünf Obergeschosse und ein Dachgeschoß. Die seitlichen Türme haben

Fig. 114 und 115. Fruchtspeicher in Düsseldorf. Oben Erdgeschoß, unten Obergeschoß.



überdies ein sechstes und siebentes Obergeschoß. Die Nutzlasten betragen: für die Decke über dem Kellergeschoß 1750 kg/qm, für die Erdgeschoßdecke und die Decken der fünf Obergeschosse 1450

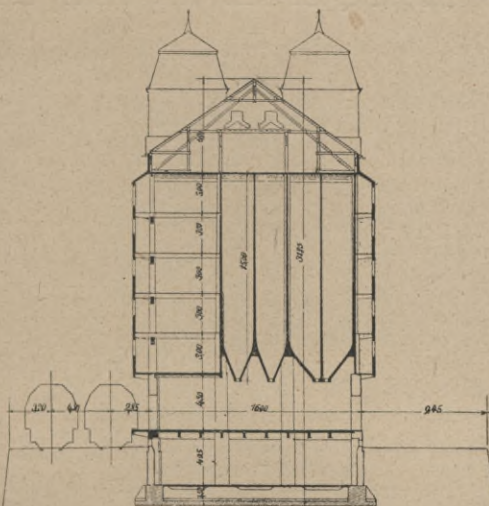


Fig. 116. Fruchtspeicher in Düsseldorf, Querschnitt.

kg/qm. Das Gebäude enthält in den Obergeschossen 185 Kästen mit rund 7000 cbm Fassungsraum. Die hölzernen Kastenwände werden in Nuten, die zu diesem Zwecke in den Stützen vorgesehen wurden, eingeschoben. Es sind acht Silozellen für Getreibe-füllung zur Ausführung gebracht worden. Nach Bedarf können noch weitere eingesetzt werden.

Bei einer Höhe von 15 m haben sie einen Gesamtfassungsraum von ca. 1200 cbm; sie sind ganz in Eisenbeton hergestellt. Die Stützen des Kellergeschosses erhalten Belastungen bis zu 350 t. Die beiden Haupttreppen sind vom Keller bis zum

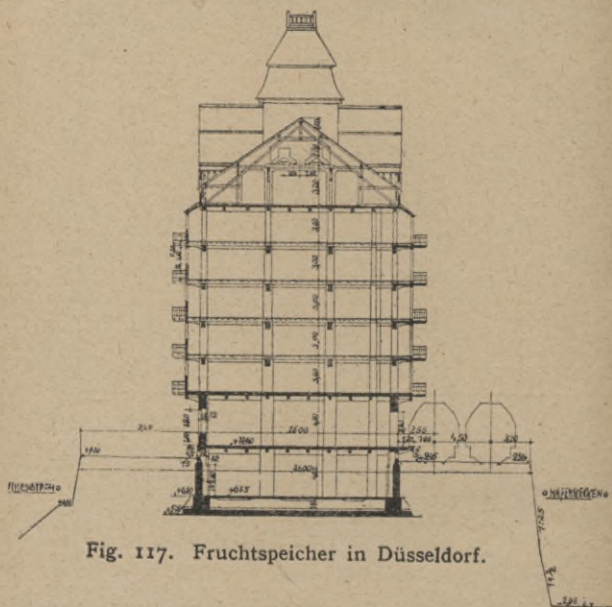


Fig. 117. Fruchtspeicher in Düsseldorf.

Dachgeschoß in Eisenbeton hergestellt. In den Decken über dem ersten bis vierten Boden sind die Balken und Fußböden aus Holz, die Unterzüge aber und die Stützen aus Eisenbeton. Die Brandmauern sind ohne jede Öffnung ausgeführt; die Verbindung der einzelnen Abteile erfolgt durch Benutzung der



des Kellers wurde Ende Juni 1907 begonnen und Anfang Oktober 1907 war das Speichergebäude in allen Teilen unter Dach.



Fig. 119. Fruchtspeicher in Düsseldorf.

## F. Schachtspeicher für erdige und steinige Materialien.

1. Für grobkörnige Stoffe, wie Kohle, Abfälle usw.

Die Aufschichtung solcher Stoffe erfolgt jetzt mehr als früher in großen, hohen Behältern, wegen Platzersparnis und besserer Verfrachtung.

Die Kohle z. B. verliert auch an Heizwert, wenn sie unbedeckt gelagert den Einflüssen der Witterung ausgesetzt ist. (Ganz in Wasser versenkt bewahrt sie ihre Heizkraft besser.) Die größten Kohlenmassen werden allerdings heute noch unbedeckt gelagert.

In die Behälter hinein wird die Kohle usw. durch einfaches Abstürzen oder auf maschinellern Wege mittels automatischer Transportbänder, Seilbahnen, Krane mit Greifern, Hochbahnen usw. gebracht. Eine große Anlage für eine Gasfabrik siehe Hdb. f. E., S. 67. Die Behälter werden in Stein, stets ganz massiv, in Eisen oder Eisenbeton, freistehend mit Ausläufen erstellt, in ähnlicher Bauart, wie bei den Getreideschächten beschrieben. Kohlenschächte können aber der Entzündungsgefahr wegen nicht so hoch als jene erbaut und oben nicht mit einer Decke geschlossen werden. Die Grundform ist meist die eines großen Einzelbehälters, kreisrund, sechs- oder viereckig. Die Schubwirkung des Lagergutes erzeugt aber eine größere Reibung auf die Wandungen als das viel flüssigere Getreide. Die Behälter stehen meist hoch auf Gerüsten oder Mauern; die Sohle wird, des Verschleißes wegen, mit Metallplatten geschützt, abschüssig in Form von Trichtern eingerichtet, an deren unterem Ende die Ablauföffnungen mit Schiebern sich befinden, aus denen das Gut ohne weiteres in die darunter befindlichen Transportmittel (wie Schiffe, Waggonen, kleine Wagen, Hängebahnen, Transportschnecken, Transportbänder) einfallen kann. Andere Behälter zeigen wagerechte Sohlen und sind zu ebener Erde oder noch tiefer angelegt, und zwar dort, wo aus ihnen die Kohle oder sonstiges körniges Gut durch Krane, Hängebahnen usw. mittels Greifer oder Kästen wiederum herausgenommen werden soll.

Ein kleiner Schachtspeicher für Koks, Kohle usw. ist in Fig. 120 dargestellt (Osnabrücker Kupfer- und Drahtwerk), mit einer interessanten Hängebahn ausgerüstet (Architekten Salzmann und Ganzlin, Düsseldorf.), die um alte Kamine herumgeführt werden mußte, welche wegen der Kriegszeit nicht abgebrochen werden durften. Die Anlage ist auf einem sehr beschränkten Platze errichtet und faßt über 200 Waggonen Kohle.

Kohlenbunker siehe auch „Zeitschrift deutscher Ingenieure“ 1903, S. 292; 1904, S. 467, 614 und 1717; schwimmend 1906, S. 127; mit Wäsche 1908, S. 1848; mit übereinanderliegenden ge-

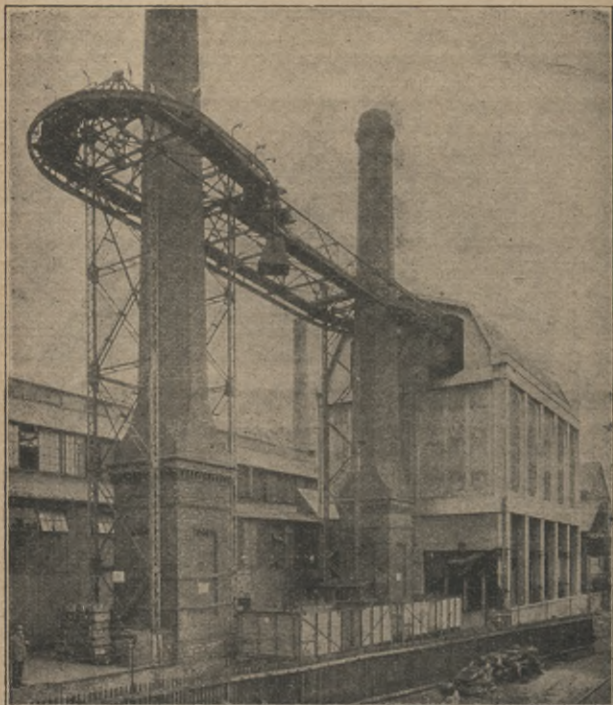


Fig. 120. Kohlen-Silo in Osnabrück.

trennten Schichten „Mühlen- und Speicherbau“ 1909, S. 11; Kali-Speicher „Mühlen- und Speicherbau“ 1908, S. 414.

2. Schachtspeicher für feinkörnige, erdige Materialien, wie Zement, Sand usw.

Die Einrichtung dieser Schächte ist fast genau dieselbe wie diejenige für Getreide.



Weil es sich aber hier um viel größere Gewichte handelt als dort, werden die Schächte fast stets in Eisen oder Eisenbeton, nur sehr selten in Holz ausgeführt, denn die Abnutzung und die in erdigen Materialien vorhandene Feuchtigkeit würde die Hölzer sehr schnell zerstören. Wegen der Rostbildung kommt aus gleichen Gründen das Eisen für die Behälter bei manchen Lagermaterialien auch nicht in Betracht. Auch diese Schächte werden so hoch angelegt, daß die Eisenbahnwaggons usw. bequem darunter geschoben und durch einfaches Auslaufen der Materialien beladen werden können. Die Behälter stehen auch gänzlich frei und sind höchstens mit einer einfachen Dachkonstruktion überbaut, welche für die Transportvorrichtungen nötig ist. In Zementfabriken stellt man vielfach diese



Fig. 121. Zementbild Itzehoe; freistehend mit sieben Zellen.

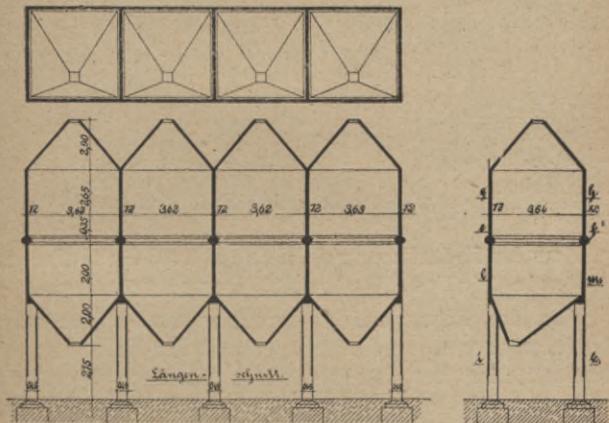


Fig. 122—124. Zementsilo in Wesel.

Schächte in Eisenbeton her, weil man in ihnen große Mengen vorzüglich lagern, sortieren und nach Bedarf um-

setzen kann. Die Wandungen werden dann in wagerechter Richtung mit Verstärkungsrippen oder Ringen versehen, die nach unten hin, dem zunehmenden Drucke entsprechend, verstärkt sind.

Fig. 121 zeigt einen Zementsilo in sechseckiger Form aus Eisenbeton in Itzehoe.

Fig. 122—124 zeigen einen Zementsilo in viereckiger Form aus Eisenbeton in Wesel.

Fig. 125 zeigt Sandbehälter aus Eisenbeton.

Zementspeicher siehe „Mühlen- und Speicherbau“ 1908, S. 70 und 173; „Zeitschrift deutscher Ingenieure“ 1891, S. 375.

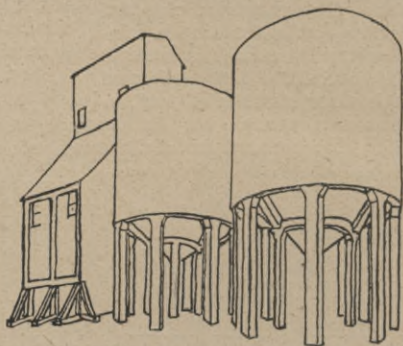


Fig. 125. Sandsilo freistehend, Ansicht.

### 3. Zur Aufhäufung von Erzen und Gesteinen, wie Kalke, Dolomit, Porphyр usw.

Da das Eigengewicht der Erze und Steine sehr hoch ist, so werden die Bauwerke dafür viel niedriger und stabiler hergestellt als für Kohle; eigentlich bedeuten sie nur sehr kräftig gebaute Kästen. Fig. 126 zeigt eine Anlage aus Eisenbeton für Eisenerze Kalke usw. Die oberen Böden tragen die Transportbahn zum Beschütten des Behälters und auch die nötigen Zerkleinerungsmaschinen.

Der Behälter ist in zwei Reihen von kleinen Abteilen zerlegt; aus jedem erfolgt die Abfüllung

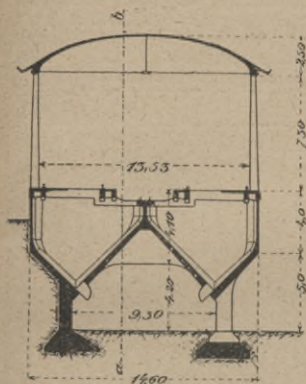


Fig. 126. Erzbehälter in Düdlingen.

(Nach „Mühlen- und Speicherbau“.)

durch einfaches Abrutschenlassen in die Transportwagen der darunter befindlichen Hüttenbahn.

4. Ein Silo für Grünfutter ist in Fig. 127—128 dargestellt. Ein großer zylindrischer Raum, der aber zweiwandig ausgeführt ist, um der Frostgefahr zu begegnen. Die innere Wand ist aus Eisenbeton, der Mantel aus Holz hergestellt. Das Einfüllen und Entleeren kann durch einen seitlichen Schlitz geschehen. Das Grünfutter wird frisch

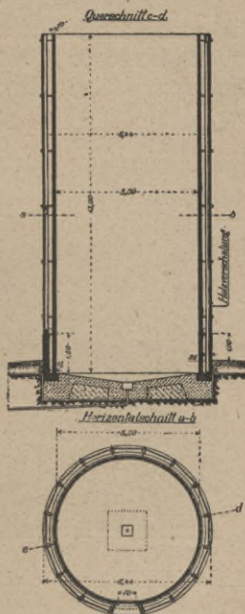


Fig. 127 u. 128. Grünfuttersilo in Perkappen.

(Aus Wayß u. Freytag, Silobauten.)

eingbracht und möglichst unter Luftabschluß verwahrt, so daß es sich während der Lagerung in sogenannte Silage verwandelt, die für das Vieh ein saftreiches Futter gibt. Zur Lagerung gelangen besonders Maisstauden, aber auch Kartoffelkraut, Klee, Luzerne u. a. Futtermittel.



Fig. 129. Verladetaschen mit Bleichertschen Klappverschlüssen zur Verladung von Massengütern in Fuhrwerke, Eisenbahnwagen und Schiffe.

5. Verladetaschen sind manchmal nur nötig, um kleinere Sammelanlagen zu schaffen, die nicht für die dauernde Lagerung von Material dienen sollen, sondern nur um seinen Abtransport und seine Verladung oder auch nur seine Verteilung erleichtern zu können. Es werden kleinere Zellen oder Zellengruppen errichtet, in welche mittels Hängebahnen

und anderer Beförderungsmittel das Gut hineingestürzt wird, die so hoch liegen, daß man das Gut wiederum auf andere Transportbahnen, in Eisenbahnen, Schiffe oder kleinere Fuhrwerke entleeren lassen kann. Die Entladungszeit der obenliegenden Hängebahn ist dann unabhängiger geworden von der Beladungszeit des unteren Transportgefäßes.

### G. Neuere Groß-Speicher verschiedenster Art.

Wie in der ersten Auflage vorausgesagt, hat sich die Anwendung des Eisenbetons für Silozellen immer mehr ausge-

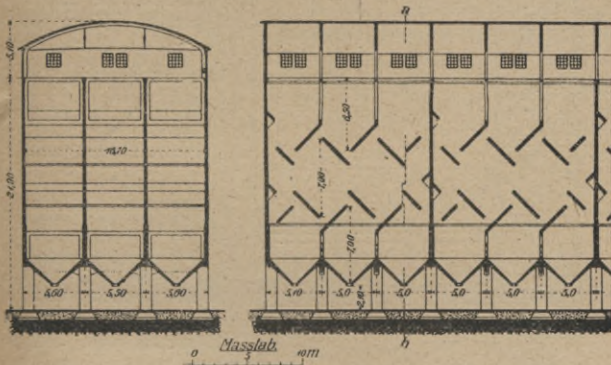


Fig. 129 a—b. Aus Wayß u. Freytag, Silobauten.

breitet. Die vielfache Anwendung des Eisenbetons hat auch selbstverständlich die äußere Erscheinung dieser Bauwerke sehr stark beeinflusst, und es sind dabei manche schöne Architekturwerke entstanden, die oft geradezu monumentale Erscheinungen bieten. Sie werden heute benutzt für grobe und feine Massen von Erden, Gesteinen, Erzen, Kohle, Koks, Asche, Schlacke, Klinkern, Schamotte, Sand, Schlamm, Zementen, Gips, Kork, Abfällen aller Art, Thomasschlacke, Schwefel,

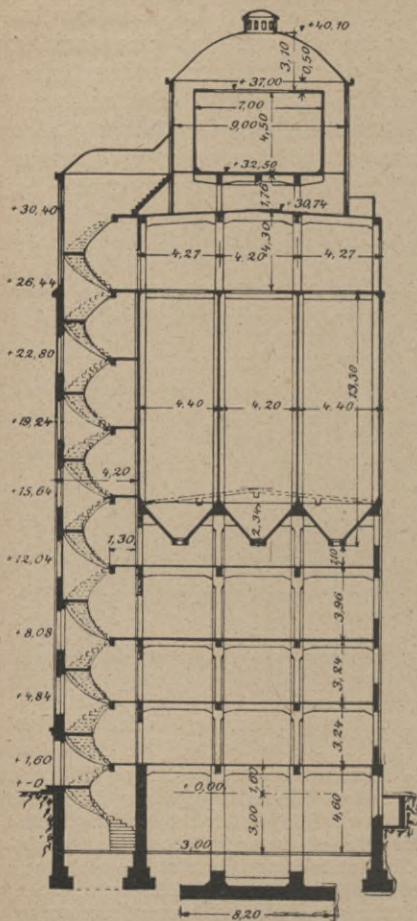


Fig. 130. Korksilos, Grundriß.

Briketts usw.; besonders aber für körnige Früchte und Mehl; weiter für Kakao, Marmelade, Grünfutter usw. Für Salz, Kali und ähnliche Massen werden mächtige Flachbauten geschaffen (s. auch Fig. 71 und 72).

Zur Ersparung von Arbeitslöhnen fanden die maschinellen Transportmittel aller Arten immer mehr Anwendung. Ebenso werden auch immer mehr diejenigen Fahrzeuge angewendet, welche eine Be- und Entladung in einfacher Weise begünstigen. Wiegevorrichtungen werden auch immer mehr in die Transportbahnen eingeschaltet, um den Verlust an Waren besser übersehen zu können. Die Silozellen sind auch immer größer und besonders immer höher geworden. Früher war man der Meinung, daß bei freistehenden Behältern der Eisen-

beton, einwandig hergestellt, die Lagergüternicht genügend gegen Nässe und Kälte schütze, und man hat ihn deshalb doppelwandig ausgeführt; es hat sich aber im Laufe der Zeit gezeigt, daß diese Vorsicht bei den vielen Gütern nicht nötig ist. Es sind besonders durch die Kriegszeit eine Unmenge großräumiger Silobauten entstanden. Der Gefahr der Entzündung von hoch

übereinandergelagerten Materialien durch ihre eigene Schwere ist man dadurch entgegengetreten, daß in die Schächte schrägliegende Zwischenböden (Trageböden) eingebaut wurden, auf denen die Last abgefangen wird, z. B. bei den Patentschächten der Firma Wayß & Freytag A.-G. In Fig. 129 a und b sind Schächte für die Einfüllung von Kohle mit Zwischenböden gezeigt. Dort ist eine Stapelhöhe vorhanden von rund 20 m. In ähnlicher Art können Schächte noch in größerer Stapelhöhe hergestellt werden, ohne daß dadurch die Ware entzündet wird, und sie sind schon bis zu 50 m Stapelhöhe errichtet worden. Die kreisrunde Form der Zellen wird immer mehr angewendet. Die kleinen

Räume zwischen den einzelnen Kreisformen werden auch zu Lagerzwecken ausgenutzt. Bei hohen Schächten hat sich als Nachteil gezeigt, daß in manchen Lagergütern sich Nester bilden, die das Rutschen der Ware hindern und auch Selbstentzündung hervorrufen können. Zur besseren Bewegung solcher Massen wurden dann eiserne Spiralrutschen eingebaut, durch welche die allseitige Bewegung im Abwärtschieben des Gutes erleichtert wird.

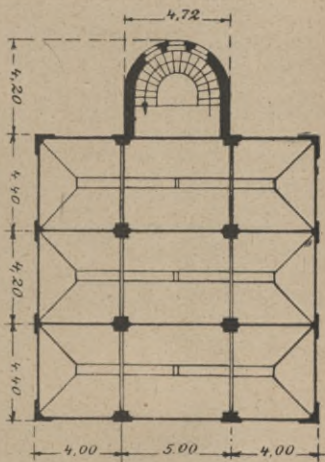


Fig. 131. Korksilo, Horizontal-schnitt.

Die Selbstentzündung der Waren kann durch ausgiebige Berieselungsvorrichtungen bekämpft werden, die mit sogenannten Sprinkleranlagen am besten getätigt werden, bei denen eine Wasserberieselung automatisch bei höherer Temperatur als 70° sofort in Tätigkeit tritt, indem dann ein leicht schmelzbares

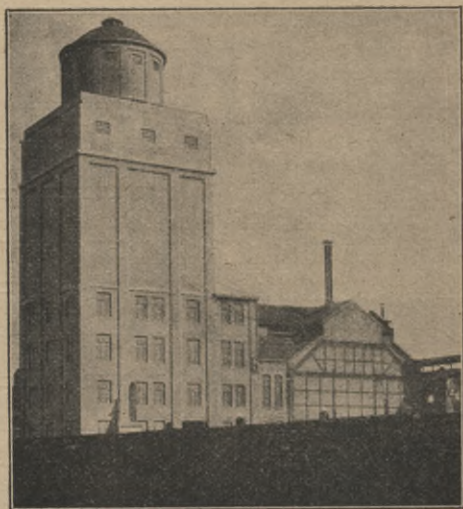


Fig. 132. Korksilo in Ludwigshafen a. Rh.  
Aus Wayß u. Freytag, Silobauten.

Metall abfließt und dadurch die Ventile der Wasserleitung geöffnet werden. Zur Überwachung der Wärme in den Vorräten werden auch sogenannte Temperaturrohre angebracht, eiserne Rohre, die bis in den Grund des Schachtes hinabreichen, an deren oberen Enden Thermometer angebracht sind (auch bei Fig. 120).

Figur 130-132 ein Silobau für Korkfabrikation. Unter den Schächten befinden sich Arbeitsräume und darüber ein Hoch-



behälter für Wasserversorgung. Das Ganze ein prächtiges Bild neuartiger Architektur.

Ein Schaubild von gewaltigen Speichieranlagen aus der heutigen chemischen Großindustrie zeigt das Bild Fig. 133, ein Sinnbild der gewerblichen Größe Deutschlands während des Krieges.



Fig. 133. Speicher für Kalisalze.

## Kapitel VI.

### Maschinelle Einrichtungen.

Uns interessieren nur allgemein die Betriebskräfte und die maschinellen Transportmittel. Die maschinellen Einrichtungen können hier nur kurz gestreift werden, und es wird bez. des Näheren, besonders wegen Leistung, Rentabilität usw., auf die betr. Bändchen der Ingenieurwissenschaft in der Sammlung Göschen verwiesen.

Die Benutzung von Baukonstruktionen zum Anbringen von beweglichen, maschinellen Teilen muß stets unter Anhörung von Bausachverständigen geschehen; stets sollen dafür besondere zeichnerische, genau berechnete Unterlagen vorhanden sein, ehe der Bau begonnen wird; besonders gefährlich ist das nachträgliche Anbringen von schweren, stoßenden Maschinen. Bei Eisenbetonbau ist die meiste Vorsicht nötig, weil hierbei erfahrungsgemäß am leichtsinnigsten verfahren wird, bei nachträglichen Durchbrechungen vorhandener Konstruktionen. Das Betonmaterial kann man schnell durchbrechen, aber weil es hoch ausgenutzt ist, wirkt jede Verschwächung unberechenbar.

Wo es sich um Bewegung von einigermaßen großen Massen handelt, werden immer maschinelle Betriebe angewendet. Die Teile, auf welchen bewegliche Arbeitsmaschinen, z. B. Laufkrane, Aufzüge usw., ruhen, sollen baulich besonders gut konstruiert und montiert werden, damit diese Fahrzeuge möglichst genau wagerecht bzw. senkrecht in geräuschloser Art arbeiten können.

Über Transmissionsmittel siehe „Mühlen- und Speicherbau“ 1908, S. 18, 404, 447, 459; Dingers „Polyt. Journal“, Bd. 322, S. 785, 801, 807; Fr. Kettenbach, Die Schälindustrie; G. v. Hanfstängel, Förderung von Massengütern.

## A. Die Kraft.

Als Betriebskraft kommt in Betracht: Gas (aus Kohle, Petroleum, Benzin und andern Ölen), Dampf, Elektrizität, Druckwasser und Druckluft. Druckwasser gibt die für Aufzüge viel gebrauchte Betriebskraft ab, auch weil in ihr zugleich ein hoher Schutz gegen Feuersgefahr gegeben werden kann. Sie ist aber nur da angebracht, wo Frostgefahr nicht schaden kann und es sich um Versorgung großer Unternehmungen handelt, weil die Anlagekosten hoch sind und sich nur bei größerem Verbrauch rentieren. Eigene Gas- und Dampfmaschinen können dagegen auch in kleineren Betrieben schon rentabel werden. Dampfkraft empfiehlt sich da, wo Kesselanlagen auch für ausgedehnte Erwärmungsanlagen nötig sind und auch der Abdampf letzteren nützt. Selten kommt es vor, daß die größeren Transport- oder sonstigen Maschinen oder Apparate durch Transmissionen und Riemen von Gas- oder Dampfmaschinen aus direkt angetrieben werden. Elektrizität für Aufzüge kommt immer mehr in Gebrauch, wo große Kraftzentralen zur Verfügung stehen, weil man dann freier über Raum und Betriebszeit verfügen kann.

Als Betriebskraft für eigene Anlagen wird vorzugsweise Elektrizität, Kraftgas oder Dampf verwendet. Bei größeren Anlagen lohnt es sich, daß der Besitzer selbst die Elektrizität mittels Dampf-, Saug- oder Kraftgasanlagen erzeugt. Die Elektrizität hat besondere Vorteile für die Apparate, welche weit ab von der Krafterzeugungsstelle außerhalb der Bauten arbeiten müssen, besonders für Bänder, Elevatoren usw. Große Vorteile bestehen bei der Elektrizität auch darin, daß die Motore sehr wenig Platz brauchen und kleinere Motore fast überall an Wänden oder Decken leicht und schnell befestigt werden können, daß ihre Indienstellung sofort erfolgen kann und daß sie stets — wo mit Akkumulatoren gearbeitet wird — in bezug auf Verbrauch an Kraft ökonomisch arbeiten und ihre Zuleitungen sehr wenig Platz gebrauchen. Die Schäden, welche bei andern Maschinen durch Rohrbrüche, Stöße usw. entstehen, fallen fort, ebenso die Durchbrechungen in Decken, Böden und Wänden, welche bei Transmissionen in den einzelnen Stockwerken und Räumen nötig sind. Dagegen besteht bei Elektrizität die Gefahr des Kurzschlusses und eines damit erzeugten großen Feuers.

Bei Handelsspeichern wird auch oft gewünscht, daß in den verschiedenen Stockwerken und von verschiedenen Mietern kleine Arbeitsmaschinen in Betrieb gesetzt werden können; für solche Zwecke ist auch die elektrische Kraft die richtigste. Unangenehm ist das von den meisten Motoren erzeugte stark summende Geräusch, welches besonders in Eisenbetonbauten sehr unangenehm weit fortgepflanzt wird; eine Isolierung der Motorfundamentplatten mit Filz und Absonderung der Fundamente usw. ist deshalb anzuraten.

Weil Handarbeit immer kostspieliger und zeitraubender sein wird als maschinelle Förderung, muß zur Erzeugung billiger Waren die letztere immer mehr in den Vordergrund treten.

## B. Die Transportvorrichtungen.

### I. Für Transporte in wagerechter oder leicht ansteigender Richtung.

a) *Gleisanlagen.* Jeder Gleisanschluß für Private an die Staatsbahn braucht zwei Gleise; das eine dient für die Zustellung, das andere für die Abholung des Waggons. Die einzelnen Gleise werden nötigenfalls miteinander verbunden durch einfache oder doppelte Weichen, Weichenkreuzungen, Drehscheiben mit einfachen Gleiskreuzungen und Pendeldrehscheiben; weiter mit vertieften Schiebebühnen, die in Laufgräben liegen (bei denen die Eisenbahngleise auf der Bühne und im Stammgleise gleichhoch liegen, die aber nicht empfehlenswert sind wegen der Vertiefungen im Gelände), oder mit leicht erhöhten Schiebebühnen. Bei den letzteren liegt die Laufschiene der Bühne nur einige Zentimeter über dem Stammgleise, und sie gleicht gewissermaßen nur einem sehr niedrig gebauten Wagen; die Waggons werden dabei mit maschineller Kraft über keilige Anlaufschienen auf die Schiebebühnengleise gezogen oder davon abgelassen. Zur Verwiegung der Waggons baut man in die Gleise Waggonwagen mit und ohne Gleisunterbrechung ein, von verschiedener Tragkraft und Länge. Die Beschaffung großer und schwer gebauter Drehscheiben, Schiebebühnen und Wagen ist anzuraten, welche für die größten Waggons ausreichen, weil die Waggons voraussichtlich in Zukunft immer stärker und größer gebaut werden

sollen. Die Gleisköpfe werden durch Prellböcke gesichert. Gleisanlagen sollte man durchweg in Eisenmaterial ausführen; Holzschwellen sind nur billiger im ersten Anschaffen. Bei hoch belasteten, soliden Gleisanlagen werden die Schienen auf Untermauerungen gelegt und mittels Zugstangen verbunden. Die Gleise sollen möglichst wagerecht oder höchstens in Steigung von 1 : 300 der Länge angelegt werden, wenn auf ihnen der Betrieb nicht mit Lokomotiven geschehen kann oder sie nicht ausdrücklich zum Ablaufen der Waggonen dienen sollen.

b) *Hängebahnen.* Innerhalb der Lagerräume, besonders aber auf Lagerplätzen, werden Hängebahnen mit Nutzen immer mehr angewendet, um die Handarbeit zu beschränken. An Gerüsten, Pfosten, Decken usw. sind Laufschiene befestigt, an denen die Ladegefäße aller Art, in Rollen hängend, von Hand oder maschinell fortbewegt werden können; nötigenfalls sind dann die einzelnen Laufschiene an vielen Stellen, besonders an den Enden durch Kurven, Weichen oder Drehscheiben verbunden; auch werden Verwiegevorrichtungen in den Laufschiene angebracht. Auch Seilbahnen wendet man an, meist für lange Transportstrecken; dabei werden an Gerüsten, Pfosten usw. bewegliche Rollen angebracht, über welche endlose Seile sich fortbewegen, an denen die einzelnen Gefäße angeklemt und damit weiterbefördert werden. Bei Hängebahnen mit Hängeschiene wird der Wagen auch mit der Hand mittels eines Leitseils fortbewegt, oder er ist (elektrisch betrieben) mit Motoren versehen, welche ihren Kraftbedarf von Kabeln abnehmen, die an der Laufschiene oder an den Gerüsten befestigt sind. Besonders die elektrischen Hängebahnen gelangen zum Transport sehr großer Massen immer mehr in Aufnahme, weil sie automatisch einfach arbeiten können. Alle die Hängebahnen haben den Vorteil, daß der Lagerboden nicht stark mit Gleisen vernutzt oder zerteilt wird, und daß mit ihnen die Wagen auch über andere Bauteile, Gegenstände oder Lagergüter hinweggeführt werden können. Hängebahnen versieht man auch mit automatisch wirkenden Ausrückvorrichtungen, wobei die beladenen Gefäße an einer bestimmten Stelle (durch Anstoß usw.) zum Kippen und zur Entleerung kommen.

c) *Transportbänder verschiedenster Art.* Die Bänder sind endlos und laufen auf Rollen mit etwas linsenförmiger, aber glatter Oberfläche. Sie tragen das Gut vom Beschüttungs-

ort des Bandes entweder wagerecht, leicht abfallend oder ansteigend, geradeaus oder — mittels Abstreifvorrichtungen — auch seitlich in die nächststehenden Verteilungsgefäße oder Lagerräume; während des Laufes kann das Gut durch Vorbeiführen an Magneten, Saugvorrichtungen, warmen Luftströmen usw. gereinigt bzw. getrocknet werden. Glatte Bänder werden auch zur Bewegung von größeren und schwereren Lasten als Körner benutzt, z. B. für gefüllte Säcke, Ballen oder kleinere Stückgüter; dann werden die Tragerollen des Bandes an der Aufwurfstelle sehr dicht aneinander, weiterhin aber mit größeren Zwischenräumen, unter dem Band angebracht; Transportbänder werden auch — als sog. Schurren — mit Widerständen besetzt, um feinkörniges Gut (auf einer darunterliegenden festen Fläche) weiterzuschieben, oder mit kastenartigen Behältern versehen, um das Gut weiterzutragen.

Transportbänder werden besonders auch gebraucht, um Waren (von oder zu sonstigen Fahrzeugen, auch teilweise unterirdisch) auf ziemlich erhebliche Strecken, z. B. vom Schiff nach Landlagern, in die Gebäude oder heraus zu befördern; stets sind sie gegen äußere Stöße geschützt gelegen. Die Bänder werden in einzelnen Teilen der Höhe nach verstellbar eingerichtet, z. B. an den Einwurfstellen, um das Gut von verschiedenen Höhen her wahlweise weiterfördern zu können, so von einem andern Bande her oder vom Erdboden oder von der Ladebühnenhöhe aus. Wo Ware seitwärts gebracht werden muß, wird sie auf ein zweites, tiefer gelegenes Band (bzw. eine Schnecke, Schurre usw.) geleitet und von diesem in entsprechendem Winkel weitergeführt. Das Material für Bänder ist Hanf, besser Leder, für nasses Gut aber Kokosfaser oder Gummi.

d) *Schnecken* werden zur wagerechten Fortbewegung von feinkörnigem Gut gebraucht, meist deshalb, damit das Gut im Fortbewegen gleichzeitig gut umgesetzt oder gemischt werden soll; sie werden stets in Metall ausgeführt, arbeiten billig, aber langsam. Manche Ware (z. B. Mehl) würde darin leicht warm durch die Reibung.

## II. Transportmittel, wagerecht und senkrecht wirkend.

*Krane, fahrbar oder feststehend.* Feste Drehkrane beherrschen nur einen bestimmten Kreis; feste Bockkrane mit

querfahrenden Hebezeugen (Laufkatzen, Auslegern, Drehkranen, Winden usw.) beherrschen das darunterliegende Viereck. Fahrbar hergestellte Krangerüste, die noch mit querfahrenden Hebezeugen, wie Laufkatzen, Winden, Drehkranen usw., besetzt sind, gestatten eine weit bessere Ausnutzung der Ladeböden und der Ladestraßen; siehe letztere. Besonders sind die fahrbaren Voll- und Halbportalkrane sehr brauchbar; es sind dies fahrbare Gerüste, welche die Längsrichtung einer Bodenfläche bestreichen, auf denen sich querfahrende oder kreisrund drehbare Hebezeuge befinden. An Verkehrsstraßen werden solche Krangerüste so eingerichtet, daß allerlei Waren unter ihnen lagern können und event. die Eisenbahnwagen oder sonstigen Fahrzeuge unter ihnen hindurchfahren und auch bequem mit ihnen beladen werden können. Die Laufäder der Gerüste ruhen dabei entweder sämtlich auf einer Bodenschiene (bei Vollportalkranen), oder es ruht (bei sog. Halbportalkranen) nur ein Fuß des Krangerüstes auf der Bodenschiene, während der zweite Stützpunkt, auf einer Laufschiene, die an der Gebäudewand befestigt wird, gegeben ist. Siehe Fig. 41 und 42.

### 3. Transportmittel, senkrecht bzw. schräg aufwärts arbeitend.

*a) Elevatoren, Paternosterwerke, Becherwerke und Saugwerke.* In großen Lagerbetrieben, an großen Verkehrsstraßen, sind diese Arbeitsmaschinen unentbehrlich, als feste oder fahrbare Anlagen zum Be- und Entladen von Fahrzeugen zu Wasser und zu Lande im Gebrauch. Die Ware wird entweder in Förderröhren gesogen oder gehoben, die senkrecht oder schräg, fest oder verstellbar in das einzuholende Gut hineingelegt werden können.

Bei Paternoster- oder Becherwerken läuft in der Förderröhre ein Band ohne Ende, auf welchem Becher oder Scheiben befestigt sind; die Röhre wird in die Körner getaucht, die Becher schöpfen sich voll, und am oberen Bandende schütten sie den Inhalt in Behälter oder auf weiterschaffende Transportmittel. Bei Saugwerken wird die in den Röhren befindliche Luft derartig mittels Gebläse verdünnt, daß sie an einem Rohrende die kleinen Körner in die luftdichte Röhre hineinzieht, fortbewegt und am andern Rohrende abwirft. Die Becher werden

für weiche Waren, wie Schrot, Mehl usw., in flacher, dagegen für Getreide usw. in tiefer Form ausgeführt. Durchweg wird als Material für die Becher Metall (wegen des Verschleißes und der Entzündungsgefahr durch Reibung) angewendet.

b) *Schnecken und Bänder*: sie können nicht senkrecht arbeiten, werden aber zur Aufwärtsbewegung von feinkörnigem, leichtem Gut in wenig ansteigender Richtung gebraucht.

c) *Aufzüge mit Fahrkörben*. In allgemeinen Handelsspeichern ist, sobald sie mehrstöckig sind, die Anlage von Aufzügen fast unerlässlich für den Transport der Waren in der Höhenrichtung. Für Personenaufzüge gehen die gesetzlichen Vorschriften viel weiter als für reine Warenaufzüge. Die Beförderung geschieht mit offenen oder geschlossenen, in Schienen geführten Fahrkörben, die an Trageseilen hängen (welche fast ausnahmslos senkrecht, selten schräg sind), die Waren und Personen mit Kraftbetrieben aller Art befördern. Zur Erleichterung des Betriebes wird ein Gegengewicht angewendet, welches so schwer wie der Korb einschließlich halber Nutzlast ist und auch in Laufschiene geführt wird. Die Abmessungen und die Tragkraft der Körbe ist dem jeweiligen Bedürfnisse anzupassen. In Handelsspeichern wird man eine Tragfähigkeit von nicht weniger als 1000 kg anwenden. Wo mehrere Stockwerke vorhanden sind, vermehrt man lieber die Geschwindigkeit anstatt die Tragfähigkeit; damit wird auch dem Verkehr am besten gedient, besonders dort, wo der Aufzug in verschiedenen Stockwerken von verschiedenen Interessenten benutzt wird. In großen Betrieben sollten wenigstens zwei Warenaufzüge vorhanden sein, weil an den Aufzügen mehr oder weniger Betriebsstörungen vorkommen; als Notaufzug kann ein freier Seilaufzug an der Front dienen.

Die im Innern der Gebäude liegenden Aufzüge müssen nach gesetzlicher Vorschrift mit feuersicheren Wänden und Türen umschlossen sein; diese Forderungen bedingen größere Kosten, darum legt man Aufzüge öfter ohne Umfassungswände vor die Außenfronten der Bauten; die Baukosten werden dadurch verringert, und das Beladen von dem Erdboden oder von Fuhrwerken und Fahrzeugplatten wird recht bequem. Ein freistehendes Gerippe für die Führung des Korbes wird dann aus Eisen hergestellt. Die Nachteile solcher freier Aufzüge bestehen in der ungeschützten Lage der Ladeöffnungen sowie



des Fahrkorbes und in Schwierigkeiten bez. etwaiger Senkung des Korbes bis in den Keller. Die Ladeöffnungen schließt man in den einzelnen Geschossen durch Schiebe- oder Klapptüren, und sie müssen (wie alle Fahrstuhltüren) mit Vorrichtungen versehen sein, welche ein Offenlassen der Türe verhindern.

Aufzüge, die im Innern der Gebäude liegen (also Schachtaufzüge), erhellt man meist durch Glasoberlicht; wo aber Seitenlicht vorhanden ist, wird meist der Schacht oben mit einer Decke geschlossen und auf derselben die Aufzugsmaschine montiert, wobei das Schachtgerüst dann entsprechend stärker konstruiert sein muß. Die Aufzugsmaschinen bringt man in einfachen Fällen auf dem Schacht, sonst unten neben ihm (im Notfalle) auch an den Wänden oder an Decken an. Die Aufzugsmaschinen werden am besten in den unteren Geschossen aufgestellt, damit sie leichter überwacht werden können.

Die Größe des Korbes — und damit der Förderplatte — an den Aufzügen wird selten unter 1 m Länge und 1,5 m Breite genommen; in Handelsspeichern ist die geringste Abmessung nicht unter  $1,5 \times 2$  m. Die Aufzugkörbe müssen einen sehr festen Boden haben. Sie sind oben offen oder nur durch ein Drahtgitter geschlossen. Die Korbwände sollten mit glatten, harten Bekleidungen geschlossen sein, wenigstens 1,50 m hoch; darüber wäre dichtmaschiges Drahtgitter als Wandschutz nötig. Als Baumaterial gelangt für die Körbe fast durchweg Eisen zur Anwendung, für Böden und Schutzwände manchmal hartes Holz; die Ladetüren im Innern der Bauten müssen feuersicher, am besten aus Eisen, erstellt werden. Die Fahrkörbe der Personenaufzüge müssen rundum dicht geschlossene Wände haben. Jeder Korb soll mehrere Fangvorrichtungen haben, womit er bei einem etwaigen Seilbruch sofort sich an die Laufschiene festsetzt. Die Laufschiene für den Korb und für das Gegengewicht müssen genau senkrecht und parallel gestellt werden; vor allen Dingen sind sie gut abzuglätten, damit möglichst wenig Reibung entsteht. Zum Aufhängen der Körbe werden Drahtseile benutzt, die auf möglichst großen Rollen sich bewegen. Der Sicherheit wegen sind zwei Seile rätlich; bei Personenaufzügen ist diese Anzahl vorgeschrieben.

Die Bedienung der Einstell- und Signalvorrichtungen an Aufzügen geschieht vielfach auf elektrischem Wege. Aber auch mit einfachen Seilsteuerungen ist in den meisten Fällen ge-

dient, das Heranholen des Korbes von anderer Stelle aus ist aber dabei schwer ausführbar.

Transmissionsaufzüge, also solche, welche direkt von den Kraftmaschinen her mit Riemen usw. angetrieben werden, stellen die billigste Betriebsart dar, wenn die Führung der Zugvorrichtungen im Bau und im Betrieb nicht zu kompliziert und teuer ist; Transmissionsaufzüge gebrauchen aber verhältnismäßig viel Platz für die Antriebsvorrichtungen, Riemen, Vorgelege usw., und ihre Betriebskosten sind sehr abhängig von der Anzahl der nötigen Kraftübersetzungen. Die elektrische Kraft findet für den Betrieb der Aufzüge die meiste Anwendung, nachdem es gelungen ist, die an den Motoren früher vorhandenen Mängel zu beseitigen. Die elektrischen Aufzugsmaschinen brauchen wenig Platz und lassen sich bequem direkt über oder nahe dem Fahrschacht montieren; im Kraftverbrauche sind sie recht teuer, wenn die Elektrizität nicht sehr billig ist; andererseits sind sie sehr beliebt, weil man leicht mit verschieden großen Geschwindigkeiten fahren kann.

Hydraulische Aufzüge sind teuer in der Anlage, aber ratsam (wenn Druckwasser billig zur Verfügung steht), weil sie in bezug auf Zuverlässigkeit, Geräuschlosigkeit, Fallsicherheit, Kosten- und Raumersparnis den andern Betriebsarten gleichwertig oder überlegen sind, besonders für sehr große Lasten. Bei hohen hydraulischen Aufzügen können die Druckzylinder meist des Grundwasserstandes wegen nicht unter den Körben angebracht werden; die Zylinder werden dann in kürzerer Form gebildet, an Wänden oder im Dachboden befestigt und die Hubhöhen durch Übersetzungen mit Seilen usw. überwunden.

Sogenannte Hebeplatten (sehr schwere Lastenaufzüge) kommen in Anwendung, wo nur ein Geschoß bestrichen werden soll, z. B. vom Erdgeschoßboden zum Keller; die obere Öffnung wird nicht mit Wänden, sondern nur mit einem Gitter versehen, damit man leicht die Plattform des Aufzuges beladen kann; der Schacht muß aber (wenn er innerhalb eines Hauses liegt) feuersicher verkleidet sein.

In großen Gebäudegruppen legt man zum Betriebe von mehreren Aufzügen einen gemeinschaftlichen Montageschacht für die Maschinen, Zylinder, Seile usw. an, um die Kosten für die Anlage, deren Reparatur und Kontrolle zu verringern. Die Trageseile werden vom Schacht aus durch Rollen über die

Dächer usw. hinweggeleitet nach betr. Aufzugschächten, und in letzteren hängen dann nur die Lastrollen und Seile für den Korb.

d) *Einfache Seilaufzüge.* Die Beförderung mittels Winde und Seil wird heute noch in den allereinfachsten wie in den ausgedehntesten Speicheranlagen gebraucht, an den Land- und Wasserstraßen, wo die Fahrzeuge mit Stückgütern beladen und entladen werden sollen, von Hand oder auch maschinell mit Winden betrieben. Das Seil hängt in einfacher Rolle an einem Auslager, höchstens 85 cm weit vor dem Hause, die Ware an Haken oder Schlingen. Die Luken sind an den Stoßkanten bewehrt, durch Schiebetüren oder Klapptüren geschlossen, mit Schutzstangen, Ketten oder Griffen versehen. Rollen oder Kipp-Platten finden Anwendung. Ein Triebwerk, für alle Stockwerke dienend, wird durch Stellvorrichtungen oder Signale in Bewegung gebracht. Meist ist im Spitzboden ein Haspelrad angebracht, auf dem ein endloses Seil hängt, das in jedem Stockwerk benutzt werden kann. Die freien Seil-aufzüge und ihre Öffnungen sind den Nachteilen der Witterung voll ausgesetzt. Im Innern von Gebäuden sollte man Seil-aufzüge nicht anlegen, wegen der feuergefährlichen Luken-öffnungen in den Decken.

e) *Fallschächte.* Das Gut wird in ihnen senkrecht oder schräg durch seine eigene Schwere befördert. Ihre Gleitflächen sind bedeutendem Verschleiß ausgesetzt, und deshalb gebraucht man zu ihrer Herstellung nur Metall, wo harte Waren fallen sollen; für weichere Stoffe, wie Getreide, Mehl usw., verwendet man dagegen vielfach Holz. In Steinkonstruktion werden sie höchstens ausgeführt, wo es sich um ganz große Abmessungen oder große Gütermassen handelt.

f) *Rieselböden* siehe Kap. V, E VI.

g) *Rutschen.* Einfache schräge Ebenen, die mit seitlichen Schutzswangen versehen sind, erbaut man in gerader oder gewundener Form zum Abwärtsbringen von Gütern verschiedenster Art. Die kreisförmige Grundfläche der Rutschen ist wegen der Platzersparnis am gebräuchlichsten, zum Ablassen von Säcken, kleinen Stückgütern usw. Gleitbahn und seitliche Schutzswangen werden stets aus hartem Holz oder aus Metall, die Unterstützung der Bahn aus beliebigem Material hergestellt.

Die Durchbrechungen von Decken bilden bei den offenen Rutschen eine große Gefahr bei Feuer; deshalb umschließt man sie auch mit sicheren Wandungen und legt feuersichere Ladeluken darin an.

*h) Rollbahnen.* Sie werden für große Strecken zur Beförderung von leichten und schweren Lasten, die blockartige, verpackte oder unverpackte Körper darstellen, in Höfen oder auch in Gebäuden gebraucht (Fig. 134). Eine Reihe von Rollen, deren Breite sich nach dem Transportstück richten

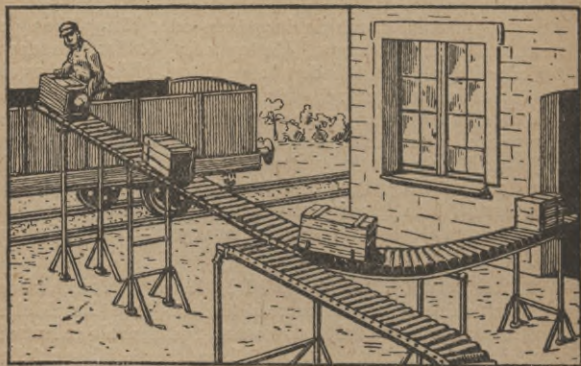


Fig. 134. Rollbahnen. Zt. d. Ing. 1918.

muß, sind so weit voneinander angeordnet, daß das bewegte Stück immer auf wenigstens zwei Rollen ruht. Die Rollen laufen in festen Lagern, und ihre Oberfläche bildet der Länge nach eine leicht geneigte Ebene. Ein leichter Anstoß genügt für die Weiterbeförderung selbst großer Stücke. Das Gut wird dann nur noch durch seine eigene Schwere fortbewegt und es ist erstaunlich, wie wenig Gefälle (3–4% der Länge) solche Bahnen benötigen. Die genaueste, gleichmäßige, abfallende Auflagerung der Rollen ist das Hauptfordernis für die Brauchbarkeit der Bahn. Für die geraden Strecken der Bahn werden parallele Rollen, für runde Strecken jedoch

kegelförmige Rollen angeordnet, solange die Bahn — im Grundrisse gesehen — flache Winkel überwinden soll. Wenn aber die Transportrichtung in starker Winkelform — z. B. in Gebäudeecken — geführt werden muß, dann hilft man sich dadurch, daß auf dem abwärts gelegenen Teile der Bahn die Rollen so viel tiefer gelegt werden, daß das Förderstück von der oberen auf die untere Rollbahn seitlich abgekippt werden kann. Rollbahnen werden auch in Kreisform spiralenförmig zur Abwärtsbeförderung der Waren benutzt. Wenn die Höhe der Bahn, wegen des nötigen Gefälles, zu viel Länge beanspruchen würde, dann werden in die Bahn kurze, schrägaufwärts steigende Förderbänder eingesetzt, die das Transportstück wiederum in die Höhe heben und auf einen folgenden dann wieder höherliegenden Rollbahnteil bringen.

### C. Die Verwiegung und Reinigung der Lagergüter.

Fast alle Waren müssen bei Ankunft und Abgang verwogen werden. Zur Feststellung etwaiger Verluste wird meist das Gut auch ein oder mehrere Male gereinigt, um das Gewicht der guten Ware festzustellen. Die Reinigung der Waren geschieht mittels Gebläse, fester oder beweglicher Siebe, Magnete, Schleudern usw. vor oder nach dem ersten Verwiegen. Die Beimischungen fallen in besondere Behälter und werden periodisch ebenfalls an selbiger Stelle verwogen. Güter besonderer Art erfordern besondere Reinigungskammern, in denen die betr. Spezialmaschinen Aufstellung finden können. Das Verwiegen verpackter Waren geschieht auf einfachen Dezimalwagen, die entweder auf dem Güterboden aufstehen oder besser mit ihm gleichhoch eingebaut sind; weiter auf Waggonwagen, Fuhrwerkswagen oder Federwagen, welche mit den Lashaken der Hebevorrichtungen (Kranen, Laufkatzen usw.) verbunden sind.

Unverpackte, körnige Waren, wie Getreide usw., wiegt man in folgender Art: Das ankommende Getreide wird in einen Behälter geschüttet und rieselt dann in ein Gefäß, welches auf ein bestimmtes Gewicht eingestellt werden kann; sobald die Füllung das erlangte Gewicht erreicht hat, schließt sich der Zulauf, das Gefäß wird geöffnet oder gekippt (meist automatisch), und sein Inhalt fällt entweder direkt in die Säcke

bzw. Gefäße oder auf ein Transportband, welches die Ware dann weiterschafft. Ein Räderwerk registriert dabei die Anzahl der gewogenen Behälter.

#### D. Vorrichtungen zum Umsetzen des Lagergutes.

Sie sind in allen vorbeschriebenen Transportmitteln gegeben.

Bei manchen Materialien wird weniger Wert auf die Durchlüftung gelegt, als z. B. bei Getreide; alsdann gebraucht man für das Umsetzen auch Rührwerke, die in geschlossenen Behältern bewegt werden.

#### E. Verschlüsse für Silozellen.

Der Verschuß am unteren Ende der Zelle ist ein sehr wichtiges Gebilde am Silo. Die Art des Lagermaterials in bezug auf seine Stückgröße und seine Rieselfähigkeit bedingt auch die Größe der Auslauföffnung und die Art des Verschlusses. Für feinkörnige Güter müssen Verschußteile angebracht werden, die das Abrieseln der kleinsten Teile hindern, und dazu werden meistens segmentartige Verschlüsse gebraucht, die seitlich von oben oder von unten her den Auslauf verschließen. Wo grobkörnige schwere Güter verstaut sind, muß man der Gefahr begegnen, daß unter Umständen größere Massen oder große Stücke herausstürzen und die Arbeiter verletzen können. Dagegen werden neben den Segmentverschlüssen auch Fangvorrichtungen nötig, die meistens in Form von zusammenhängenden eisernen Rechen oder auch von einzelnen schweren, rechenartigen Zinken gebildet werden, und der Segmentverschuß und der Zinkenverschuß werden dann unabhängig voneinander und nacheinander in Tätigkeit gesetzt. Ein Verschuß wird auch dadurch zu bewirken gesucht, daß man 2 Segmentverschlüsse hintereinander schaltet, von denen der nach oben hin liegende Verschuß weiter geöffnet wird als der darunter liegende. Bei andern Verschlüssen sind die Segmentverschlüsse wiederum der Breite nach mehrteilig, so daß man auch in dieser Richtung den Auslauf regulieren kann; bei solchen breiten Verschlüssen kann man auch Verstopfungen

am Auslauf leicht beseitigen durch vorgenannte Rechenverschlüsse. Fig. 135: Doppelter Segmentverschluß.

Ob das Lagermaterial am besten von oben oder unten her



Fig. 135. Bedienung des patentierten Bleichert'schen Stauverschlusses. Anlage im Gaswerk Frankfurt a. M.

durch den Verschluß zu fördern ist, wird man am besten mit dem betreffenden Material auf Versuchsanstalten ausprobieren. Die besseren Verschlüsse für Bunker sind durch Pa-

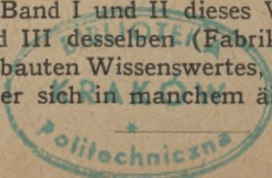
tente geschützt und auch teuer, aber es empfiehlt sich nicht, an solchen Kosten zu sparen.

Der einfachste Verschuß wird gebildet durch eine hochgezogene Klappe, hinter deren Wandung das Stapelgut sich durch seine Rutschwinkel selbst verstaut und so sein Weiterrieseln (Fig. 129) verhindert. Die meisten Verschlüsse sitzen am unteren Ende eines kurzen oder langen Rohres, welches so schräg liegt, als der Rutschwinkel des Materials es erfordert. Mit allen schrägliegenden Ausläufen ist aber eine entsprechende Verminderung der Stapelhöhe verbunden, also ein Verlust an Stauraum. Mit Hilfe wagerechter Verschlüsse kann dieser Verlust vermieden werden. Bei diesen wird am unteren Auslauf eine Platte auf Zahnrädern in wagerechter Richtung vorwärts und zurück gezogen. Feinkörnige Materialien können leicht durch wagerecht betriebene Verschlüsse abgeschlossen werden. Sehr grobkörnige Materialien aber nicht, weil unter Umständen größere Stücke den Verschuß sperren können. Wagerechte Verschlüsse können zu mehreren nebeneinander angebracht werden für 1 Zelle. Man kann also eine sehr geräumige Zelle errichten, wie z. B. in Fig. 100 Eisenbetonbau, wo vier Verschlüsse nebeneinander sitzen.

Ein Nachteil entsteht für hohe Schachtanlagen auch darin, daß in einem Füllraum sich sogenannte Brücken festsetzen können, in dem Einzelstücke des Lagergutes sich miteinander verzwängen, sich gegen die Wände der Zelle stemmen, so ein geschlossenes Gewölbe bilden und dadurch das Abfließen der höherliegenden Materialien verhindern. Solche Gewölbe sind manchmal nur mit außerordentlichen Mühen zum Einsturz zu bringen; sie bedeuten eine außerordentlich große Gefahr für die Bedienungsmannschaft. Besonders eignen sich zur Bildung solcher Gewölbe die Füllungen mit Erzen, Kalksteinen, Kalisalzen, tonhaltigen Erden und auch groben Kohlen. Gute Zinkenverschlüsse sind da nötig, sie erleichtern das Lockern solcher Brücken, am Auslauf der Taschen.

### Schlußbemerkung.

Neben Band I und II dieses Werkchens enthält auch Band III desselben (Fabrikbauten) noch für Lagerhausbauten Wissenswertes, weil Fabriken und Lagerhäuser sich in manchem ähneln.





# Register.

- Altertum 10.  
Anstrich 32.  
Arbeitsgang 24.  
— in gemischten Speichern 102.  
Architektur 29.  
Aufzüge 134.  
— mit:  
  Fahrkörben 134.  
  Transmission 134.  
  hydraulisch 136.  
  Hebplatten 136.  
  Seilauzüge einfach 137.  
Ausbau 34.  
Äußere Erscheinung der Gebäude 29.  
Bänder 134.  
Baumaterial 35.  
Baustil 29.  
Baustoffe 31.  
Becherwerke 133.  
Begriffe: Lagerhaus und Speicher 7.  
Belastungen 21.  
Belastungen der Schächte 90.  
Berieselung 126.  
Betriebsart 22 und 129.  
Bodenpreis 55.  
Brandmauern 35.  
Deckenkonstruktionen 37.  
— aus:  
  Holz 37.  
  Holz und Eisen 37.  
  Eisen und Stein 37.  
  Eisenbeton 37.  
  Eisenbeton und Holz 38.  
Eigenbau 17.  
Eigenschaften des Lagergutes 21.  
Einfriedigung 28.  
Einzelform der baulichen Anlage 39.  
Eisenbetonschächte 92.  
Eisenspeicher 94.  
Elevatoren 133.  
Entwässerung 29.  
Erzlager 53.  
Fallröhren 81.  
Fallschächte 137.  
Flachbauten 19. 54.  
— größere 59.  
— kleinere 76.  
— ohne Keller 56.  
— mit Keller 63.  
Flachspeicher 8.  
— mit Rieselböden 83.  
Form der Gebäude 29.  
Fruchtspeicher 77—102. 108. 110.  
— in Eisenbeton u. Holzbalken 111.  
Gemischte Bauart 56.  
Gemischte Speicher 9. 97. 98.  
Gesamtanlage 24.  
Geschichtliches 10.  
Gildenhäuser 13.  
Gleisanlage 40. 44. 130.  
Größe der Anlage 20.  
Gruben, offen 51.  
— überbaut 52.  
Grünfutter-Silo 121.  
Gruppenbauten 70.  
Güterböden 56.  
Hallenform 58—61.  
Hamburger Bauten 7.  
— Mietpreise 73.  
Hängebahnen 131.  
Hanszeit 12.  
Hebezeuge 40. 45.  
Himmelsrichtung 26.  
Hochbauten 54.  
— Lagerhäuser mehrgeschossig eingebaut 67.  
— freistehend 75.  
— verschiedene 75.  
— langfrontig eingebaut 75.  
Höhenlage des Hauptarbeitsbodens 39.  
Holzschächte 90.  
— aus:  
  verschalteten Gerüsten 90.  
  gefalteten Pfosten 90.  
  mit Packwänden 91.  
Innenstützen 61.  
Innere Erscheinung der Gebäude 36.  
Isolierung gegen Geräusch 130.  
Kastenspeicher 8. 81.  
— mit Rieselböden 83.  
Keller 51.  
Kohlenkipper 45.  
Kohlenlager 45. 53.  
Kohlenspeicher 117.  
Kontrolle 111.  
Kosten von Flach- und Hochbauten 56.  
Kraftmieter 129.  
Kraftquellen 129.  
Krane, fest 132.  
— fahrbar 132.  
Ladestraßen 39.  
Ladevorrichtungen, schwimmend 109.  
Lagerart 21.  
Lager für allgemeine Handelszwecke 56.  
Lagerplätze, freie 41.  
Maschinelle Einrichtungen 128.

- Massenverkehr 15.  
 Massive Schächte 92.  
 Miete 17. 73.  
 Mittelalter 10.  
 Moderne Speicher, Arbeitsgang III.  
 Neuere Zeit 15.  
 Oberirdische Bauwerke 54.  
 Oberlicht 33.  
 Öffnungen 30.  
 Paternosterwerke 133.  
 Raumbedarf 20.  
 Räume für:  
 Kontrolle 27.  
 Verwaltung 27.  
 Arbeiter 27.  
 Lagerzwecke 27.  
 Kraftbedarf 28.  
 Vermietung 28.  
 gefährliche Stoffe 28.  
 Tiere u. Fahrzeuge 28.  
 Behälter u. Gefäße 28.  
 Reinigung 139.  
 Rieselböden 8. 77. 83.  
 Rollbahnen 138.  
 Rutschen 137.  
 Salze-Speicher 63. 127.  
 Sandsilo 120.  
 Sauganlagen 108.  
 Saugwerke 133.  
 Schächte (Silo) 15. 77.  
 86. 87.  
 — Allgemeines 86.  
 — Vorteile der verschied.  
 Baumaterialien 88.  
 — Platzersparnis 88.
- Schächte, Grundform 88.  
 — Dauerfestigkeit 88.  
 — Haltbarkeit der Lagergüter 88.  
 — Bauzeit 88.  
 — Isolierfähigkeit 88.  
 — Schutz 88.  
 — Freiaufstellung 88.  
 Schächte (Silo):  
 — Abmessungen 88.  
 — Eigengewicht 88.  
 — Gleitfähigkeit 88.  
 — Entleerung 89.  
 — Notleiter 89.  
 — Trockenvorrichtung 89.  
 Schächte aus Beton- und Formkörpern 96.  
 Schachtkonstruktionen 90.  
 Schachtspeicher 9. 92. 93.  
 94. 95. 96. 98.  
 — für grobkörnige Stoffe:  
 Kohlen, Abfälle 116.  
 — für Erze, Steine 120.  
 — für feinkörnige Stoffe:  
 Zement, Sand 118.  
 Schnecken 132. 134.  
 Schütthöhe 84.  
 Seitenlicht 33.  
 Selbstentzündung 79. 125 f.  
 Speicher aller Art für rieselfähige, körnige Stoffe 77. 102.  
 — Lagerart:  
 Sacklagerung 77.  
 Flachlagerung 77.  
 Kastenlagerung 77.
- Speicher, Kastenlagerung auf Rieselböden 77.  
 — Lagerung in Schächten 77.  
 — — auf gemischte Art 77.  
 — — Vorteile und Nachteile 78.  
 Stellung der Bauten 25.  
 Stockzahl und Stockhöhe 36.  
 Tageslicht 32.  
 Tauschverkehr 11.  
 Trageböden 125.  
 Transportbänder 131.  
 Transportkosten 56.  
 Transportvorrichtungen 130.  
 Transportwege 25.  
 Treppen III.  
 Tunnels 41.  
 Umsatzvorrichtungen 140.  
 Unterirdische Bauwerke 50.  
 Verladetaschen 122.  
 Verschlüsse 140.  
 Versicherungsprämie 110.  
 Verwiegung 40. 139.  
 Vorteile der verschiedenen Bauarten 128.  
 Wasserbeschaffung 29.  
 Wirtschaftliche Erwägungen 8.  
 Zementsilo 119.  
 Zollverkehr 20.



Biblioteka Politechniki Krakow



I-301292



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000297971