

machen sich später Fehler des Entwurfes und der Ausführung auf diesem Gebiet höchst unangenehm und produktionsverteuernd bemerkbar.

Auf jeden Fall muß eine einseitige Behandlung des Bauprojektes vermieden werden. Nur durch gegenseitigen Austausch der den Plänen zugrunde gelegten Gedanken und durch sorgfältiges Abstimmen aller Forderungen wird eine vollkommene Fabrikanlage geschaffen.

II. Planung.

1. Wahl des Standortes und des Grundstückes für die Neuanlage von Fabriken.

Die Standortslehre. — Gruppierung der für die Auswahl maßgebenden Faktoren: 1. Rohstoffversorgung und Abtransport der Fabrikate; 2. Arbeiterverhältnisse; 3. Rechtliche und kommunalpolitische Rücksichten; 4. Bautechnische Gesichtspunkte; 5. Energieversorgung.

Der Entwurf einer vollständig neuen Fabrikanlage ist nur in seltenen Fällen die Aufgabe des Fabrikbauers. Meist wird seine Arbeit in dem Ausbau und der Erweiterung vorhandener Werke bestehen. Aber auch für diese Tätigkeit ist eine Kenntnis der Anforderungen, die bei der Ausführung einer Neuanlage zu erfüllen sind, von Nutzen; denn nur allzu leicht verblassen im täglichen Gleichmaß der Arbeit die großen Gesichtspunkte, die die Leitlinien des Schaffens bilden sollten. Darum ist es notwendig, sich immer wieder vor Augen zu führen, welche Gedanken denjenigen geleitet haben, der die Anfänge der Werksanlage geschaffen hat, oder welche Richtlinien Geltung haben würden, wenn das Werk heute neu aufgebaut werden würde.

Die Auswahl des Standortes und des Baugrundstückes muß der eigentlichen Planung der Fabrikanlage voraufgehen. Nicht immer werden hierfür rein sachliche Erwägungen ausschlaggebend sein. Besonders die Wahl des Standortes wird oft nach mehr oder weniger subjektiven Gesichtspunkten erfolgen. Dessenungeachtet ist die Erkenntnis wichtig, daß auch diese Aufgabe einer durchaus sachlichen Lösung zugänglich ist. Dies hat wohl erstmalig v. Thünen erkannt, der schon vor mehr als 100 Jahren die Wirkungen untersucht hat, die die Entfernung vom Marke bei gegebenen Erzeugungskosten und Preisen der Produkte auf die Produktion ausüben muß. Wenn sich die erwähnte Arbeit auch nur auf landwirtschaftliche Gütererzeugung erstreckt, so ist ihr fundamentaler Charakter für die gesamte Standortslehre doch unbestritten. Für die Industrie hat A. Weber¹ die gleichen Überlegungen angestellt und folgende entscheidenden Gruppierungstendenzen gekennzeichnet:

1. Rohstofforientierte Industrien, die wegen der hohen Transportkosten an die Gewinnungstätten gebunden sind.
2. Absatzorientierte Industrien, die an Plätze gebunden sind, wo ihre Produkte leicht auf den Markt gebracht werden können, z. B. in Großstädten und an Hafenplätzen.
3. Arbeitsorientierte Industrien, bei denen die menschliche Arbeit eine besondere Rolle spielt und die an die Arbeitsmärkte der Großstädte gebunden sind.
4. Traditionsorientierte Industrien, die sich an Orten halten oder ansiedeln, deren Produktion einen besonderen Namen hat.

Hierzu kommen in neuerer Zeit noch

5. Energieorientierte Industrien, bei denen die Versorgung mit billiger Energie eine ausschlaggebende Rolle spielt (z. B. Aluminiumwerke, Stickstoffwerke).

Natürlich können auch mehrere dieser Faktoren zusammenwirken, besonders bei größeren Unternehmungen, deren Fabrikationsprogramm verschiedenartige Produkte umfaßt.

Ähnliche Tendenzen, wie sie vorstehend skizziert sind, haben auch für die Wahl eines Grundstückes innerhalb der in Frage kommenden Standorte bei der Neuanlage einer Fabrik Geltung. Hier sind aber noch weitere Faktoren wirksam, so daß man für diesen speziellen Zweck folgende Gruppierung vornehmen kann, die teils nach den Weberschen Grundsätzen, teils nach bautechnischen Gesichtspunkten aufgestellt ist:

¹ Weber, A.: Über den Standort der Industrie, Teil I, und Die Standortsfrage und die Handelspolitik im Arch. für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik Bd. 32. Für die Gruppen 1 und 2 hat Launhardt in Z. VDI. 1882 eine mathematische Lösung der Standortsfrage angegeben.

1. Rohstoffversorgung und Abtransport der Fabrikate. Gewisse Fabrikanlagen sind unmittelbar oder doch in sehr engen Grenzen an den Gewinnungsort der Rohstoffe gebunden, z. B. Zechen, Kokereien und andere bergmännische Betriebe. Wenn derartige Bindungen nicht bestehen, so muß die Transportmöglichkeit für Rohstoffe und Fabrikate sorgfältig geprüft werden. Es kommen in Frage:

- a) Gleisanschluß für Eisenbahntransport,
- b) Wasseranschluß für Schiffs- und Kahntransport,
- c) Straßenanschluß für Fuhrwerke und Lastkraftwagen.

Je nach dem Charakter der Fabrikation kann eine oder die andere Transportmöglichkeit von Bedeutung sein, wenn nicht sogar alle Transportwege notwendig sind. Eine Norm läßt sich hierfür nicht aufstellen, zumal die im Wettbewerb wechselnde Tarifbildung eine Festlegung des Transportweges auf lange Sicht erschwert. Am günstigsten ist daher immer ein Grundstück, das Anschluß an alle drei Transportwege hat.

2. Arbeiterverhältnisse. Wenn eine Industrie bestimmte qualitative Ansprüche an ihren Arbeiterstamm stellt, so ist die Wahl des Standortes und unter Umständen auch die des Grundstückes hierdurch beschränkt. Bei guter Konjunktur wird ein Werk, das weit außerhalb einer Großstadt liegt, aber auf deren Arbeiterbevölkerung angewiesen ist, erhebliche Schwierigkeiten in der Arbeiterheranziehung zu überwinden haben. In Mittel- und Kleinstädten sowie in ländlichen Bezirken kann aber schon allein die quantitative Seite der Arbeiterfrage von ausschlaggebender Bedeutung sein. Daher sind rechtzeitig sorgfältige Untersuchungen über den vorläufigen und den späteren Arbeiterbedarf, getrennt für beide Geschlechter, anzustellen; ferner sind auch die Konjunkturverhältnisse und Aussichten der übrigen im Bezirk tätigen Industrien zu studieren, da Veränderungen in dieser Hinsicht die besten Berechnungen illusorisch machen können. In solchen Fällen muß man dann später mit einer erheblichen Lohnsteigerung oder mit der Heranziehung auswärtiger Arbeitskräfte rechnen, was wieder mit großen zusätzlichen Kosten für Wohnungsbereitstellungen in irgendeiner Form verbunden ist.

3. Rechtliche und kommunalpolitische Rücksichten. Selbstverständlich ist wohl die Forderung, daß vor der Wahl eines Grundstückes die voraussichtlichen steuerlichen und sonstigen öffentlichen Belastungen geprüft werden. Hierzu gehört auch ein gründliches Studium des Grundbuches und der Grundakten, womit immer ein juristischer Sachverständiger betraut werden sollte. Besondere Beachtung verdienen etwaige wertmindernde Eintragungen in der zweiten Abteilung des Grundbuches, z. B. Baubeschränkungen, Wegegerechtsame usw. Beim Katasteramt und beim Vermessungsamt muß die tatsächliche Lage der Grenzen, Bau- und Straßenfluchten festgestellt werden.

Einen Anreiz für die Wahl eines bestimmten Standortes bilden mitunter Angebote der Gemeinden oder der Großkraftwerke usw. auf kostenlose oder verbilligte Überlassung eines Grundstückes. In solchem Fall muß mit verdoppelter Vorsicht untersucht werden, ob die sonstigen Vorbedingungen für die Wahl des Standortes gegeben sind.

Wenn das in Aussicht genommene Grundstück Wasseranschluß besitzt, so sind auch die Eigentumsverhältnisse des Wasserlaufes zu prüfen. Wasserläufe erster Ordnung z. B. gehören dem Reich, solche zweiter und dritter Ordnung meistens den Anliegern. Über die Zugehörigkeit zu einer der drei Klassen gibt eine Anlage des Wassergesetzes bzw. ein vom Oberpräsidenten der betreffenden Provinz angelegtes Verzeichnis Aufschluß. Zu beachten ist, daß die Benutzung von Wasserläufen an die Verleihung besonderer Rechte durch die zuständige Behörde geknüpft ist. Dies gilt ebenso für den Eigentümer eines Wasserlaufes wie für fremde Anlieger. Durch Verleihung können an Wasserläufen folgende Rechte erworben werden:

- a) das Wasser des Wasserlaufes zu gebrauchen und zu verbrauchen, namentlich auch das Wasser oberirdisch oder unterirdisch abzuleiten,
- b) Häfen und Stichkanäle anzulegen,
- c) Anlegestellen mit baulichen Vorrichtungen von größerer Bedeutung herzustellen.

Durch Verleihung kann nur ein Recht am Wasserlauf, d. h. am Wasser selbst und am Flußbett bis zur Uferlinie erworben werden, dagegen kein Eingriffsrecht in fremde Ufergrundstücke. Die Verleihung kann dauernd oder auf Zeit erteilt werden.

4. Bautechnische Gesichtspunkte. Ausschlaggebende Bedeutung für die Wahl des Grundstückes sollte der Beschaffenheit des Baugrundes zuerkannt werden. Zur allgemeinen Orientierung genügt mitunter schon eine Fühlungnahme mit der zuständigen Baupolizeibehörde;

diese wird meistens ungefähre Angaben über die Bodenformation der in Frage kommenden Gegend machen können. Unter Umständen ist es auch möglich, die notwendigen Informationen von einer geologischen Landesanstalt einzuholen. Auch Auskünfte der Nachbarn können aufschlußreich sein.

Besteht für ein Grundstück mit zweifelhaftem Baugrund aus anderweitigen Erwägungen ernsthaftes Interesse, so sollten vor Abschluß des Kaufvertrages einige Probebohrungen ausgeführt werden. Nach dem Ausfall dieser Untersuchung ist — unter Heranziehung eines sachkundigen Bauingenieurs — zu prüfen, welche Gründungsarten für den festgestellten Bodencharakter zweckmäßig sind; danach sind die Kosten für die künstliche Gründung der geplanten Fabrikanlage zu ermitteln. In dieser Beziehung muß eindringlich vor einem falschen Optimismus gewarnt werden, denn in den meisten Fällen stellt sich bei der Bauausführung heraus, daß man die unangenehmen Eigenschaften des schlechten Baugrundes noch unterschätzt hat. Fehlschlüsse



Abb. 1.

Abb. 1 u. 2. Die Einführung des Anschlussgleises für das rechteckig geschnittene Grundstück erfordert eine Drehscheibe, bei dem schiefwinkligen Grundstück wird das Anschlussgleis direkt eingeführt.



Abb. 2.

Auch die Form des Grundstückes ist nicht ohne Bedeutung. Ein nahezu rechteckig geschnittenes Grundstück läßt sich übersichtlicher bebauen, als ein schiefwinkliges, dreieckiges oder dgl. Damit soll nicht gesagt sein, daß ein solches Grundstück unter allen Umständen zu verwerfen ist; denn in manchen Fällen lassen sich auch solche Flächen geschickt aufteilen. Zu den Zufahrtsstraßen und Zustellungsgleisen braucht das Grundstück nicht unbedingt rechteckig zu liegen. Hier kann mitunter sogar eine schiefwinklige Lage günstig sein, da diese z. B. die Einführung und Verteilung der Gleise begünstigt (s. Abb. 1 und 2).

Ein ebenes Grundstück verdient in den meisten Fällen den Vorzug. Es sei nur an die Bewältigung der Transporte innerhalb des Werkes, an die Verlegung von Dampfleitungen, Gasleitungen usw. erinnert. Doch auch hier gilt der Satz: „Keine Regel ohne Ausnahme.“



Abb. 3. Ausnutzung von Höhenunterschieden für Transportzwecke.

Die Abb. 3 zeigt an dem Beispiel eines Kesselhauses, wie ein hügeliges Gelände für die Anfuhr der Rohstoffe nutzbar gemacht werden kann.

Die Frage der Wasserbeschaffung und Abwasserbeseitigung kann für die Wahl des

Grundstückes ebenfalls von großer Wichtigkeit sein. Manche Industrien benötigen große Mengen reinen Wassers, wie es nur in Gebirgsgegenden oder an Wasserläufen oberhalb einer Großstadt zur Verfügung steht. Desgleichen kann die Abwasserabführung in manchen Fällen auf große Schwierigkeiten stoßen.

Die Nachbarschaft des Grundstückes muß darauf untersucht werden, ob sie Belästigungen des eignen Betriebes durch Geräusche, Erschütterungen, Gerüche, Staub, Rauch oder dgl. mit sich bringt, oder ob sie gegen derartige Belästigungen, die etwa von dem eignen Betrieb ausgehen, empfindlich ist. Wenn auch die Technik in stetem Fortschritt die Bekämpfung solcher Übelstände ermöglicht, so ist doch nicht zu vergessen, daß eine gründliche Beseitigung der Mißstände meistens recht teuer ist. Es ist auch damit zu rechnen, daß im Laufe der Zeiten die gewerbehygienischen Anforderungen auch für solche Anlagen verschärft werden dürften, die nicht in unmittelbarer Nähe von Wohnbezirken liegen. Abgase, Gerüche, Staub und Rauch machen sich oft auch noch in großen Entfernungen von der Fabrikationsstätte unangenehm bemerkbar. Wenn derartige Belästigungen zu befürchten sind, so ist bei der Wahl des Grundstückes die vorherrschende Windrichtung zu studieren. Das Grundstück ist danach möglichst so zu wählen, daß bei dem vorherrschenden Winde Abgase, Staub usw. von der empfindlichen Nachbarschaft bzw. vom eignen Werk ferngehalten werden.

In besonderem Maße kommen Rücksichten auf die Nachbarschaft bei explosions- und feuergefährlichen Betrieben in Frage. Hierfür bestehen meist besondere behördliche Vorschriften.

5. Energieversorgung. Nicht zuletzt sprechen für oder gegen die Wahl eines Standortes und im besonderen eines Grundstückes technische und wirtschaftliche Rücksichten auf die Energieversorgung. Die Eigenerzeugung der in irgendeiner Form benötigten Energie ist nicht immer wirtschaftlich; auch kann eine Beschränkung des zur Verfügung stehenden Anlagekapitals die Errichtung einer an sich wirtschaftlichen Eigenerzeugungsanlage verbieten. Entsprechend dem Charakter der in Frage kommenden Fabrikation ist daher die Möglichkeit einer billigen Versorgung mit Elektrizität, Gas, Wärme in Form von Dampf oder Warmwasser, Kraft usw. zu prüfen.

Auch bei der Errichtung einer Eigenerzeugungsanlage bedarf deren Versorgung mit Rohstoffen, z. B. Kohle, Treiböl usw., einer sorgfältigen Untersuchung.

Hiermit schließt sich der Kreis der Betrachtungen über die Wahl des Standortes und des Grundstückes, da die Frage der Brennstoffversorgung auch in der Gruppe „Rohstoffversorgung“ behandelt wird.

2. Vorbereitende Arbeiten für die Planung.

Vermessung der Baustelle. — Baugrunduntersuchung. — Bodenarten.

Nach dem Erwerb des Grundstückes müssen alsbald genaue Lagepläne und Höhenpläne angefertigt werden. Hiermit ist am besten ein vereidigter Landmesser zu betrauen. Zur Aufgabe des Landmessers gehört es, die richtige Lage der Grenzen, Baufluchten, Straßenfluchten usw. auf dem Katasteramt festzustellen und an Ort und Stelle durch Grenzsteine zu markieren. Gewisse Schwierigkeiten macht die Festlegung der Grenzen an Wasserläufen. Vorhandene Uferbefestigungen werden mitunter über die festgelegte Grenze hinüberbauen, wie es bei der gewundenen Form der Wasserläufe kaum ganz zu vermeiden ist. In solchen Fällen müssen Verhandlungen mit dem Eigentümer des Wasserlaufes über den Erwerb der Wasserfläche eingeleitet werden. Für spätere Projektierungsarbeiten ist die Feststellung der Wasserstandsordinaten des Wasserlaufes wichtig. Hierfür sind in die Pläne folgende Angaben einzutragen:

niedrigstes	Niedrigwasser = NNW	Hochwasser = HW
	Niedrigwasser = NW	höchstes Hochwasser = HHW
	Mittelwasser = MW	

Wie erwähnt, soll dem Landmesser auch die Anfertigung eines Höhenplanes übertragen werden. Das Grundstück ist zu diesem Zweck in Quadrate von 10 bis 20 m Seitenlänge einzuteilen. In jedes Quadrat ist die zugehörige Geländeordinate einzutragen. Auch die Fußbodenordinaten der Erdgeschosse etwa vorhandener Baulichkeiten, die Oberkanten der Anschlußgleise, die Ordinaten der umgebenden Straßen usw. müssen aus dem Höhenplan hervorgehen. Wenn die anliegenden Straßen kanalisiert sind, sollen auch die Ordinaten der Kanalsohlen (gemessen in den Revisionsschächten) festgelegt werden. Zweckmäßig ist es ferner, für die Kanalisation Angaben über Lichtweiten, vorhandene Abzweigstutzen usw. einzutragen. Die erforderlichen Angaben macht meistens das zuständige Tiefbauamt. Hier ist unter Umständen auch die Aufnahmefähigkeit der Hauptleitungen festzustellen.

An Hand des vom entwerfenden Ingenieur angefertigten Gleisplanes soll der Landmesser ferner das Zustellungsgleis und die gesamte Gleisanlage unter Berücksichtigung der Geländeaufnahmen und unter Beachtung der einschlägigen Vorschriften projektieren und evtl. abstecken. Mitunter stellt sich erst hierbei heraus, daß für das Anschlußgleis noch ein zusätzlicher Geländeerwerb notwendig ist.

Gleichzeitig mit der Aufnahme des Geländes muß die Untersuchung des Baugrundes eingeleitet werden. Bei der Festlegung der Bohrstellen soll man nicht allzu sparsam vorgehen; es können sich nämlich mitten im guten Baugrund mehr oder weniger große Stellen schlechten Baugrundes, sogenannte Kolke, vorfinden. Auch kommt es häufig vor, daß ein Teil des Grundstückes guten, tragfähigen Boden, der andere Teil schlechten Baugrund besitzt. Mit der Ausführung von Probebohrungen sind am besten unabhängige Bohrmeister oder Brunnenbaufirmen zu beauftragen; Tiefbaufirmen, die technisch ebensogut zur Ausführung der Arbeiten geeignet sind, werden unter Umständen dazu neigen, den Baugrund ungünstiger zu beurteilen, als er tatsächlich ist. Hier sei nochmals auf die Notwendigkeit verwiesen, rechtzeitig einen fachkundigen Bauingenieur zu Rate zu ziehen. Die hierdurch entstehenden Aufwendungen stehen in keinem

Verhältnis zu den Einsparungen, die durch objektive Beurteilung des Baugrundes und durch zweckentsprechende Wahl der Gründung erzielt werden können.

Die Lage der fortlaufend bezeichneten Bohrlöcher ist in einen Lageplan einzutragen; hierzu ist eine tabellarische Zusammenstellung der Bohrerergebnisse anzufertigen, aus der Mächtigkeit und Art der einzelnen Erdschichten, die Ordinate des Grundwasserspiegels usw. hervorgehen. Weisen die einzelnen Bohrlöcher starke Abweichungen in der Mächtigkeit und Beschaffenheit der Schichten auf, so wird zur besseren Übersicht eine graphische Darstellung entsprechend Abb. 4 anzufertigen sein.

Es sei darauf hingewiesen, daß es nicht genügt, die Probebohrung bis zur ersten Schicht guten Baugrundes zu treiben. Vielmehr sollten wenigstens einige Bohrlöcher diese Schicht durch-

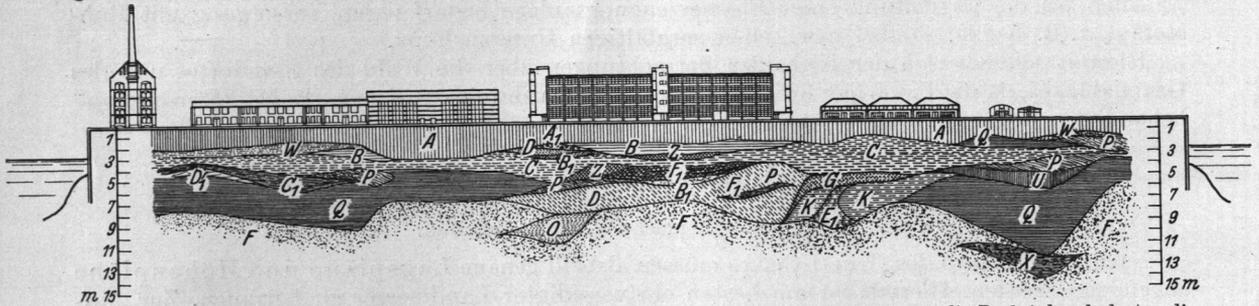


Abb. 4. Schichtenplan (der Höhenmaßstab der Bodenschichten ist der Deutlichkeit halber verzerrt; die Buchstaben bedeuten die Bodenschichten).

dringen, um ihre Mächtigkeit festzustellen. Es kommt besonders in der norddeutschen Tiefebene oft vor, daß die erste Schicht guten Bodens nur dünn ist und daß darunter wieder schlechter Baugrund in mehreren Metern Stärke liegt. Die im vorigen Abschnitt angeregte Fühlungnahme mit der Baupolizei oder geologischen Landesanstalt ist auch für die Entscheidung wertvoll, bis zu welcher Tiefe gebohrt werden muß.

Im allgemeinen kommen folgende Bodenarten vor: Felsboden, Sand bzw. Kies, Ton, Lehm, Abschlamm- und Faulschlamm bzw. Moor (Torf), ferner in bestimmten Gebieten Braunkohle bzw. Steinkohle.

Unter Fels sind zusammenhängende Gesteine zu verstehen, die den besten Baugrund darstellen, vorausgesetzt, daß sie sich in genügender Stärke vorfinden und waagrecht geschichtet sind. Nach Brennecke-Lohmeyer¹ soll die Mindeststärke 3 m betragen. Die Fundamente eines Bauwerkes sind nur auf unverwittertem, sogenanntem gewachsenen Felsen anzulegen, d. h. Gesteinsverwitterungen und Ablagerungen sind vorher zu entfernen. Die Oberfläche muß waagrecht sein oder ist waagrecht abzustufen, um das Bauwerk vor Rutschungen zu sichern. Besondere Vorsicht ist geboten, wenn Wasseradern vorhanden sind. Bei manchen Gesteinen werden hierdurch die Hohlräume leicht weiter ausgewaschen, so daß mit Einbrüchen gerechnet werden muß.

Für die Beurteilung von Sand und Kies hat der Normenausschuß der deutschen Industrie in Zusammenarbeit mit der Preussischen Geologischen Landesanstalt die in Zahlentafel 1 angeführten Werte festgelegt. Mittel- und Grobsand sind guter Baugrund, wenn sie festgelagert sind und nicht durch strömendes Wasser in ihrer Lagerung beeinträchtigt werden. Das gleiche gilt auch von Kies, der als sehr guter Baugrund zu bezeichnen ist. Die Mächtigkeit der Sand- und Kies-

Zahlentafel 1.

von 0,06	bis 0,06 mm	Körnung:	Staubsand,
von 0,088	„ 0,088 mm	Körnung:	Mehlsand,
von 0,2	„ 0,2 mm	Körnung:	Feinsand,
von 0,6	„ 0,6 mm	Körnung:	Mittelsand,
von 2,0	„ 2,0 mm	Körnung:	Grobsand,
von 5,0	„ 5,0 mm	Körnung:	Feinkies,
von 15,0	„ 15,0 mm	Körnung:	Mittelkies,
von 30,0	„ 30,0 mm	Körnung:	Grobkies,
	„ 70,0 mm und darüber:		Schotter.

schichten soll mindestens 3 m betragen. Häufig enthalten Sand und Kies tonige, lehmige oder mergelige Verunreinigungen oder sind durch Ton- oder Lehmschichten unterbrochen. In beiden Fällen wird die Tragfähigkeit des Bodens stark gemindert, unter Umständen sogar ganz in Frage gestellt, besonders wenn die Ton- oder Lehmschichten geneigt sind und somit Rutschflächen

¹ Brennecke-Lohmeyer: Der Grundbau 4. Aufl. Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn.

bilden. Bei Sand, der im Grundwasser liegt, bewirken Erschütterungen eine Lockerung des Gefüges. Feinsand ist nur bedingt als guter Baugrund anzusprechen; er kann nur dann zur Lastenaufnahme herangezogen werden, wenn Erschütterungen oder Änderungen des Gefüges nicht zu befürchten sind. Feinsand wird auch vielfach als Fließ-, Trieb- oder Schwemmsand bezeichnet, auch wenn er mit Ton vermischt ist. Liegt Feinsand im Grundwasser, so besteht bei einseitiger Entlastung des Bodens die Gefahr des Fließens. Dies ist vor allem zu befürchten, wenn in der Nähe vorhandener Bauwerke Tiefbauarbeiten ausgeführt werden, bei denen die Sohle der Baugrube tiefer liegt als die Fundamente dieser Bauwerke. Eine Sicherung gegen Fließen bilden Spundwände aus Holz oder Eisen in entsprechender Ausdehnung. Bei Sand und Kies ist auch die Frage der Wasserhaltung sehr wichtig, damit nicht mit dem Wasser feine Sandteilchen abgesaugt werden. Bei Feinsand ist es daher meist vorteilhaft, an Stelle einer offenen Wasserhaltung eine Grundwassersenkung mittels gleichmäßig verteilter Brunnen anzuwenden.

Ton kommt in verschiedenen Abarten vor. Werden die kolloidalen Bestandteile des Tones durch Zutritt von Kalk ausgeschieden, so wird der Ton mager, d. h. er verwandelt sich in Mergel. Je nach der Art des Tones ist auch seine Wasseraufnahmefähigkeit verschieden. Die Wasseraufnahme kann so groß sein, daß der Ton zähflüssig wird bzw. zerfließt. Durch Erschütterungen wird das Zerfließen begünstigt. Sind die Schichten geneigt, so treten bei einer entsprechenden Durchfeuchtung des Tones Rutschungen ein. Ton ist im feuchten Zustande als unsicherer Baugrund anzusprechen, obwohl er für kurze Zeit stark belastet werden kann. Bauwerke, die auf solchem Boden stehen, kommen fast nie zur Ruhe, da der Ton langsam aber beständig nachgibt. Nach Brennecke-Lohmeyer ist der Tonboden als brauchbarer Baugrund anzusehen, wenn der Wassergehalt nicht zu groß ist, so daß der Ton nicht weich und nachgiebig, sondern steif und leidlich fest ist; außerdem muß weiterer Wasserzutritt ausgeschlossen sein. Ferner soll die Schicht 3 bis 4 m mächtig und die Belastung ganz gleichmäßig sein, damit ungleiche Senkungen vermieden werden. Trotzdem ist mit lange dauernden, erheblichen Setzungen zu rechnen. Durch die Elastizität des Tonbodens treten häufig Schwierigkeiten beim Einrammen von Pfählen in Gruppen auf, besonders wenn sich eine Pfahlgruppe in einer durch eine Spundwand abgeschlossenen Baugrube befindet. Bei Rammschlägen in rascher Folge setzt der Boden dem Pfahl erhebliche Widerstände entgegen, so daß der Pfahl schließlich nicht mehr zieht. Erst nach einer Unterbrechung zieht der Pfahl wieder, nachdem eine Entspannung des Bodens stattgefunden hat. Bei Pfahlgruppen werden die äußeren Pfähle und gegebenenfalls die Spundwände nach außen gedrückt. Der Boden kann in solchen Fällen auch nach oben ausweichen und sowohl den zu rammen Pfahl als auch die schon gerammten Pfähle in die Höhe drücken.

Lehmboden ist ein Gemisch aus Ton und Sand. Je nach der Menge des Sandes unterscheidet man mehr oder weniger lehm- bzw. tonhaltigen Sand oder mehr oder weniger sandhaltigen Lehm bzw. Ton. Lehm kann als mittelmäßiger Baugrund angesehen werden, dessen Tragfähigkeit entsprechend seiner Zusammensetzung verschieden ist. Sandiger Lehm kann eine gute Tragfähigkeit besitzen, ist aber im Wasser noch löslicher als reiner Ton; die Löslichkeit nimmt mit der Höhe des Sandgehaltes zu. Durch reine Sandschichten wird dem Wasser der Zutritt erleichtert; sie stellen deshalb eine besondere Gefahr für das Auflösen des Lehmes dar.

Ein guter Baugrund ist auch der sogenannte Geschiebemergel, der als ein Produkt der Gletscherzeit anzusehen ist. Gesteinsbrei, den das Eis auf seiner Wanderung von Norden her in sich hineingeknetet hatte, blieb im unvermischten Zustande liegen. Sand, Ton, größere Steine und Steinchen wurden also nicht durch das Schmelzwasser in groben und feinen Sand, in Kies und Ton zerlegt, sondern blieben ein kalkig-tonig-sandiger Teig, hier und dort von größeren Steinen durchsetzt. Stellenweise liegen über dem Geschiebemergel Sand-, Kies- oder Geröllaufschüttungen. Häufig finden sich auch zwei verschiedene Schichten Geschiebemergel vor, die aus zwei verschiedenen Vereisungen stammen. Im unverwitterten Zustande ist der Geschiebemergel durch einen Gehalt an kalkigem Sand und Kalkgeschieben ausgezeichnet. Im verwitterten Zustande dagegen ist der Kalk herausgelöst und durch die Tagewässer fortgeführt. Hierdurch entsteht die Geschiebelehmzone, die den Geschiebemergel fast immer an der Oberfläche begleitet. Je nach dem Grad der Verwitterung reicht diese verschieden tief.

Abschlammmasse ist die Ablagerung der nach und nach eingestürzten Steilränder von zum Teil sehr tiefen Wasserläufen, die sich das Schmelzwasser der Gletscher geschaffen hat. Die Abschlammmasse ist als geringwertiger Baugrund anzusprechen; künstliche Gründungen, die öfters recht tief geführt werden müssen, sind bei schweren Bauwerken meistens notwendig.

Faulschlamm und Moor (Torf) haben sich durch Zersetzung von verschiedenen organischen Substanzen gebildet und kommen als Baugrund in gar keinem Falle in Frage; künstliche Gründungen, die öfters ebenfalls recht tief geführt werden müssen, sind hierbei unvermeidlich.

Mutterboden und aufgeschütteter Boden gelten ebenfalls als schlechter Baugrund. Bei der Errichtung von Bauwerken muß man auch hier mit einer künstlichen Gründung bis auf den tragfähigen Boden gehen.

Wenn aus den Ergebnissen der Probebohrungen keine einwandfreien Schlüsse auf die angetroffenen Bodenarten gezogen werden können und demzufolge auch deren Tragfähigkeit zweifelhaft ist, so ist dringend anzuraten, einen anerkannten Geologen hinzuzuziehen oder ein Gutachten einer Geologischen Landesanstalt einzufordern. In derartigen Fällen müssen häufig Probelastungen des Baugrundes durchgeführt werden. Aber auch bei richtiger Erkenntnis der einzelnen Schichten ist mit gewissen Abweichungen in der Tragfähigkeit und in der zulässigen Belastung sonst scheinbar gleicher Bodenarten zu rechnen. Besonders bestehen noch keine einwandfreien Angaben über das Verhältnis von zulässiger Bodenbeanspruchung zur Tragfähigkeit. Nach Brennecke-Lohmeyer ist bei festgelagerten Sand- und Kiesschichten die zulässige Beanspruchung mit etwa $\frac{1}{3}$ und bei Ton- und Lehmboden mit etwa $\frac{1}{4}$ der Tragfähigkeit anzunehmen. Alle Werte, die von allgemeiner Bedeutung sein sollen, müssen daher vorsichtig angegeben werden (siehe Zahlentafel 2). Neuerdings werden auch wissenschaftliche Untersuchungen, besonders von der Deutschen Gesellschaft für Bodenmechanik angestellt, um das Verhalten des Baugrundes bei dynamischer Beanspruchung aufzuklären. Die Versuche, die wegen der Verschiedenartigkeit des Bodens sehr langwierig sind, haben jedoch noch keine für die Praxis brauchbaren Resultate zeitigt¹.

Zahlentafel 2. Zulässige Bodenbeanspruchungen.

I. Nach DIN 1054 (Baustoffe für Hochbauten, Beanspruchungen, Baugrund):	
1. Auffüllungen, alte Schuttablagerungen u. dgl.	0,5 kg/cm ²
2. abgelagerte Sandschüttung	1,0 „
3. mäßig feuchter, fest eingebetteter Sand	1,5 „
4. fester, feinkörniger Sand, festgelagerter trockener Ton, sowie Kies mit Schichten von geringem Sandgehalt.	3,0 „
5. festgelagerter grober Sand, Kies, fester trockener Mergel	4,0 „
6. Fels darf nach Beseitigung der Verwitterungsschicht mit $\frac{1}{3}$ der für das betreffende Gestein festgesetzten Druckspannung (s. DIN 1053) beansprucht werden.	
II. Nach den amtlichen Bestimmungen über die bei Hochbauten anzunehmenden Belastungen und über die zulässigen Beanspruchungen der Baustoffe für das Staatsgebiet Preußen darf guter Baugrund beansprucht werden mit	
	3,0—4,0 „
III. Nach den Vorschriften der preußischen Wasserbauverwaltung:	
7. mäßiger Baugrund, feiner oder unreiner Sand	2,0—3,0 „
8. guter Baugrund, festgelagerter Kies, grober Sand, fester Ton	3,0—5,0 „

Bemerkung: Nach DIN 1054 dürfen bei nicht achsrechter Lastwirkung die Kantenpressungen $\frac{1}{4}$ der zulässigen Bodenbeanspruchungen nicht überschreiten.

Bei tiefliegender Gründungssohle, z. B. bei Pfeiler-, Brunnen- oder Kastengründungen darf die zulässige Beanspruchung um die Pressung erhöht werden, die von den über der Bausohle lagernden Bodenmassen ausgeübt wurde. Eine höhere Beanspruchung als die in der Zahlentafel 2 angegebene ist nur auf Grund von Belastungsversuchen oder ausnahmsweise unter besonderer Begründung zulässig.

Die Feststellung, in welcher Tiefe tragfähiger Boden angetroffen wird, genügt nun keineswegs zur weiteren Bearbeitung der etwa notwendigen künstlichen Gründung. Die Beschaffenheit des Bodens, der von der Gründung durchdrungen wird, interessiert den Bauingenieur in gleichem Maße, denn der Baugrund ist ja — chemisch betrachtet — ein Gemenge der verschiedensten chemischen Verbindungen. Bei der Bauausführung kommen diese chemischen Verbindungen mit dem Baustoff der Gründung in Berührung und gehen mit dessen Bestandteilen wieder neue Verbindungen ein, wenn die Voraussetzungen hierfür gegeben sind. Die mit derartigen chemischen Reaktionen verbundenen Umwandlungen des Baustoffes bzw. seiner Be-

¹ Für den Bauingenieur wertvolle Hinweise über die bei Grundbauten auftretenden geologischen Fragen enthalten die Bücher Ingenieurgeologie von Prof. Dr. Redlich, Dr. v. Terzaghi und Dr. Kampe, Berlin: Julius Springer 1929, und Der Baugrund von Max Singer, Berlin 1932.

Zahlentafel 3. Auf Beton und Mörtel schädlich einwirkende Stoffe des Baugrundes.

Gruppenbezeichnung	Angreifende Stoffe	Chemische Formel	Vorkommen	Bemerkungen	Einwirkung auf Beton
Säuren	Freie Schwefelsäure	H_2SO_4	Im Moor-, Gruben- und Haldenwasser	Entsteht aus Schwefelverbindungen durch Sauerstoffaufnahme	Zersetzen den Mörtel und Beton. Bilden Kalziumaluminiumsulfat (Zementbazillus), welches den Mörtel u. Beton durch Treiben zerstört
	Freier Schwefelwasserstoff	H_2S	Im Moor- u. Grubenwasser, im Kanalisationswasser	geht leicht in Schwefelsäure über und setzt den Kalk des Zementes über Thiosulfat u. Sulfit in Kalziumsulfat (Gips) um	
	Freie schweflige Säure	H_2SO_3	In Rauchgasen		
	Freie aggressive Kohlensäure	CO_2	In vielen natürlichen Wassern, in fast allen Moor- und in vielen Grundwassern (Mineralwasser)	Freie „zugehörige“ Kohlensäure ist unschädlich	Entzieht dem Beton und Mörtel Kalk unter Bildung von wasserlöslichen Kalksalzen
	Freie Humussäure (saurer Humusstoff)	Aufbau noch nicht restlos geklärt	Im Moorboden u. Moorwasser		Einwirkung auf Beton u. Mörtel noch nicht restlos geklärt. Vermindert die Festigkeit bei Seifenbildung
Salze	Sulfate (d.s. Salze der Schwefelsäure) und zwar: Kalziumsulfat oder Gips Magnesiumsulfat oder Bittersalz Natriumsulfat oder Glaubersalz	$CaSO_4$ $MgSO_4$ Na_2SO_4	Im Grundwasser, im Schichtenwasser, im Boden der Bergbaugebiete, im Meerwasser, in den Kohlen-schlacken, in den Ziegelsteinen		Erzeugen im Beton und Mörtel das sog. Gipstreiben und bilden Kalziumaluminiumsulfat (Zementbazillus)
	Sulfide (d. s. Schwefel-metalle bzw. Salze des Schwefelwasserstoffes), z. B. Eisensulfid Eisendisulfid (Pyrit u. Markasit)	FeS und FeS_2	Im Moor- und Schlamm-boden. Ferner in Marsch- kleie, in Kohlen, besonders Braunkohlen und in Kohlen- asche	Oxydieren, wenn z. B. der Grundwasserstand sinkt, durch Luft in Gegenwart von Wasser zu schwefelsauren Salzen (Sulfaten)	Veranlassen Gipstreiben
	Magnesiumchlorid	$MgCl_2$	Im Meerwasser, im Abwasser der Kalifabriken, auch im Grundwasser		Überführt Kalk in wasserlösliches Kalziumchlorid ($CaCl_2$). Ruft Treiben hervor
	Ammonsalze	NH_4 (Säurerest)	Wo organische Substanzen faulen. In Gasanstalten u. Kokereien		Die NH_4 -Gruppe setzt sich an die Stelle des Ca in den Kalkverbindungen und bildet so lösliche Salze, die herausgewaschen werden
Öle	Pflanzliche u. tierische Öle (die schweren Teeröle enthalten Säuren und sind daher auch schädlich)		In Fabrikabwässern und im Fluß- und Grundwasser, die durch Fabrikabwasser verunreinigt sind	Reine Mineralöle (Schmieröle, Zylinderöle, Transformatoröle) sind unschädlich	Die pflanzlichen und tierischen Öle werden durch den Kalk ver-seift. Es bilden sich Kalkseifen, die den Beton zermürben u. zerknagen
Kalk- armes, weiches Wasser		H_2O	Als Regenwasser, als Kondensat		Kalkarme, weiche Wasser sind außerordentlich lösefähig und lösen den Kalk heraus

standteile, äußern sich auch in einer — unerwünschten — Änderung der physikalischen Eigenschaften (Festigkeit, Härte, Raumbeständigkeit usw.) des Baustoffes, wenn nicht sogar in seiner Auflösung. Diejenigen Stoffe im Baugrund, die sich an solchen Reaktionen beteiligen, werden daher als angreifend oder zerstörend bezeichnet. Im Fabrikbau kommt als Baustoff für Gründungen hauptsächlich Beton in Betracht; dieser wird in erster Linie von Säuren und gewissen Salzen, ferner von organischen Ölen und salzarmem Wasser angegriffen. Basen dagegen sind im allgemeinen unschädlich.

Die in Zahlentafel 3 enthaltene Zusammenstellung zeigt diejenigen für Beton schädlichen Stoffe, die hauptsächlich im Baugrund vorkommen.

Baugrund und Grundwasser sind auf Vorhandensein schädlicher Stoffe zu untersuchen; hiermit ist am besten ein Sachverständiger zu betrauen, der an Hand der Untersuchungsergebnisse sofort Vorschläge für geeignete Schutzmaßnahmen, richtige Wahl der Zuschlagstoffe usw., machen kann. Die Untersuchung des Baugrundes durch einen solchen Fachmann soll an Ort und Stelle, nicht nur auf Grund eingesandter Boden- und Wasserproben, erfolgen, da schon das Aussehen des Bodens (Färbung, Kristallausscheidung) und die Vegetation auf der Baustelle aufschlußreich sein können. Auch benachbarte, ältere Bauwerke können dem Kundigen chemische Einwirkungen verraten.

Aus der Zahlentafel 3 geht hervor, daß manche Stoffe erst unter der Einwirkung von Wasser schädlichen Charakter annehmen, wie für die chemische Einwirkung auf den Baustoff überhaupt Voraussetzung ist, daß feste Stoffe, wie Salze usw., in Wasser gelöst sind. In diesem Zusammenhang gebührt daher der Höhe des Grundwasserstandes besondere Aufmerksamkeit. Schwankt dieser, so ist zu erwarten, daß Luft an die Gründungsbauwerke gelangt und z. B. Sulfide in die aggressiven Sulfate verwandelt. Das Schwanken des Grundwasserstandes kann natürliche oder künstliche Ursachen haben; zu den letztgenannten gehört z. B. das Absenken des Grundwasserspiegels zur Ausführung von Bauwerken. Auch bei der Anlage eines Brunnens oder eines Wasserwerkes ist unter Umständen mit einer wesentlichen Absenkung des Wasserspiegels zu rechnen. Solche Maßnahmen wirken sich auch dann noch auf das eigene Grundstück aus, wenn sie in näherer oder weiterer Umgebung ausgeführt werden. Es empfiehlt sich daher, die Untersuchung des Grundwasserstandes und der Grundwasserbeschaffenheit nicht nur einmal, sondern in gewissen Zeitabständen während der Bauausführung vorzunehmen. Hierbei ist darauf zu achten, daß die Proben nicht aus Baugruben entnommen werden, in denen bereits Bauwerke ausgeführt worden sind, da in diesem Fall das Baugrubenwasser chemisch verändert sein kann.

Besondere Vorsicht muß bei der Prüfung der Bodenverhältnisse von Baustellen in Bergbaugebieten walten. Hier ist es unerläßlich, gewissenhafte und erfahrene Fachleute zu Rate zu ziehen.

3. Gliederung und Formgebung.

Nutzflächen. — Nutzlasten. — Wahl der Bauformen: Flach- oder Hochbauten. — Die Baustoffe der Tragwerke. — Festlegung der Hauptabmessungen des Gebäudes und Wahl des Tragwerksystemes.

Gleichzeitig mit den vorstehend behandelten Arbeiten muß auch die büromäßige Bearbeitung der Pläne vorgenommen werden. Die Grundlage hierfür ist die Feststellung des voraussichtlichen Bedarfes an Nutzfläche. Es ist dies bei Neuanlagen eine recht schwierige Aufgabe, deren Tragweite nicht verkannt werden darf. Wird nämlich der Bedarf unterschätzt, so leidet der Betrieb unter einer Zusammendrängung mit ihren üblen Folgen: Unübersichtlichkeit, Erschwerung der Transporte, Arbeitsbehinderung, Verringerung der Betriebs- und Feuer-sicherheit usw. Im anderen Falle wieder steigt der Kapitaldienst durch Überdimensionierung der Bauwerke; dies bedeutet eine Vorbelastung der Fabrikate mit übermäßig hohen festen Kosten und erschwert somit den Verkauf oder mindert den Gewinn.

Bei der Erweiterung oder Umlegung vorhandener Fabrikanlagen kann die bisher benötigte Nutzfläche nicht ohne weiteres als maßgebend betrachtet werden, selbst wenn sie auf die Fabrikationsmengen bezogen wird. Bei einer Erweiterung oder Umstellung wird der Betriebsmann auch seinerseits eine Modernisierung des Fabrikationsvorganges erstreben, wodurch in vielen Fällen eine Verringerung des spezifischen Platzbedarfes gegeben ist.

Allgemein gültige Angaben über den Platzbedarf lassen sich schwer machen. Als Maßstab muß zunächst der jährliche Umsatz bzw. die jährliche Produktionsmenge dienen, für die der Fabrikneubau vorgesehen ist. Daraus ergibt sich nach Erfahrungssätzen für jede Branche — natürlich mit reichlichem Spielraum — die durchschnittlich zu beschäftigende Arbeiterzahl.

Hierbei ist zu berücksichtigen, wie viele Schichten täglich zur Erzeugung der vorgesehenen Produktion verfahren werden müssen. Wenn nicht die Eigenart der Herstellungsverfahren oder sonstige Umstände in dieser Hinsicht Bindungen auferlegen, empfiehlt es sich, mit nur einer Schicht zu rechnen. Die Fabrik ist dann in der Lage, bei vorübergehend gesteigertem Absatz ihre Leistung ohne Erweiterungsbauten annähernd zu verdreifachen. Für Büros, Garderoben und Speisebetriebe sind Durchschnittswerte in Zahlentafel 4 angegeben.

Zahlentafel 4. Nutzflächenbedarf für Büros, Garderoben, Speisebetriebe.

	m ²
Büros (einschl. Hauptgang oder Korridor, Platz für Akten-, Formular- oder Zeichnungsschränke, Abletische usw.),	
a) für einen technischen Angestellten (Konstrukteur)	6—8 ¹
b) für einen kaufmännischen Angestellten	5
Telephonzentrale (vollautomatische Hausanlage und Postvermittlung),	
a) mit Klein-(Haus-)Anlage	2—3
b) mit 100er Hausanlage	20—22
c) mit 1000er Hausanlage	80—90
Beamtengarderoben, für einen Angestellten	0,50
Arbeitergarderoben, für einen Arbeiter,	
a) mit Schränken, Waschrinnen oder Waschfontänen, einigen Brause- oder Wannensäubern	0,50—0,60 ²
b) mit Schränken, ohne Wasch-, Brause- oder Badeeinrichtungen	0,40
c) mit Kleideraufzügen, ohne Wasch-, Brause- oder Badeeinrichtungen	0,30—0,40
d) Kommando-Brausebäder, nur mit Aufstellplatz	0,50—0,55
Beamten-Speisebetrieb, für je 50 Angestellte,	
a) Küche mit Putz- und Spülküche	10—12 ³
b) Vorratsräume	10—12 ³
c) Speiseräume einschl. Anrichten und Einzelräume	75—80
Arbeiter-Speisebetrieb, für je 200 Arbeiter,	
a) Küche mit Putz- und Spülküche	13—15 ⁴
b) Vorratsräume	20—22 ⁴
c) Speiseräume	220—240
Getränk Küche (Kaffee, Tee) für je 500 Arbeiter	16—18 ⁵

Bemerkungen: ¹ Der kleinere Wert bezieht sich auf liegende, der größere Wert auf stehende Reißbretter. ² Der kleinere Wert ist anzunehmen, wenn für einzelne Werkstätten Schichtbetrieb in Frage kommt; der größere Wert versteht sich, wenn nur in einer Schicht gearbeitet wird. ³ Die Mindestgrößen bei nur 50 Angestellten sind für a) = 25 bis 30 m², für b) = 25 bis 30 m²; für weitere je 50 Angestellte sind die angegebenen Werte hinzuzurechnen. ⁴ Die Mindestgrößen bei nur 200 Arbeitern sind für a) = 35 bis 40 m², für b) = 50 bis 60 m²; für weitere je 200 Arbeiter sind die angegebenen Werte hinzuzurechnen. ⁵ Die Mindestgröße bei nur 500 Arbeitern ist 40 bis 45 m².

Nach der Feststellung des Bedarfes an Nutzflächen sind die Nutzlasten für die Fabrikations-, Lager- und Büroräume zu bestimmen. Die amtlichen Vorschriften für das Staatsgebiet Preußen über die bei Hochbauten anzunehmenden Belastungen und über die zulässigen Beanspruchungen der Baustoffe fordern für Fabrikräume, in denen leichtere Betriebe untergebracht werden sollen, sowie für Geschäfts- und Warenhäuser eine Mindestnutzlast von 500 kg/m². Diese Nutzlast ist jedoch in vielen Fällen auch bei leichteren Betrieben unzureichend. Den Verfassern sind aus ihrer Praxis zahlreiche Fälle bekannt, in denen feldweise Deckenverstärkungen vorgenommen werden mußten, obgleich die aufgestellten Arbeitsmaschinen noch in den Rahmen einer leichteren Fabrikation gehörten. Es ist daher dringend anzuraten, wenigstens 750 kg/m² Nutzlast anzunehmen. Bei dieser Belastungsannahme bietet das Fabrikgebäude einen ausreichenden Spielraum für die wechselnden Bedürfnisse der Fabrikation.

Die Nutzlastannahmen lassen sich nach dem Charakter des Betriebes folgendermaßen klassifizieren:

1. leichte Betriebe	Nutzlast	500— 750 kg/m ²
2. mittelschwere Betriebe	„	1000—1500 „
3. schwere Betriebe	„	2000—3000 „
4. besonders schwere Betriebe	„	mehr als 3000 „

Zwischenwerte dürften nicht erforderlich sein, da sich für eine geringfügig stärkere Dimensionierung der Tragwerke kaum nennenswerte Mehrkosten ergeben. Das Erdgeschoß eines Fabrikbaues sollte immer für größere Nutzlasten vorgesehen werden, besonders wenn es in Straßenhöhe liegt und Einfahrten für Lastwagen aufweist. Die Erdgeschoßnutzlasten sollten mindestens wie folgt festgelegt werden:

- | | |
|--|------------------------|
| 1. in leichten Betrieben mit | 1000 kg/m ² |
| 2. in mittelschweren Betrieben mit | 2000 „ |
| 3. in schweren Betrieben mit | 5000 „ |

Für die Fußböden großer Montagehallen (Großmaschinenbau) kommen beträchtlich höhere Werte in Frage (10000 bis 20000 kg/m²). Hierbei ist aber auch zu untersuchen, ob etwa auftretende sehr große Einzellasten nicht eine gewisse Mindestentfernung voneinander haben, so daß sich — bezogen auf die gesamte Fläche, welche von der in Frage kommenden Last (Maschine, Werkstück) eingenommen wird — eine geringere durchschnittliche Belastung ergibt. Durch geeignete Anordnung der Kappenträger und Unterzüge sowie durch entsprechende Dimensionierung der Deckenplatten können auf diese Weise unnötig schwere Ausführungen vermieden werden. Übrigens brauchen Hallen, die derartige Nutzlasten verlangen, meistens nicht unterkellert zu werden. Dagegen muß man hier oft größere Kabel- und Rohrkanäle sowie teilweise Unterkellerungen für Montagegruben, Hilfsmaschinen usw. berücksichtigen.

Bei Hochhäusern, d. h. bei Stockwerksbauten mit mehr als 6 Vollgeschossen, kann nach Fühlungnahme mit der zuständigen Baupolizeibehörde für die Berechnung der Stützen und Pfeiler eine Verringerung der Nutzlastenanteile vorgenommen werden. Derartige Gebäude werden nie in allen Geschossen in der ganzen Ausdehnung mit den zulässigen Nutzlasten gleichzeitig belastet sein; vielmehr findet stets ein gewisser Ausgleich statt. Für ein Hochhaus mit beispielsweise 9 Vollgeschossen ist folgendes Schema zu empfehlen:

8. Obergeschoß	} 1/1	} des auf einen Pfeiler oder eine Stütze entfallenden Nutzlastenanteiles	
7. „			
6. „			} 4/5
5. „			
4. „			
3. „	} 3/5		
2. „			
1. „	} 2/5		

Sind ein oder mehrere Geschosse für besonders hohe Nutzlasten vorgesehen, so muß die Minderung der Nutzlastenanteile von Fall zu Fall nach den gleichzeitig möglichen Belastungen in allen Geschossen geprüft werden. Für Stockwerksbauten normaler Höhe werden Minderungen der auf die Stützen und Pfeiler entfallenden Nutzlastenanteile von den Baupolizeibehörden meist nicht zugestanden. Im Zusammenhang hiermit sei noch auf den Abschnitt „Erweiterungs- und Umbauten“ verwiesen.

Für Betriebe, in denen Erschütterungen auftreten, ist nach den amtlichen Bestimmungen in der statischen Berechnung ein Zuschlag zur Nutzlast von 50 bis 100 % zu berücksichtigen.

Die Eigengewichte von Wänden bis 13 cm Stärke (in jeder Ausführungsart) brauchen bei der statischen Berechnung nicht besonders berücksichtigt zu werden, vielmehr sind in den Nutzlastangaben diese Lasten enthalten.

Für Treppen, Treppenpodeste und Treppenzugänge ist mit einer Mindestnutzlast von 500 kg/m² zu rechnen. Im übrigen siehe den Abschnitt: „Bauliche Einzelheiten“ unter „Treppen“ S. 97.

Für Decken unter Durchfahrten und befahrbaren Höfen fordern die amtlichen Bestimmungen eine Nutzlast von 800 kg/m². Bei der Entwicklung des Lastkraftwagenverkehrs ist diese Belastungsannahme in vielen Fällen unzureichend. Es empfiehlt sich, Kontrollberechnungen auf Grund der Einzellasten aus dem zu erwartenden Fuhrwerksverkehr anzustellen. Liegen Eisenbahngleise auf Unterkellerungen, so muß hierfür mit den tatsächlich in Frage kommenden Lasten gerechnet werden. Bei unterkellerten Lagerhöfen ist mit wesentlich größeren Nutzlasten zu rechnen, was von Fall zu Fall festgestellt werden muß. Wenn in der Regel eine gleichmäßig verteilte Nutzlast in Frage kommt und nur gelegentlich mit besonders großen Lasten auf kleiner Grundfläche zu rechnen ist, so ist meistens schon durch entsprechende Dimensionierung der Deckenplatte oder gegebenenfalls auch noch der Kappenträger diesen gelegentlichen größeren Belastungen Rechnung zu tragen. Bei den Unterzügen und Stützen

ist fast immer ein Lastenüberschuß vorhanden, da sich in der Nähe besonders großer Einzel-lasten meistens eine größere oder kleinere lastfreie Zone befindet.

Für Laboratorien ist die Annahme einer Nutzlast von 500 kg/m^2 zu empfehlen, wenn nicht besonders schwere Einzellasten in Frage kommen. Solche Einzellasten (z. B. schwere Prüfmaschinen) sind möglichst in nicht unterkellerten Erdgeschoßräumen unterzubringen, da es darauf ankommt, derartige Maschinen unbedingt erschütterungsfrei zu gründen. Auch die Belastung der über elektrotechnischen Laboratorien befindlichen Decken durch Kupferschienen und Kabel muß berücksichtigt werden. In Prüffeldern wird schon ein Teil der zulässigen Belastung durch die mehr oder weniger schweren Aufspannplatten aufgezehrt. Hierfür müssen von Fall zu Fall die tatsächlichen Belastungsverhältnisse festgestellt werden.

Für Verwaltungsgebäude sehen die amtlichen Bestimmungen eine Nutzlast von 200 kg/m^2 vor. Hierzu sind für einzustellende Wände bis $6,5 \text{ cm}$ Stärke 75 kg/m^2 und für Wände bis 13 cm Stärke 150 kg/m^2 zuzuschlagen. Es ist jedoch zu empfehlen, mit einer gleichmäßig verteilten Nutzlast von 350 kg/m^2 zu rechnen, auch wenn vorerst nur Wände von $6,5 \text{ cm}$ Stärke eingestellt werden sollen. Somit ergibt sich schon ein gewisser Nutzlastüberschuß. Außerdem entspricht diese Nutzlast auch den amtlichen Vorschriften für die Nutzlasten in Vortragssälen, die ja in Verwaltungsgebäuden vielfach in Frage kommen. Treppenanlagen in Verwaltungsgebäuden müssen wie bei Fabrikgebäuden mit 500 kg/m^2 berechnet werden.

Für Büros in Fabrikgebäuden empfiehlt es sich, eine Nutzlast von mindestens 500 kg/m^2 anzunehmen, wenigstens beim obersten Geschoß. Liegen die Büros in einem mittleren Geschoß, so soll sich die Nutzlast in das Nutzlastenschema des ganzen Gebäudes einfügen, d. h. sie soll mindestens so groß sein wie die Nutzlast des darüberliegenden Fabrikgeschosses. In vielen Fällen kommt es vor, daß die Büros später verlegt werden; es besteht dann die Möglichkeit, einen Betrieb in diesen Räumen unterzubringen.

Für Aktengerüste und -schränke in Registraturen, Büchereien, Archiven usw. ist einschließlich der Hohlräume eine Nutzlast von 500 kg je Kubikmeter anzunehmen. Für schwere Geldschränke ist stets eine Kontrollberechnung anzustellen.

In Lagerräumen oder Lagergebäuden muß die Nutzlast nach dem Eigengewicht der zu lagernden Stoffe bestimmt werden.

Für Räume zur Unterbringung von Kraftwagen schreiben die amtlichen Bestimmungen eine Nutzlast von 800 bis 1000 kg/m^2 vor. Aber auch hier müssen nach den Raddrücken der unterzustellenden Fahrzeuge Kontrollberechnungen angestellt werden. Dabei ist zu prüfen, ob immer nur die Unterstellung unbeladener oder auch gelegentlich beladener Kraftwagen in Frage kommt. Angaben über Raddrücke enthält der Abschnitt „Förderanlagen“.

Nachdem man sich über den Bedarf an Nutzflächen und über die Nutzlastannahmen für diese Flächen Klarheit verschafft hat, kann man den eigentlichen Vorentwurf des Fabrikgebäudes in Angriff nehmen. Dies ist der grundlegende, aber auch der schwierigste Teil der Projektbearbeitung. Denn noch liegen die Formen und Abmessungen des Gebäudes nicht fest. Die ermittelten Flächen lassen sich — aufgeteilt in mehrere Geschosse oder zusammenhängend in einem Flachbau — durch unzählige Produkte aus Gebäudelänge und Gebäudebreite ausdrücken. Noch ist auch die Höhe der Geschosse oder der Hallenbauten nicht fest umrissen. Da setzt nun die eigentliche schöpferische Tätigkeit des entwerfenden Fachmannes ein, die auf einer intuitiven Erfassung der Bauaufgabe beruhend, durch scharfe wirtschaftliche Überlegungen und technische Bedingtheiten in mehr oder weniger feste Bahnen gelenkt werden muß. Wohl ist für einen großzügigen, weitschauenden Entwurf eine im Künstlerischen wurzelnde Phantasie Voraussetzung, doch muß sich hiermit die kritisch abwägende Vernunft paaren. Denn erst aus dem Zusammenwirken beider entsteht ein Werk, das — von Innen heraus geschaffen — durch organische Klarheit und technische Vollkommenheit auch ästhetisch befriedigt.

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit kann nur darin bestehen, das Rüstzeug für die technische und wirtschaftliche Seite des Entwurfs zu vermitteln. Dies soll im nachstehenden versucht werden, doch muß immer wieder darauf hingewiesen werden, daß jede neue Bauaufgabe andersartig gelagert ist und individueller Behandlung bedarf.

In vielen Fällen ist durch den Charakter der Fabrikation von vornherein die Form des zu planenden Gebäudes — wenigstens in groben Umrissen — festgelegt. Man denke hierbei z. B. an Montagehallen, bei denen die Abmessungen der zusammenzubauenden Maschinen eine bestimmte Spannweite und eine Mindestkranhöhe vorschreiben. Auch für einen Geschoßbau kann die

Disposition der Fertigung gewisse Gebäudebreiten, Saallängen und Geschoßzahlen notwendig machen. Andererseits kann auch die Anlehnung an vorhandene Baulichkeiten oder der zur Verfügung stehende Platz harte Bindungen auferlegen, die alle wirtschaftlichen Überlegungen und technischen Zielsetzungen hinfällig machen. Die an den ideellen Forderungen der Fabrikbautechnik geschärfte Kritik darf aber auch vor solchen Einengungen nicht haltmachen, sondern muß untersuchen, ob die Beschränkungen nicht in allzu starkem Maße traditioneller oder zeitgebundener Natur sind.

Oftmals wird der Entwerfende vor die schwerwiegende Frage gestellt, ob die Bauaufgabe zweckmäßiger durch Ausführung eines Flachbaues, eines Hallenbaues oder eines Geschoßbaues zu lösen ist. Jede Bauform hat ihre Vor- und Nachteile, die obendrein noch keineswegs von allen Beteiligten gleichmäßig beurteilt werden.

Den Bedürfnissen des Betriebes paßt sich am besten der Flachbau an. Die zusammenhängende Arbeitsfläche erlaubt eine beliebige Disposition der Fertigung und eine weitgehende Ausnutzung des verfügbaren Raumes. Daher kommt man im allgemeinen bei Flachbauten mit einer geringeren Gesamtfläche aus als bei Hochbauten. Auch für den Verkehr von Menschen und Lasten ist der Flachbau dem Hochbau überlegen. Das besagt allerdings nicht, daß auch die Schnelligkeit des Verkehrs im Flachbau größer ist. Bei großen Flächen kann im Gegenteil durch die Anordnung neuzeitlicher, schnellaufender Aufzüge der Hochbau als vorteilhafter angesprochen werden. Solche Aufzugsanlagen verteuern andererseits den Bau und auch den Betrieb durch einen Mehraufwand an Energie, Lohn und Reparaturen.

Die Übersichtlichkeit des Gesamtbetriebes leidet durch die Wahl von Stockwerksbauten, doch ist dieses Moment vielleicht nicht allzu schwerwiegend, da eine zweckentsprechende Organisation diesen Mangel nicht fühlbar werden läßt. Im Geschoßbau sind die unproduktiven Wege des Arbeitspersonals zu Toiletten-, Waschräumen usw. kürzer als bei Flachbauten, wenn man diese Anlagen in den Treppenhäusern unterbringt, die ohnehin in bestimmten Entfernungen angeordnet werden müssen.

Die Unfallgefahr ist in Flachbauten geringer als in Hochbauten, da sich im Brandfalle der Rückzug der Belegschaft schneller und leichter vollzieht als in einem Hochbau. Auch wirken sich z. B. Explosionen in einem Flachbau kaum so verheerend aus wie in einem Geschoßbau.

Ein Vergleich der Bau- und Unterhaltungskosten von Flach- und Hochbauten wird je nach den besonderen Verhältnissen die eine oder die andere Ausführung überlegen erscheinen lassen. Bei der Feststellung der Kosten für den Hochbau dürfen die Treppenhäuser und Aufzugsanlagen nicht vernachlässigt werden. In welchem Maße diese Bauteile die Gesamtkosten eines Hochbaues beeinflussen, wird weiter unten untersucht. Im allgemeinen werden Flachbauten billiger sein als Hochbauten, wenn man unter Flachbauten nicht schwere Hallen, sondern leichte, niedrige Bauten von geringer Spannweite und ohne Krananlage versteht. Dieses Bild kann sich aber oft in das Gegenteil verkehren, so z. B., wenn die Beschaffenheit des Baugrundes eine teure, künstliche Fundierung notwendig macht. Es spielt in diesem Falle keine ausschlaggebende Rolle, ob die Gründung für etwas größere Lasten (bei Anordnung mehrerer Geschosse) oder nur für die geringeren Lasten eines Flachbaues auszulegen ist. Auf die Nutzfläche bezogen ergibt sich vielmehr beim Geschoßbau dann ein geringerer Anteil der Gründungskosten. Im Grenzfalle kann allerdings der Flachbau wirtschaftlicher sein, wenn nämlich eine geringere Tragfähigkeit des Bodens gerade noch die direkte Gründung eines Flachbaues zuläßt, für einen Hochbau aber schon eine künstliche Fundierung notwendig wäre. Auch die Grundstückskosten sind beim Geschoßbau naturgemäß niedriger, was bei hohen Bodenpreisen ausschlaggebend für die Wahl eines Geschoßbaues sein kann. Die Unterhaltungskosten sind bei Hochbauten oftmals niedriger als bei Flachbauten. In erster Linie sind hierbei die Reparaturkosten für die Dacheindeckung zu berücksichtigen, welche bei ausgedehnten Flachbauten mitunter außerordentlich hohe Beträge ausmachen. Der Vorteil der guten und gleichmäßigen Tageslichtbeleuchtung des Flachbaues durch Oberlichter wird durch den Nachteil eines empfindlichen Daches mit zahlreichen Durchbrechungen der Dachhaut (Entlüftungsaufbauten, Oberlichter) erkauft. Auch die Heizungskosten liegen bei Flachbauten meistens wesentlich höher als bei Geschoßbauten.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß Flach- oder Hallenbauten vor allem für schwere Fabrikation, für Betriebe mit starker Staub- und Dunstentwicklung und mit Erschütterungen sowie bei niedrigen Bodenpreisen und knappen Anlagemitteln in Frage kommen. Hochbauten dagegen sind für leichtere Betriebe, z. B. für Apparatebau, Kleinmaschinenbau, Spinnereien, Webereien, Druckereien, Konfektionsbetriebe usw. vorzuziehen und ferner in solchen Fällen,

wo eine hochwertige Fabrikanlage mit relativ hohen Anlagekosten, aber niedrigeren Unterhaltungs- und Betriebskosten wirtschaftlich erscheint.

Wie auf der einen Seite bei mancher Fabrikation (z. B. Großmaschinenbau, Eisenhüttenindustrie usw.) Flach- oder Hallenbauten selbstverständlich sind, so kann auch auf der anderen Seite die Fabrikation die Anlage eines Hochbaues erfordern; hierbei sei z. B. an Mühlen, Aufbereitungsanlagen usw. gedacht, wo der Fluß der Produktion unter Ausnutzung der Schwerkraft senkrechte oder geneigte Bahnen durchläuft.

Mit der Entscheidung für den Flach- bzw. Hallenbau oder für den Hochbau drängt sich auch die Forderung auf Festlegung der Hauptabmessungen des Baukörpers in den Vordergrund. Die Hauptabmessungen ergeben sich aus der Gestaltung des Grundrisses und des Gebäudequerschnittes. Wie der gute Konstrukteur beim Entwurf einer Maschine die einzelnen Schnitte und Risse der Zeichnung nicht nacheinander anfertigt, so kann auch beim Entwurf des Fabrikgebäudes der Zusammenhang zwischen Grundriß und Schnitt, zwischen horizontaler und vertikaler Gliederung nicht vernachlässigt werden.

Die Gestaltung des Grundrisses steht in engster Beziehung zu der Disposition der Maschinen und Apparate, die in dem geplanten Fabrikgebäude untergebracht werden sollen. Daher muß der Entwurf des Grundrisses von einem solchen Dispositionsplan ausgehen, dessen Aufstellung Sache des Fertigungsingenieurs ist.

Der Entwurf des Querschnittes wird durch gewerbehygienische und betriebstechnische Rücksichten beeinflusst. Zu den erstgenannten gehören die Forderungen nach genügender Lüftung, Beleuchtung und Heizung, zu den anderen die Notwendigkeit, Fördereinrichtungen (Krane, Dauerförderer, Flurfördermittel) und Betriebseinrichtungen bestimmter Höhenabmessungen unterzubringen.

In bautechnischer Hinsicht stehen Grundriß- und Querschnittsbildung in Abhängigkeit von der Wahl der Tragwerke und Baustoffe. Als Baustoffe der Tragwerke kommen im Fabrikbau hauptsächlich Stahl, Eisenbeton, Beton, Ziegelmauerwerk und Holz in Betracht. Oft finden sich in einem Bauwerk mehrere dieser Baustoffe vereinigt; man kann daher folgende Bauweisen unterscheiden:

A. Flach- und Hallenbauten.

1. Stahlbauten, d. h. Stützen, Binder und Dachkonstruktion aus Stahl, Wände aus Füllstoffen (Ziegelmauerwerk, Leichtbeton), evtl. auch Pfeiler aus Ziegelmauerwerk oder Eisenbeton.

2. Eisenbetonbauten, d. h. Stützen, Binder und Dachkonstruktion aus Eisenbeton, Wände aus Füllstoffen (Ziegelmauerwerk, Leichtbeton) oder aus Eisenbeton.

3. Holzbauten, d. h. Stützen, Binder und Dachkonstruktion aus Holz, Wände aus Holz, aus Spezialbauplatten, Ziegelmauerwerk, Beton oder Eisenbeton, evtl. auch Pfeiler aus Ziegelmauerwerk, Beton oder Eisenbeton.

B. Stockwerksbauten.

1. Trägerbauten, d. h. Frontpfeiler und Wände aus Mauerwerk, Mittelstützen aus Stahl, Decken in oder auf aufgelegten Trägern.

2. Stahlskelettbauten, d. h. Stützen und Deckenträger aus Stahl, Wände aus Füllstoffen (Ziegelmauerwerk, Leichtbeton).

3. Eisenbetonbauten, d. h. Pfeiler, Wände und Decken aus Eisenbeton.

4. Eisenbetonskelettbauten, d. h. Stützen und Deckenbalken aus Eisenbeton, Decken aus Eisenbeton oder als Steineisendecken, Wände aus Füllstoffen (Ziegelmauerwerk, Leichtbeton).

Im allgemeinen herrschen heute im Fabrikbau sowohl für Flach- und Hallenbauten als auch für Stockwerksbauten Stahl und Eisenbeton nebeneinander. Größere Anwendung findet wohl der Stahl, da er in bezug auf spätere Änderungen, Verstärkungen und Ergänzungen anpassungsfähiger ist als Eisenbeton. Auch sind umfangreiche Stemmarbeiten, wie sie sich bei Betriebsumstellungen mitunter kaum umgehen lassen, bei Eisenbetonbauten zeitraubend und kostspielig. In wirtschaftlicher Beziehung kann der Eisenbeton dem Stahl für Flachbauten und Stockwerksbauten sowie für Hallenbauten mit geringer Spannweite (etwa bis 10 m) gleichgestellt werden. In Gegenden, die sich für die Herstellung von Eisenbeton besonders eignen oder in denen Stahl durch weite Transporte stark verteuert ist, kann Eisenbeton — auch bei noch größeren Spannweiten — wirtschaftlich überlegen sein. Spannweiten über 20 m werden bei Eisenbetonbauten vermieden, da die Binder in diesem Falle ein zu großes Eigengewicht erhalten und somit unwirtschaftlich werden.

Andererseits gibt es Bauaufgaben, für die Eisenbeton der gegebene Baustoff ist; dies gilt z. B. für Silos, Lagergebäude, die voraussichtlich niemals eine Veränderung erfahren, usw. Auch werden Eisenbetonbauten mitunter für Betriebe benutzt, die mit Rücksicht auf ungehinderte Luft- und Dunstabführung glatte Untersichten der Decken verlangen. Bei Stahlbauten läßt sich diese Forderung auch erfüllen, jedoch nicht so elegant wie durch die Ausführung von Eisenbeton-Pilzdecken.

Die reinen Eisenbetonbauten, wie auch die Trägerbauten, treten in neuerer Zeit gegenüber den Eisenbetonskelett- und den Stahlskelettbauten mehr und mehr zurück. Der Grund für diese Entwicklung ist in der Erkenntnis zu suchen, daß die für die Tragwerke am besten geeigneten Baustoffe nicht im gleichen Maße für die Ausfüllung der Fensterbrüstungen und Wände geeignet sind; denn ein für das Tragwerk geeigneter Baustoff hoher Festigkeit und hoher Zähigkeit besitzt meistens auch eine relativ große Dichte. Diese bedingt aber andererseits eine gute Wärmeleitfähigkeit, die wiederum für den Baustoff der Wand bzw. der Brüstung nicht erwünscht ist¹. Bei den Skelettbauweisen kann man dagegen hierfür Baustoffe (z. B. Leichtbeton) oder Bauweisen (z. B. Ziegelmauerwerk mit Luftschichten) wählen, die in wärmewirtschaftlicher Hinsicht befriedigen.

Die Stahlskelettbauten weisen daneben noch manche weiteren Vorzüge auf, die ihre weitverbreitete Anwendung im neuzeitlichen Fabrikbau gerechtfertigt erscheinen lassen. In erster Linie sei die schnelle und von Witterungsunbilden fast unabhängige Montage erwähnt, dann die Ersparnis an Eigengewicht, die sich gegenüber anderen Bauweisen besonders bei schlechtem Baugrund durch Verringerung der Gründungskosten vorteilhaft auswirkt.

Aus Gründen der Feuersicherheit muß das Stahlskelett von Stockwerksbauten feuersicher ummantelt werden. Daher tritt beim Stahlskelettbau das Stahlgerippe nach innen überhaupt nicht in Erscheinung; außen wird es teils verkleidet, teils ist es auch unverkleidet sichtbar, was dem Gedanken des Stahlskelettbauens auch in architektonischer Hinsicht am besten entsprechen dürfte. Bei Flach- und Hallenbauten wird das Stahlgerippe nicht ummantelt, es ist mitunter auch nach außen sichtbar, wenn nicht die Frontwände vor die Stützen gelegt werden².

Holzbauten sind im Fabrikbau auf untergeordnete Zwecke oder besonders hierfür geeignete Gegenden beschränkt. Eine Ausnahme machen manche Betriebe der chemischen Industrie, bei denen Holz der geeignetste Baustoff — z. B. für Salzlager, Färbereien u. dgl. — ist, weil es durch die in diesen Betrieben verarbeiteten Rohstoffe oder durch die bei der Fabrikation entstehenden Säuredünste nicht angegriffen wird.

Im einschlägigen Schrifttum der letzten Jahre finden sich mehrfach Untersuchungen, welche Baustoffe und Bauweisen am wirtschaftlichsten sind. Abgesehen von dem Einfluß des Standortes lassen sich auch sonst hierfür kaum allgemein gültige Angaben machen, da das Preisverhältnis der verschiedenen Baustoffe zueinander zeitlichen Schwankungen unterworfen ist und da die bis jetzt festgestellten Unterschiede nicht so groß sind, daß hieraus eine Bevorzugung der einen oder anderen Bauweise abgeleitet werden kann. In jedem Einzelfalle sind trotzdem vergleichende Wirtschaftlichkeitsberechnungen dieser Art anzustellen, wobei allerdings allzu feine Unterschiede vernachlässigt werden müssen, da sie wohl meistens subjektiver Art sind.

Im engen Zusammenhang mit der Wahl der Bauweise steht die Festlegung der Hauptabmessungen des Gebäudes und die Wahl des Tragwerkssystemes. Hierfür ist es zweckmäßig, die Betrachtung einerseits nach Flach- und Hallenbauten, andererseits nach Stockwerksbauten zu trennen.

A. Flach- und Hallenbauten. Man unterscheidet hierbei ein- und mehrschiffige Hallen. Die Nutzfläche, die in einem Flach- oder Hallenbau unterzubringen ist, ist bei Inangriffnahme der Bauaufgabe bekannt (siehe oben). Erfahrungsgemäß kann man die gesamte bebaute Fläche bei eingeschossigen Bauten mit 104 bis 110%, im Mittel mit 107% der Nutzfläche annehmen. Die bebaute Fläche enthält dann neben der Nutzfläche die Flächenanteile für Wände, Stützen, Abort- und Garderobeanlagen. In ungünstigen Fällen kann der vorstehend angegebene Wert auch größer werden. Die gesamte bebaute Fläche läßt sich durch unzählige Produkte von Längen und Breiten des geplanten Bauwerkes ausdrücken, doch ist die Breite meistens durch betriebstechnische Forderungen oder durch die Aufteilung des Geländes bedingt. Durch die Festlegung der Breite ergibt sich dann auch die Länge des Gebäudes. In Sonderfällen kann auch

¹ Siehe in diesem Zusammenhang die Schaubilder über Wärmedurchgangszahlen im Abschnitt „Heizung und Lüftung“.

² Siehe den Abschnitt „Wände“.

die Länge des Gebäudes gegeben sein. Die Frage, ob die Bauaufgabe nach Festlegung der Gesamtbreite besser durch einschiffige oder durch mehrschiffige Bauten gelöst wird, steht im Zusammenhang mit betrieblichen Forderungen und auch mit der Festlegung der lichten Gebäudehöhen. Flachbauten, in denen keine Krane verkehren, werden bei Gesamtbreiten von mehr als 10 m als zwei- bzw. mehrschiffige Bauten ausgeführt. Es empfiehlt sich, die vorstehend angegebene Grenze weiter nach oben zu schieben, damit die einzelnen Hallen nicht zu schmal werden und damit die Übersichtlichkeit und Freizügigkeit des Betriebes möglichst wenig durch eingestellte Stützen beeinträchtigt werden. Aus den gleichen Gründen und mit Rücksicht auf eine gute und gleichmäßige Belichtung und Lüftung ist es auch notwendig, die lichte Gebäudehöhe, d. h. also den Abstand von Unterkante Dachkonstruktion bis Oberkante Fußboden nicht zu gering zu wählen. Für Flachbauten ohne Krane kann man bei Erfüllung der vorstehenden Forderungen als Mindestmaß 5 m annehmen; bei Bauten mit Laufkrananlagen bestimmt sich die Höhe aus der geforderten größten Hubhöhe von Oberkante Fußboden bis Mitte Kranhaken (in der höchsten Hakenstellung) zuzüglich der Bauhöhe des Kranes von diesem Punkt bis Unterkante Dachkonstruktion¹. Als Mindestmaß für die gesamte Raumhöhe kann man in solchen Betrieben 6 m annehmen. Bei einer Breite der Hallenschiffe von nicht mehr als 10 m ergeben sich hierbei im allgemeinen Hubhöhen von etwa 4,5 m, was für zahlreiche Betriebe ausreichend ist. Im übrigen muß die Raumhöhe der einzelnen Hallenschiffe in einem gewissen Verhältnis zur Breite stehen, da andernfalls die Lüftung zu wünschen übrig läßt. Es sei in diesem Zusammenhang auf die Ausführungen unter „Entlüfter“ hingewiesen, wo auf S. 92 eine Zahlentafel über den erforderlichen Lüftungsquerschnitt, bezogen auf die Grundfläche bei verschiedenen Verhältnissen von Höhe zu Breite der Flach- und Hallenbauten, enthalten ist.

Die Tragwerke von Flach- und Hallenbauten sind räumlich in mehrfach aufeinander folgende, fast immer untereinander parallele Systeme gegliedert. Die einzelnen Systeme können in der verschiedensten Zusammenstellung ausgeführt werden; man kann im großen und ganzen nach Maier-Leibnitz² folgende Hauptgruppen unterscheiden:

1. Binderscheiben auf Pendelstützen gelagert, dazu ein von Giebelwand zu Giebelwand reichender Horizontalträger. Die senkrechten Lasten werden hierbei durch die Pendelstützen auf die Fundamente geleitet; waagerechte und schräge Lasten werden teils in die Stützen, teils durch den horizontalen, im Binderuntergurt liegenden Flachträger an die Giebelwände abgegeben (siehe Abb. 5). Die Giebelwände können auch durch Rahmen ersetzt werden. Diese Ausführung ist auf verhältnismäßig kurze Bauten beschränkt, wenn nicht der Flachträger unwirtschaftlich schwer werden soll. Erweiterungen in der Längsrichtung sind an den Ersatz der einen oder anderen Giebelwand durch Rahmen gebunden.

2. Binderscheiben gelenkig gelagert, auf im Fundament eingespannten Stützen (siehe Abb. 6 und 7). Dieses System entspricht statisch der Auflagerung eines Binders auf zwei massiven Längswänden. Es kann als Rahmen mit zwei Zwischengelenken aufgefaßt werden.

3. Rahmenträger in den Binderebenen; hierbei kann man nicht mehr streng Binder und Stützen unterscheiden. Man spricht dagegen von Binderriegeln und Binderstielen; hierzu gehören:

a) Dreigelenkbogen (siehe Abb. 8) mit oder ohne Zugband zur Aufhebung des Horizontalpushes. Das Zugband kann an den Fußgelenken des Systems angreifen. Es kann aber auch etwa in Höhe der Traufe angreifen. In diesem Falle ist Bedingung, daß zwischen Scheitलगelenk und Zugband eine genügend große Pfeilhöhe verbleibt, daß also das Dach eine stärkere Neigung erhält.

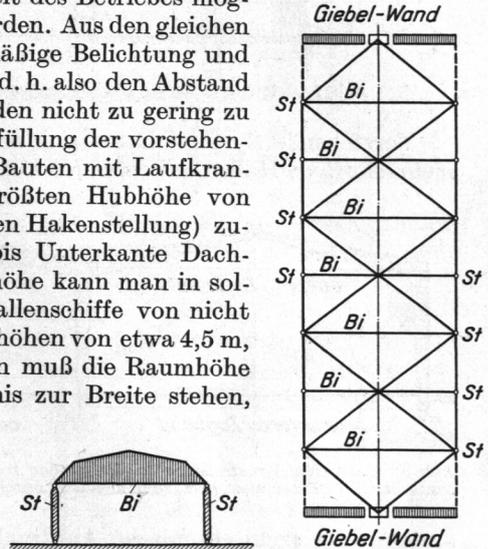


Abb. 5. Binderscheiben auf Pendelstützen gelagert; die waagerechten Lasten werden in die Giebelwände geleitet.

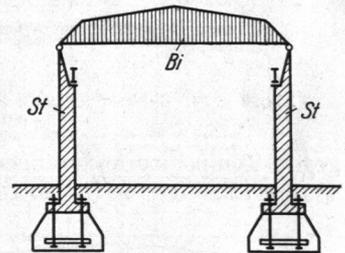


Abb. 6. Binderscheiben gelenkig auf im Fundament eingespannten Stützen gelagert.

¹ Angaben über die Baumasse von Kranen siehe im Abschnitt „Förderanlagen“.

² Siehe den ersten Band dieses Werkes.

b) Zweigelenbogen (siehe Abb. 9 und 10) mit oder ohne Zugband zur Aufhebung des Horizontalschubes. Für die Lage des Zugbandes gilt das gleiche wie unter a) gesagt.

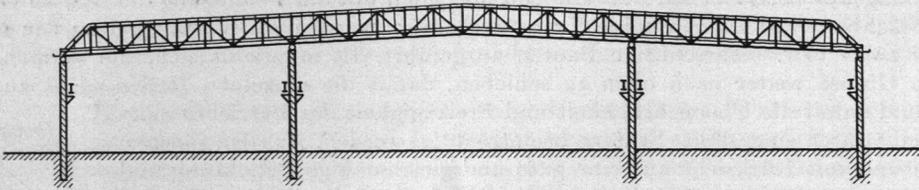


Abb. 7. Gelenkig gelagerte Binderscheiben einer mehrschiffigen Halle; die Binder liegen in den Oberlichtern.

Vorstehende Systeme lassen sich natürlich auch abwandeln (Abb. 11 und 12) und z. B. bei mehrschiffigen Hallen miteinander kombinieren (Abb. 13). Zu diesen Systemen tritt noch der sogenannte Halbrahmen (einhüftiger Rahmen) hinzu. Weitere kombinierte Systeme sind aus den Abb. 14 und 15 ersichtlich.

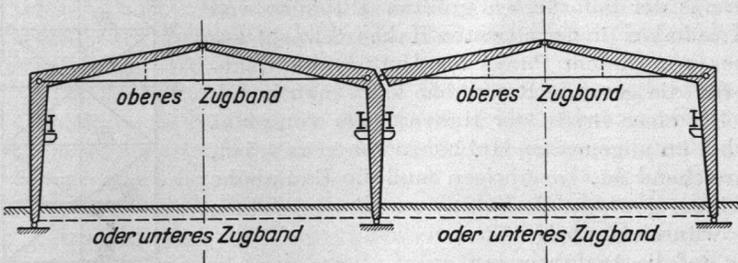


Abb. 8. Rahmenbinder als Dreigelenkbogen; der Horizontalschub aus dem System kann durch die Fundamente aufgenommen oder durch Zugbänder aufgehoben werden.

Die Wahl der Systeme ist Sache des Bauingenieurs; allerdings ist auch der Architekt hieran stark interessiert, insofern als er die verschiedenartigen ästhetischen Wirkungen der einzelnen Bindersysteme als architektonische Ausdrucksmittel benutzen kann. Im übrigen ist bei der Wahl des Bindersystems in erster Linie die Beschaffenheit des Baugrundes ausschlaggebend; bei schlechtem Baugrund sind auf jeden Fall statisch bestimmte Systeme vorzuziehen, da diese gegen Fundamentsetzungen und damit gegen Verlagerungen der Systempunkte sowie auch

gegen Temperaturänderungen unempfindlicher sind als statisch unbestimmte Systeme. Diese werden allerdings aus ästhetischen Gründen — besonders bei flachen Dächern — oft bevorzugt. Bei

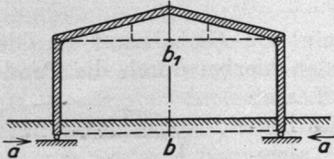


Abb. 9.

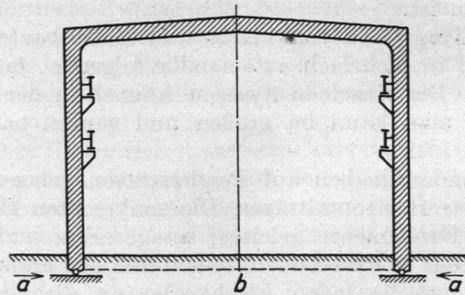


Abb. 10.

Abb. 9 u. 10. Rahmenbinder als Zweigelenkbogen; der Horizontalschub aus dem System kann durch die Fundamente aufgenommen oder durch Zugbänder aufgehoben werden.

gegen Temperaturänderungen unempfindlicher sind als statisch unbestimmte Systeme. Diese werden allerdings aus ästhetischen Gründen — besonders bei flachen Dächern — oft bevorzugt. Bei

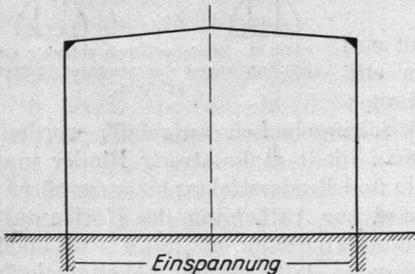


Abb. 11. Rahmenbinder, in den Fundamenten eingespannt.

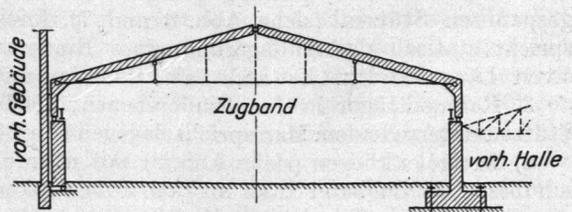


Abb. 12. Rahmenbinder als Dreigelenkbogen auf einer im Fundament eingespannten Stütze und auf einer Pendelstütze gelagert.

künstlichen Gründungen ist Wert darauf zu legen, daß aus dem System möglichst nur senkrechte Kräfte übertragen werden, daß also die Schübe durch Zugbänder aufgehoben werden. Flach- und

Hallenbauten mit größeren Oberlichtern sollen möglichst starre Systeme erhalten, da zu nachgiebige Systeme die Ursache für Scheibenbrüche in den Oberlichtverglasungen sind.

Die Dimensionierung der Binder wird durch die Entfernung der einzelnen Binder voneinander stark beeinflußt. Meistens wird die Binderteilung gefühlsmäßig festgelegt. Man sollte sich aber

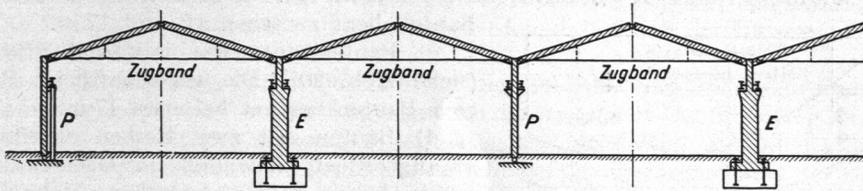


Abb. 13. Mehrschiffige Halle, bestehend aus Dreigelenkbögen, abwechselnd auf im Fundament eingespannten Stützen und auf Pendelstützen gelagert.

darüber im klaren sein, daß es für die Binderentfernung in jedem Einzelfalle ein wirtschaftliches Optimum gibt, insofern als das Gesamtgewicht des Traggerippes (bestehend aus Stützen, Bindern, Kranbahnträgern und Pfetten) bei einer bestimmten Binderteilung einen Mindestwert aufweist. In Abb. 16 und 17 sind unter vereinfachenden Annahmen für leichte, mittelschwere und schwere Hallen in Stahlbauweise die Eigengewichte der vorstehenden Konstruktionsteile sowie die Massen der Fundamente in Abhängigkeit von der Binderteilung aufgetragen. Es empfiehlt sich, in jedem Einzelfalle entsprechende Wirtschaftlichkeitsberechnungen anzustellen. Dies gilt nicht nur für Stahlbauten, sondern auch für Eisenbetonbauten. In manchen Fällen ist allerdings die Binderentfernung durch äußere Umstände bedingt, so daß wirtschaftliche Überlegungen dieser Art zurücktreten müssen.

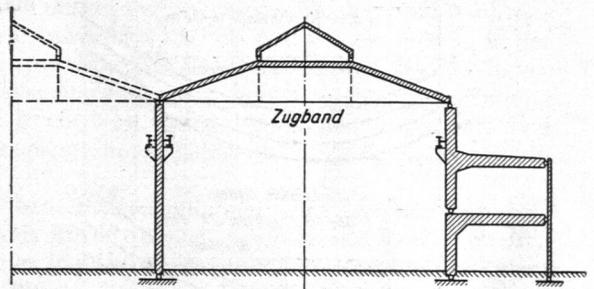


Abb. 14. Bindersystem aus einhäufigen Rahmen, Zweigelenkbogen mit Zugband und Pendelstütze.

B. Stockwerksbauten. In statischer Hinsicht kann man von verschiedenen Systemen

von Stockwerksbauten überhaupt nur bei den Skelettbauweisen sprechen. Man kann in diesem Falle drei Systeme unterscheiden:

1. Aufbau aus rahmenartigen Gebilden; hierbei sind die Unterzüge und Stützen miteinander biegeunverformbar verbunden. Die Rahmen nehmen sowohl die senkrechten wie auch die horizontalen Kräfte auf.

2. Die horizontalen Kräfte werden durch die Decken, die als Horizontalträger (Scheiben) aufgefaßt werden, auf die massiven Giebelwände übertragen. Die Unterzüge und Deckenträger sind einfache statisch bestimmte oder durchlaufende Balken, die Stützen sind eine Art Pendelstützen, auf die nur senkrechte Kräfte einwirken.

3. Eine Verbindung aus den beiden vorstehend beschriebenen Bauweisen durch Anordnung von Zwischenrahmen bzw. durch Anordnung

von Rahmen an Stelle der massiven Giebelwände. In bautechnischer Hinsicht lassen sich verschiedene Ausführungsformen von Stockwerksbauten unterscheiden:

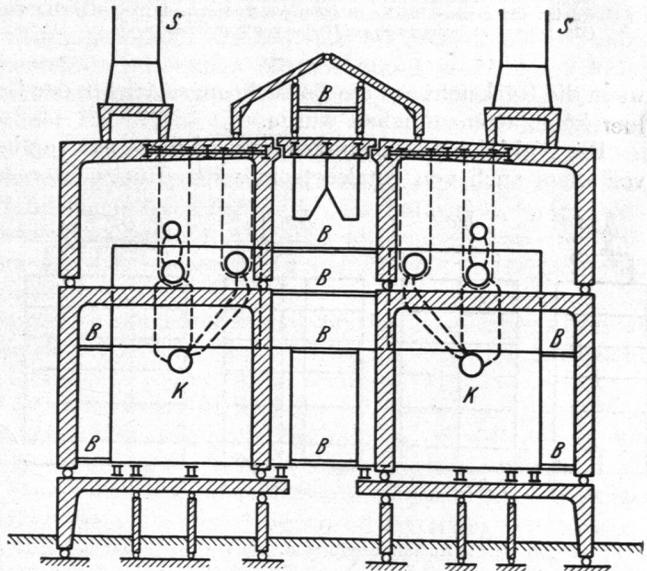


Abb. 15. Bindersystem eines Kesselhauses, bestehend aus einhäufigen Rahmen, Zwei- und Dreigelenkbögen.

a) Bauten ohne Mittelstützen (siehe Abb. 18). Aus wirtschaftlichen Gründen ist die Breite solcher Bauten beschränkt; allgemein geht man mit der Breite nicht über 14 m. Die Anwendung dieser Bauten bleibt auf solche Fälle beschränkt, in denen Mittelstützen unerwünscht sind oder in denen sich eine besonders geringe Gebäudebreite aus anderweitigen Gründen ergibt.

b) Bauten mit einer mittleren Stützenreihe (siehe Abb. 19). Die wirtschaftliche Breite solcher Bauten liegt zwischen 12 und 17 m.

c) Bauten mit zwei mittleren Stützenreihen (siehe Abb. 20). Die wirtschaftliche Breite solcher Bauten beginnt bei etwa 17 m.

d) Bauten mit zwei Reihen Stützen, welche so angeordnet sind, daß im Querschnitt gleichmäßig breite Felder entstehen (siehe Abb. 21). Derartige Bauten sind den unter c genannten wirtschaftlich immer überlegen. Praktisch werden solche Bauten bei Breiten von 18 bis 24 m ausgeführt. Bei dieser Ausführungsform könnte man mit der Breite auch noch weiter gehen,

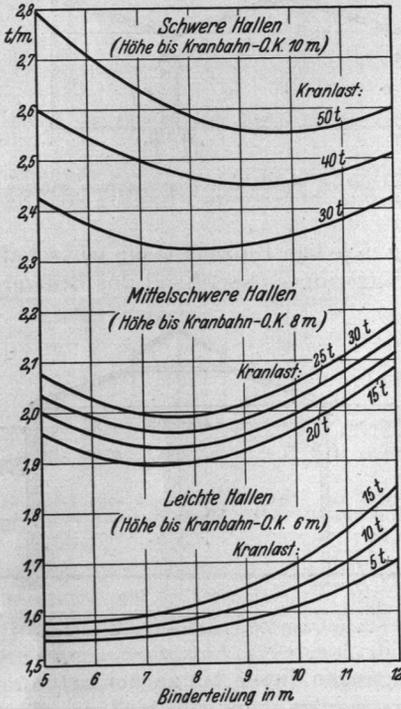


Abb. 16. Die Eigengewichte von Hallenkonstruktionen werden für gewisse Binderentfernungen Kleinstwerte. (Das Schaubild bezieht sich auf Hallen von 20 m Breite.)

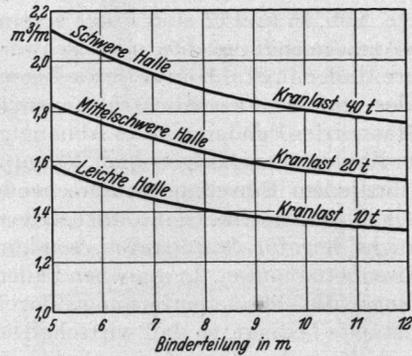


Abb. 17. Die Fundamentmassen von Hallen verringern sich mit zunehmender Binderentfernung.

wenn die Rücksicht auf die Beleuchtungsstärke in der Gebäudemitte (bei Tageslichtbeleuchtung) hier keine Grenze ziehen würde.

Die Wahl der Ausführungsform wird nicht nur von bautechnischen Gesichtspunkten, sondern vor allem auch von betriebstechnischen Rücksichten beeinflusst. Für manche Betriebe ist die Anordnung eines Mittelganges gemäß Abb. 20 sehr vorteilhaft, da hierdurch eine klare Gliederung des Betriebes und ein ungehinderter Verkehr ermöglicht wird; andere Betriebe ziehen Bauten mit einer mittleren Stützenreihe vor, weil hier beide Saalhälften bis zur Gebäudemitte von etwa notwendigen Laufkränen und anderen Hebezeugen bestrichen werden können. Auch kann die Anwendung von Wandertischen bei Fließfabrikation die Anordnung mehrerer Längsgänge erforderlich machen, deren Lage nicht ohne weiteres bestimmt ist; in solchem Fall kann die Anordnung eines Mittelganges nach Abb. 20 unter Umständen störend wirken. Ausführungsformen nach Abb. 21 werden gewählt, wenn die Anordnung dieser Stützen betriebstechnisch nicht stört.

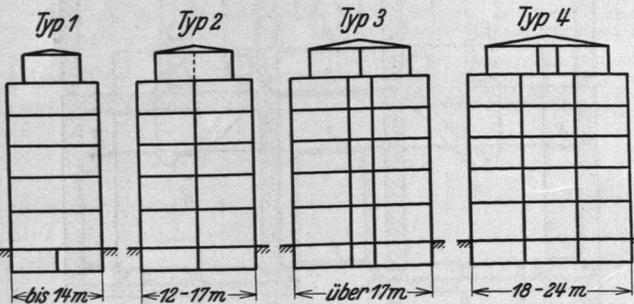


Abb. 18. Abb. 19. Abb. 20. Abb. 21. Ausführungsformen von Stockwerksbauten.

Die Pfeiler oder Stützen der Fronten haben in der Längsrichtung des Gebäudes meist die gleichen Abstände wie die Mittelstützen und befinden sich auch in den gleichen Ebenen wie

diese. Die zweckmäßigsten Teilungen liegen zwischen 6 und 8 m. Eine Stützenentfernung von 6,67 m (3 Stützenteilungen = 20 m) hat sich bei Träger- oder Stahlskelettbauten wirtschaftlich und bautechnisch als vorteilhaft erwiesen, wenn die Deckenträger in der Längsrichtung des Gebäudes, die Unterzüge also in der Querrichtung angeordnet sind. Hierbei ergeben sich durchlaufende Trägerstränge, die an den Unterzügen teilweise eingespannt angeschlossen werden können. Die Fensterträger können so hoch gelegt werden, daß sie mit der Unterseite der Deckenplatte bündig liegen.

Werden die Deckenträger in der Querrichtung des Gebäudes angeordnet, so sind ihre Stützweiten fast immer größer als 7 m. Die Träger müssen dann auch auf Durchbiegung nachgerechnet werden. Hierbei ergeben sich, besonders bei geringeren Nutzlasten, erheblich größere Profile als bei reinem Festigkeitsnachweis. Außerdem entfällt bei der Queranordnung der Deckenträger auch der Vorteil der Materialersparnis, die bei durchlaufenden Trägerzügen und teilweiser Einspannung gegeben ist. Die in den Fronten vorzusehenden Unterzügen werden gleichfalls sehr schwer und lassen sich vielfach nicht in dem Brüstungsmauerwerk unterbringen. Die Fensteröffnungen müssen daher auf Kosten des Lichteinfalls niedriger angelegt werden als bei einer Anordnung der Deckenträger in der Längsrichtung des Gebäudes.

Die Entfernung der Deckenträger voneinander richtet sich nach der Nutzlast und nach der Stützweite der Deckenträger und liegt zweckmäßig zwischen 1,50 bis 2 m bei Anordnung in der Längsrichtung und zwischen 1,20 bis 1,80 m bei Anordnung in der Querrichtung des Gebäudes.

Für Eisenbetonbauten gelten sinngemäß die gleichen Angaben, jedoch ist die Stützenteilung in der Längsrichtung des Gebäudes nur mit 5 bis 7 m anzunehmen. Die Unterzüge und Deckenbalken werden bei sonst gleichen Belastungsannahmen höher als bei Träger- oder Stahlskelettbauten.

Bei Verwaltungsgebäuden wird die Pfeiler- bzw. Stützenteilung in der Längsrichtung des Gebäudes durch die Forderung bestimmt, jederzeit Einzelzimmer angemessener Breite schaffen zu können. Bei breiten Fenstern wird dies bei einer Pfeilerteilung von 3,75 m erreicht. Es ergibt sich dann eine lichte Zimmerbreite von rund 3,60 m. Bei schmalen Fenstern ist die Pfeilerteilung zweckmäßig mit 1,90 bis 2 m zu wählen, wobei sich lichte Zimmerbreiten von rund 3,65 bis 3,85 m ergeben. Die Teilung der Mittelstützen kann dann mit 7,50 bis 8 m angenommen werden. Für die Anordnung der Unterzüge und Deckenträger (bzw. Deckenbalken bei Eisenbetonbauten) gelten die Ausführungen wie für Fabrikgebäude. Die Entfernung der Deckenträger bzw. Deckenbalken voneinander ist zweckmäßig mit 2,20 bis 2,50 m anzunehmen. Günstige Raum- und Lichtverhältnisse bei Verwaltungsgebäuden ergeben sich bei einer äußeren Breite von 16 m und bei zwei mittleren Stützenreihen mit einem Mittenabstand von 2 bis 2,20 m. Ferner sei an dieser Stelle noch auf die Abmessungen von Durchfahrten in Fabrik- und Verwaltungsgebäuden hingewiesen. Die Berliner Baupolizei schreibt für geradlinige Durchfahrten eine Mindestbreite von 2,50 m zwischen den Wänden und von 2,20 m zwischen Bordschwellen oder Radabweisern sowie eine lichte Höhe von 3 m vor. Diese Maße sind hauptsächlich für den gelegentlichen Verkehr von Feuerwehrfahrzeugen festgelegt. Für den laufenden Fuhrwerks- und Fußgängerverkehr müssen aber wesentlich andere Abmessungen vorgesehen werden¹. Für die lichte Höhe ist der zu erwartende Lastfuhrwerksverkehr maßgebend². Keinesfalls aber ist eine kleinere Höhe als 3,50 m zu wählen.

Die Abhängigkeit der Baukosten von der Gebäudebreite und von der Ausführungsform ist aus Abb. 22 ersichtlich. Im übrigen ist die wirtschaftliche Breite vor allen Dingen mit Rücksicht auf die Tageslichtbeleuchtung zu bestimmen, wie weiter unten erläutert wird.

Die Bestimmung der Stockwerkszahl ist nach oben zum Teil durch behördliche Vorschriften beschränkt. Bauten mit mehr als 6 Vollgeschossen gelten als Hochhäuser; ihre Genehmigung muß in manchen Fällen auf dem Dispenswege erfolgen³. Sofern keine zwingenden Gründe vorliegen, ist es meist wirtschaftlicher, mit der Geschoßzahl nicht zu hoch zu gehen; Abb. 23 zeigt in diesem Zusammenhang die Abhängigkeit der bebauten Fläche von Fabrikbauten von der Gesamtnutzfläche aller Geschosse bei verschiedener Geschoßzahl. Man sieht aus diesem Schaubild, daß die Ersparnis an bebauter Fläche, also an Grundfläche, bei wachsender Geschoßzahl immer geringer wird. Es ist von Fall zu Fall durch Vergleich der Baukosten für Bauten mit ver-

¹ Hinweise über die Breite des Fahrweges, der Gehsteige und des Schutzstreifens an Stützen oder Pfeilern siehe Abschnitt „Fußböden und Fahrbahnen“.

² Siehe unter „Tore und Türen“.

³ Siehe auch den Abschnitt „Entwurf des Bebauungsplanes“.

schiedenen Geschößzahlen zu untersuchen, welche Geschößzahl — auch unter Berücksichtigung der Bodenpreise — den geringsten Gesamtaufwand, bezogen auf die Nutzfläche, ergibt.

Auch die Gebäudelänge ist einer Nachprüfung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten zugänglich. Der Abstand zwischen 2 Treppenhäusern ist durch behördliche Vorschriften insofern festgelegt, als die größte Entfernung eines Punktes im Arbeitsraum von der Tür des nächstgelegenen Treppenhauses nicht mehr als 30 m betragen darf (siehe Abb. 164 unter „Treppenanlagen“). Bei vorgelegten Treppenhäusern ergeben sich damit die Abstände von Mitte zu Mitte Tür je nach der Gebäudebreite (angenommen 16 bis 22 m) zu 43,50 bis 52 m. Im Mittel kann man mit 48 m Entfernung rechnen. Durch die behördlich geforderte Maximalentfernung der

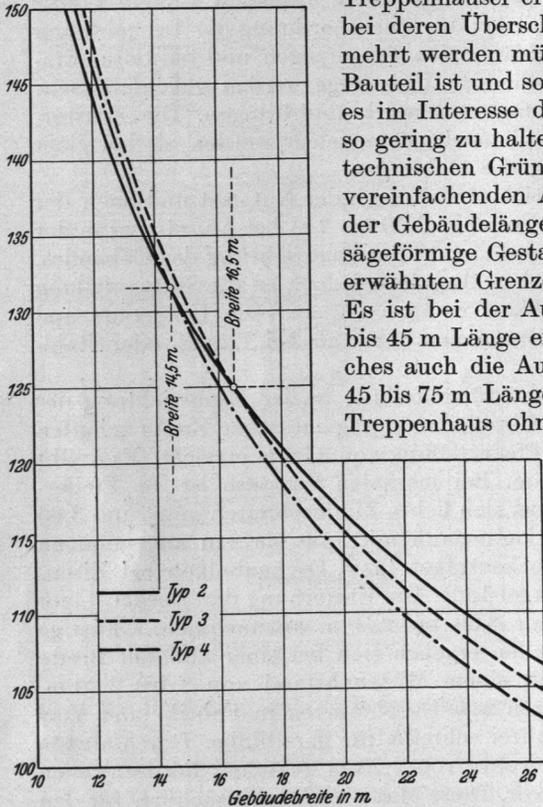


Abb. 22. Schaubild der relativen Kosten für 1 m² Nutzfläche von Stockwerksbauten in Abhängigkeit von der Gebäudebreite und der Ausführungform; die Kurven beziehen sich auf nichtunterkellerte Trägerbauten aus Erdgeschoß und 4 Obergeschossen mit einfachen Fenstern und Flachdach.

Der Tageslichtquotient ist das Verhältnis der Horizontalbeleuchtung im Raum zur gleichzeitig vorhandenen Horizontalbeleuchtung im Freien. Zur Beurteilung der Lichtverhältnisse in einem Raum wird häufig der Tageslichtquotient Punkt für Punkt über der Gebäudebreite aufgetragen und nachgeprüft, ob die Beleuchtung am ungünstigsten Punkt bei einer bestimmten Außenbeleuchtung ausreichend ist. Die Berechnung der Beleuchtung in jedem Punkt eines Raumes macht jedoch erhebliche Schwierigkeiten und birgt in Anbetracht der wohl in jedem Fall anders gearteten baulichen Verhältnisse des Raumes selbst und seiner Umgebung so große Fehlerquellen in sich, daß man sich wohl besser mit einer Ermittlung der „mittleren“ Beleuchtung des Raumes begnügt. Hierzu dient die von Frühling angegebene Wirkungsgradmethode, die also die Berechnung des Verhältnisses der mittleren Beleuchtung im Raum zur gleichzeitig vorhandenen Tageslichtbeleuchtung im Freien erlaubt. Die Abhängigkeit des hierdurch definierten mittleren Tageslichtquotienten von der Raumbreite und der Stockwerkshöhe zeigt Abb. 25; die Werte dieses Schaubildes sind an Hand der im Abschnitt „Beleuchtung“ gemachten Angaben unter gewissen Annahmen für den „Fensterfaktor“¹ errechnet.

¹ Siehe den Abschnitt „Beleuchtung“.

Treppenhäuser ergeben sich bei manchen Gebäudelängen Grenzfälle, bei deren Überschreitung die Zahl der Treppenhäuser um eins vermehrt werden müßte. Da ein Treppenhaus an und für sich ein teurer Bauteil ist und somit die Gesamtbaukosten merklich beeinflusst, liegt es im Interesse der Wirtschaftlichkeit, die Zahl der Treppenhäuser so gering zu halten, wie es aus verkehrstechnischen und sicherheitstechnischen Gründen möglich ist. In Abb. 24 ist — unter gewissen vereinfachenden Annahmen — die Abhängigkeit der Baukosten von der Gebäudelänge aufgetragen. Der entstehende Linienzug hat eine sägeförmige Gestalt, da die Baukosten bei Überschreitung der oben erwähnten Grenzen durch Vermehrung der Treppenhäuser springen. Es ist bei der Aufzeichnung der Kurve angenommen, daß Gebäude bis 45 m Länge ein großes, vorgebautes Treppenhaus erhalten, welches auch die Aufzugsanlage und die Aborte umfaßt; Gebäude von 45 bis 75 m Länge erhalten ein gleiches Treppenhaus und ein weiteres Treppenhaus ohne Aufzug und ohne Aborte; Gebäude von 75 bis 95 m Länge erhalten zwei große Treppenhäuser, Gebäude von 95 bis 145 m Länge zwei große und ein kleines, usw. (siehe Diagramm).

Sowohl bei Flach- und Hallenbauten als auch bei Stockwerksbauten steht die Gestaltung des Gebäudequerschnittes in besonderem Zusammenhang mit den Fragen der Tageslichtbeleuchtung. Diese Fragen werden heute leider noch meist rein gefühlsmäßig beurteilt, da zum Teil die Berechnung der Tageslichtbeleuchtung noch unbekannt ist. Im Abschnitt „Beleuchtung“, S. 214, ist aus diesen Gründen den Fragen der Tageslichtbeleuchtung ein verhältnismäßig breiter Raum gewidmet; die auf S. 216 des erwähnten Abschnittes wiedergegebene Formel für den mittleren „Tageslichtquotienten“ erlaubt die rechnerische Nachprüfung der Tageslichtbeleuchtung eines Raumes.

Die Anordnung von Oberlichtern ergibt eine besonders gute und gleichmäßige Beleuchtung. Man findet mitunter auch Flach- und Hallenbauten, deren gesamte Dachflächen mit Glas eingedeckt sind, doch ist dies aus wirtschaftlichen Gründen zu verwerfen, da auch mit geringeren Oberlichtflächen eine genügende Beleuchtung erreicht wird und da andererseits durch zu große Bemessung der Glasflächen hohe Betriebskosten (Heizung und Instandhaltung) entstehen. Man kann im allgemeinen folgende Werte für die Bemessung der Oberlichter annehmen:

1. für Werkstätten 30 bis 40 % der Dachgrundrißfläche, maximal 50 %,
2. für Lager 15 bis 20 % der Dachgrundrißfläche,
3. für Ofenbetriebe, z. B. Preßwerke, Schmieden, Härtereien, in denen zur Beobachtung der Glutfarben des Eisens eine gedämpfte Beleuchtung erwünscht ist, 10 bis 15 % der Dachgrundrißfläche.

Bei der Bemessung der oberen Lichtflächen ist auf eine etwa besonders starke Verschmutzung durch Wahl der höheren Werte Rücksicht zu nehmen. Sind die Umfassungswände von Flach- oder Hallenbauten mit Fenstern versehen, so ist bei der Bemessung der Oberlichter die Beleuchtung der an den Umfassungswänden liegenden Raumeile durch die Fenster zu berücksichtigen.

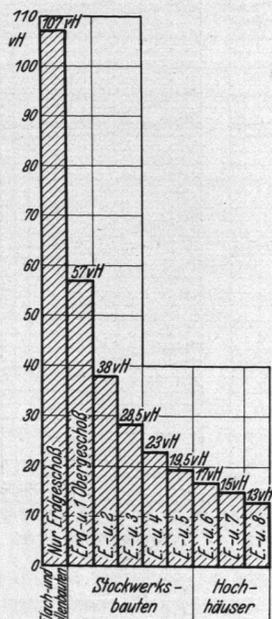


Abb. 23. Schaubild der Abhängigkeit der bebauten Fläche von der Gesamtnutzfläche aller Geschosse bei verschiedener Geschoßzahl.

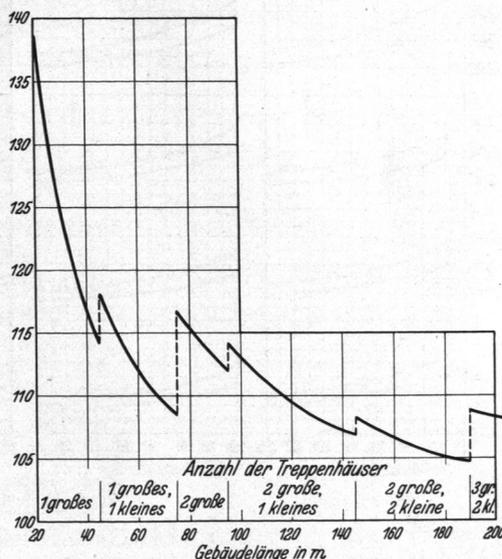


Abb. 24. Schaubild der relativen Kosten für 1 m² Nutzfläche in Abhängigkeit von der Gebäuelänge; der Linienzug bezieht sich auf nichtunterkellerte Trägerbauten aus Erdgeschoß und 4 Obergeschossen mit einfachen Fenstern und Flachdach.

Bei Sheddächern sind die verglasten (steilen) Dachflächen möglichst nach Norden zu legen. Die Glasflächen werden hierbei senkrecht oder geneigt angeordnet. Die kleinste Neigung gegen die Horizontale kann nach dem höchsten Sonnenstand, also nach der geographischen Breite des Standortes der Fabrik unter Benutzung folgender Formel¹ errechnet werden:

$$\alpha = 113,5^\circ - \beta.$$

Hierin ist:

- α = Neigungswinkel der Glasfläche gegen die Horizontale,
- β = Breitengrad.

Bei Stockwerksbauten werden in den Fabrikanlagen die Längswände meistens mit Fenstern versehen, die bei Massivbauten von Pfeiler zu Pfeiler oder bei Skelettbauten von Stütze zu Stütze durchgehen. Die Länge der Fenster² ist also durch die Bauausführung bestimmt, variabel ist nur die Fensterhöhe und damit — bei der Notwendigkeit, große Fensterflächen unterzu-

¹ Siehe auch Hütte des Bauingenieurs, Sonderausgabe des 3. Bandes, 21. Aufl. 1911.

² Es ist im allgemeinen üblich, von einer Fenster„breite“ zu sprechen, doch ist im vorliegenden Falle der Begriff „Länge“ gewählt worden, damit die Bezeichnung der Fensterdimensionen der Bezeichnung der Gebäude-dimensionen entspricht.

bringen — die lichte Geschoßhöhe. Die Glasflächen besonders tief herabzuziehen, also die Brüstungen sehr niedrig zu halten, ist beleuchtungstechnisch zwecklos, da die Beleuchtungsstärke immer auf die Höhe der Arbeitsfläche, also auf 0,75 bis 1 m über Fußboden, bezogen wird. Zur Bestimmung der Geschoßhöhe wird mitunter die Faustformel

$$T = 2 H$$

verwendet, in welcher

T = die von einer Fensterseite beleuchtete Raumtiefe,
 H = die lichte Geschoßhöhe

angibt. Diese Formel ergibt jedoch schmale, unwirtschaftliche Räume und ist im übrigen in dieser bestimmten Form überhaupt nicht anwendbar, da nach den Ausführungen im Abschnitt

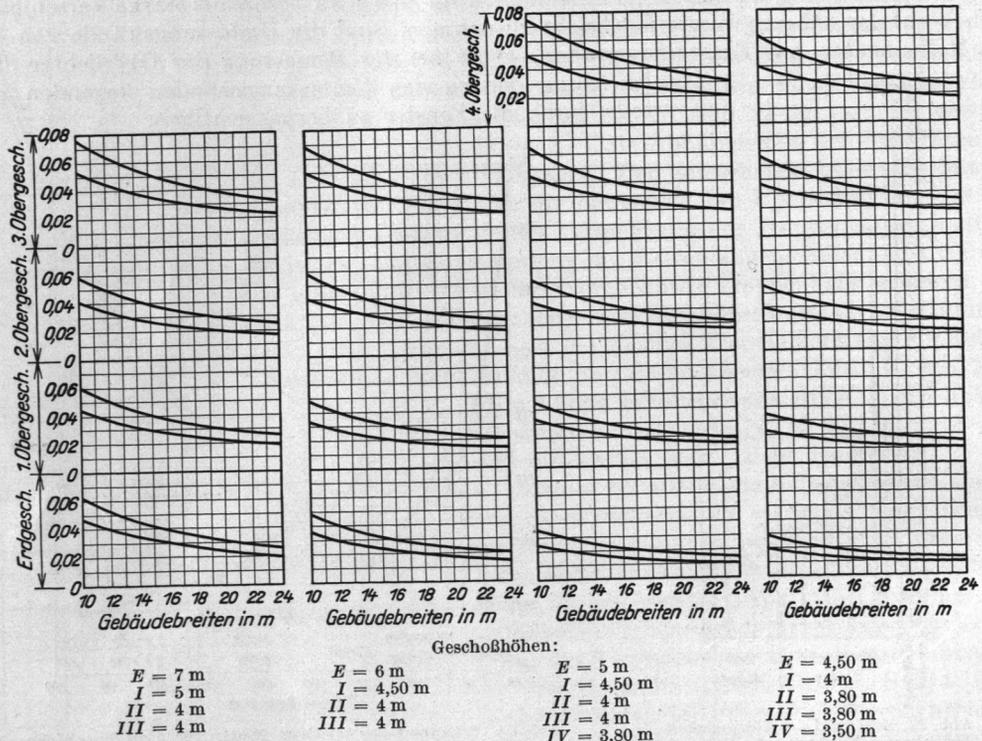


Abb. 25. Schaubild der Abhängigkeit des mittleren Tageslichtquotienten von der Gebäudebreite und der Geschoßhöhe bei Stockwerksbauten; die oberen Kurven beziehen sich auf Stahlskelettbauten, die unteren auf Trägerbauten. (Zugrunde gelegt sind 20 m Straßenbreite und 20 m Fronthöhe des gegenüberliegenden Gebäudes.)

„Beleuchtung“ der mittlere Tageslichtquotient von den baulichen Verhältnissen der Nachbarschaft im stärksten Maße abhängt.

So erwünscht an und für sich eine möglichst gute Tageslichtbeleuchtung ist, so sind doch andererseits der Anordnung zu großer Glasflächen wirtschaftliche Grenzen gesetzt. Einerseits werden die Anlagekosten durch Vergrößerung der Fenster sowie durch Vergrößerung der Etagenhöhe in zweifacher Hinsicht erhöht, andererseits wachsen auch die Kosten für die Ausführung der Heizungsanlage und besonders für deren Betrieb. In Abb. 26 ist der mittlere Wärmebedarf bei einfachen Fenstern und bei Doppelfenstern unter Annahme normaler Geschoßhöhen und normaler Fenstergrößen aufgetragen. Man sieht, daß auch die Heizungskosten einen gewissen Einfluß auf die Wahl der Ausführungsform besitzen. Sofern aus irgendeinem Grunde besonders große Glasflächen unerlässlich sind, ist es zweckmäßig, Doppelfenster oder wenigstens Doppelverglasung vorzusehen und größere Glasstärken zu wählen.

Die Geschoßhöhen können im allgemeinen, wenn also nicht besondere Verhältnisse vorliegen, wie folgt gewählt werden:

Erdgeschoß 4,50 bis 5 m,
 1. Obergeschoß 4 bis 4,50 m,

weitere Obergeschosse 3,80 bis 4 m,
 zurückgesetzte Dachgeschosse 3,50 bis 3,80 m,

Kellergeschoß 3 m, jedoch nicht weniger als 2,20 m lichte Höhe unter dem größten Träger der Kellergeschoßdecke.

Die Bauordnung für die Stadt Berlin schreibt für gewerbliche Räume eine lichte Mindesthöhe von 3 m vor. Für Keller- und Dachgeschoßräume, die zum dauernden Aufenthalt von Menschen dienen, wobei die Dauer der tatsächlichen Benutzung belanglos ist, wird eine lichte Mindesthöhe von 2,50 m bis zur Deckenplatte verlangt. Lagerkeller dienen in diesem Sinne nicht zum dauernden Aufenthalt von Menschen, auch wenn in ihnen die mit der Lagerung und Aufbewahrung verbundenen Arbeiten verrichtet werden. Die lichte Höhe solcher Kellerräume kann bis zu 2,20 m herabgedrückt werden. Möglichst ist auch hier eine lichte Höhe von 2,50 m bis zur Deckenplatte anzunehmen. In vielen Fällen muß sich die Kellerhöhe nach dem höchsten Grundwasserstand richten. Der Mindestabstand zwischen diesem und der Unterkante des Unterbetons des Kellerfußbodens soll 30 cm betragen, sofern keine — teure — Dichtung gegen Grundwasser vorgesehen wird. Im übrigen soll nach der Berliner Bauordnung der Fußboden des Kellergeschosses bei dauerndem Aufenthalt von Menschen mindestens 50 cm über dem höchsten Grundwasserstand liegen (was ja etwa dem vorstehend angegebenen Maß von 30 cm bis Unterkante Beton entspricht).

Die Aufteilung der Stockwerkshöhen muß im übrigen auch daraufhin nachgeprüft werden, daß die behördlich vorgeschriebene bzw. durch die Straßenbreite bedingte Gesimshöhe gewahrt wird.

In Verwaltungsgebäuden sind die Geschoßhöhen mit 3,50 bis 3,80 m anzunehmen. Keller für die Unterbringung von Garderoben müssen eine Geschoßhöhe von etwa 2,80 m, solche für die Unterbringung von Archiven, Brief- und Zeichnungsregistraturen, Lichtpausanstalten u. dgl. eine Geschoßhöhe von 3 m aufweisen.

Die Geschoßhöhen sind am besten so zu wählen, daß die Fußböden auf gleicher Höhe liegen, wie in etwa auf dem Grundstück vorhandenen Gebäuden, mit denen die neuen Gebäude in irgendeiner Form verbunden werden. Das Erdgeschoß soll bei Fabrikations- und Lagerräumen nach Möglichkeit zu ebener Erde liegen, damit Fahrzeuge irgendwelcher Art bequem in das Erdgeschoß hineinfahren können. Die genaue Höhenlage des Erdgeschoßfußbodens richtet sich nach der Straßenhöhe¹.

Die vorstehenden Ausführungen werden manchem Leser als allzu theoretisch — besonders soweit es sich um die wirtschaftlichen Betrachtungen handelt — erscheinen. Es muß zugegeben werden, daß in sehr vielen Fällen derartige Betrachtungen hinfällig sind, weil bereits durch vorhandene Baulichkeiten oder durch andere Umstände strenge Richtlinien für den Entwurf gegeben sind; in allen anderen Fällen aber ist es zweckmäßig, wirtschaftliche Untersuchungen in der angedeuteten Richtung anzustellen. Die vorstehenden Ausführungen machen keineswegs Anspruch darauf, absolut genaue und in allen Fällen zutreffende Werte anzugeben, vielmehr ist der bei der Niederschrift dieses Abschnittes erstrebte Zweck erfüllt, wenn hierdurch die Anregung zur Durchführung entsprechender Wirtschaftlichkeitsberechnungen in jedem Einzelfalle gegeben wird.

4. Entwurf des Bebauungsplanes.

Betriebstechnische Gesichtspunkte: Verkehr, Energieversorgung. — Behördliche Bestimmungen.

Die Anordnung einzelner oder mehrerer Gebäude auf einem Grundstück bedarf ebenso wie der Entwurf des Gebäudes selbst einer planvollen Durcharbeitung unter Berücksichtigung

¹ Ein gebräuchliches Straßenprofil ist aus Abb. 208 im Abschnitt „Fußböden und Fahrbahnen“ S. 122 ersichtlich.

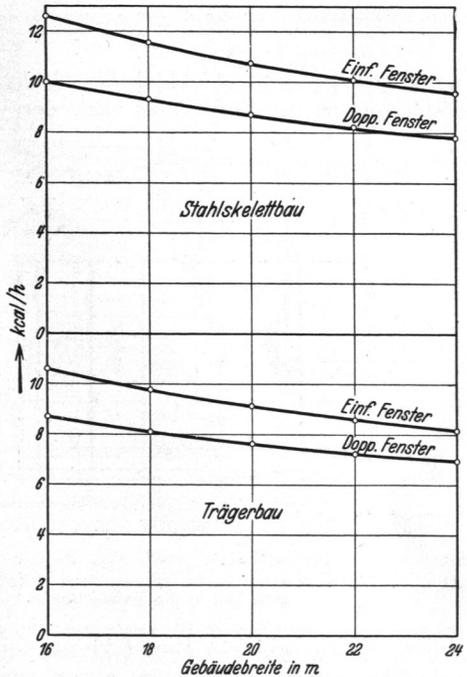


Abb. 26. Schaubild des mittleren Wärmebedarfs von Stockwerksbauten je m² umbauten Raumes in Abhängigkeit von der Gebäudebreite.

betriebstechnischer, baulicher und behördlicher Forderungen. Die Ergebnisse dieser Durch-
 arbeitung werden in dem Bebauungsplan festgelegt, der nicht nur für die augenblickliche Bau-
 absicht, sondern auch unter Berücksichtigung der

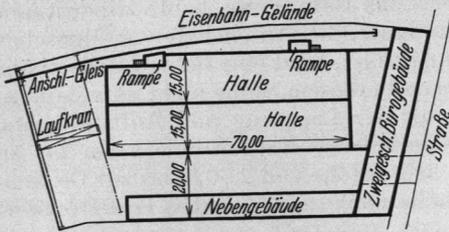


Abb. 27. Einfachste Form der Einführung eines Anschlußgleises.

später einmal zu erwartenden Erweiterungen aufzu-
 stellen ist. Hierbei sind etwa vorhandene Bauten
 nach Möglichkeit zu berücksichtigen, soweit sie sich
 in den Gesamtplan organisch einfügen. Bei dem Ent-
 wurf des Bebauungsplanes muß jedoch andererseits
 eine gewisse Großzügigkeit walten, indem kleinere
 und nebensächlichere Bauten unberücksichtigt bleiben.

Die Lage der Gebäude zueinander wird im wesent-
 lichen durch betriebstechnische Forderungen bedingt.
 Hierzu gehören in erster Linie verkehrstechnische

und energiewirtschaftliche Gesichtspunkte. Der oberste Grundsatz einer neuzeitlichen
 Fertigung ist die Forderung nach der Vermeidung überflüssiger Wege im Verkehr von Mensch

und Material innerhalb des Werkes. In
 dieser Hinsicht muß also bei der Auf-
 stellung des Bebauungsplanes der Be-
 triebsplan für den ersten und für den
 vollen Ausbau des Werkes — wenigstens
 in ganz großen Zügen — bekannt sein.

Die meisten Fabriken mittleren und
 größeren Umfanges kommen auch heute
 trotz der Entwicklung des Kraftwagen-
 verkehrs nicht ohne Anschlußgleise aus.
 In der Schwerindustrie spielen außerdem
 die Gleisanlagen auch für den Transport
 von Werkstoffen und Werkstücken inner-
 halb des Werkes eine große Rolle. Die
 glatte Abwicklung des Eisenbahnver-
 kehrs auf Anschlußgleisen und Werk-
 bahnen wird durch eine zweckentspre-
 chende Führung der Hauptgleise und

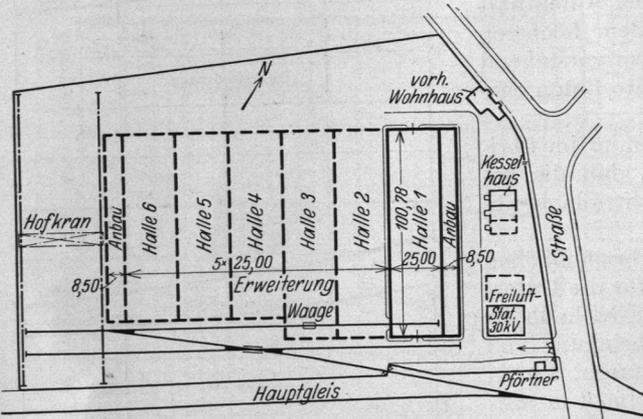


Abb. 28. Die Werksgleise liegen parallel dem Hauptgleis und führen zum Teil in die Hallen hinein.

durch eine geschickte Entwicklung der Nebengleise wesentlich gefördert. Hierbei sind Dreh-
 scheiben und Schiebebühnen soweit

wie möglich zu vermeiden, da sie den durchgehenden Ver-
 kehr sehr behindern. Durch die Gestaltung der Gleisan-
 lagen¹ wird die Anordnung der Gebäude stark beeinflusst.
 Der einfachste Fall der Entwicklung eines Anschlußgleises
 ist die Einführung eines Gleisstummels, der aus dem Zu-
 stellgleis seitlich abzweigt und vor einer Laderampe oder
 in einem Fabrikgebäude endet (siehe Abb. 27). Vollkom-

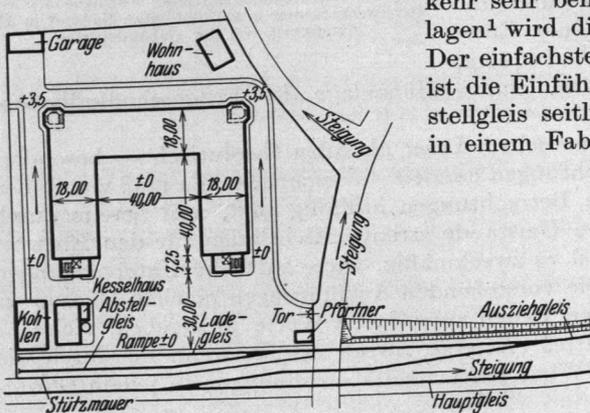


Abb. 29. Zur Überwindung eines Terrainunterschiedes zwischen Lade-
 gleisen und Hauptgleis ist ein Ausziehgleis angeordnet.

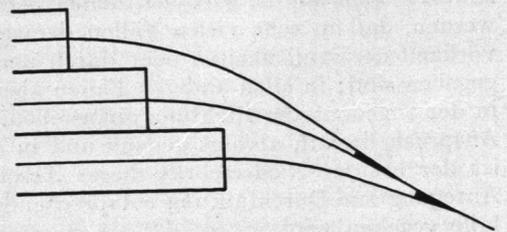


Abb. 30. Entwicklung mehrerer Werksgleise aus einem
 Zustellgleis.

menere Ausführungen von Anschlußgleisanlagen zeigen die Lagepläne nach Abb. 28 und 29.
 Während bei diesen Beispielen die Stammbahn an einer Seite des Grundstückes vorbeiführt,

¹ Ausführliche Angaben über die Bestimmungen für die Ausführung von Anschlußgleisen, insbesondere
 auch über Krümmungshalbmesser, Weichen, Abmessungen u. dgl. enthält der Abschnitt „Förderanlagen“.

muß sich bei anderen Werken, die eine tiefere Einführung der Gleise in das Werksgelände erfordern, die Anordnung und Entwicklung der Anschlußgleise in anderer Art vollziehen. Beispiele hierfür geben die Abb. 30 bis 33. Eine Anlage, deren Aufbau ihrer Natur nach überhaupt

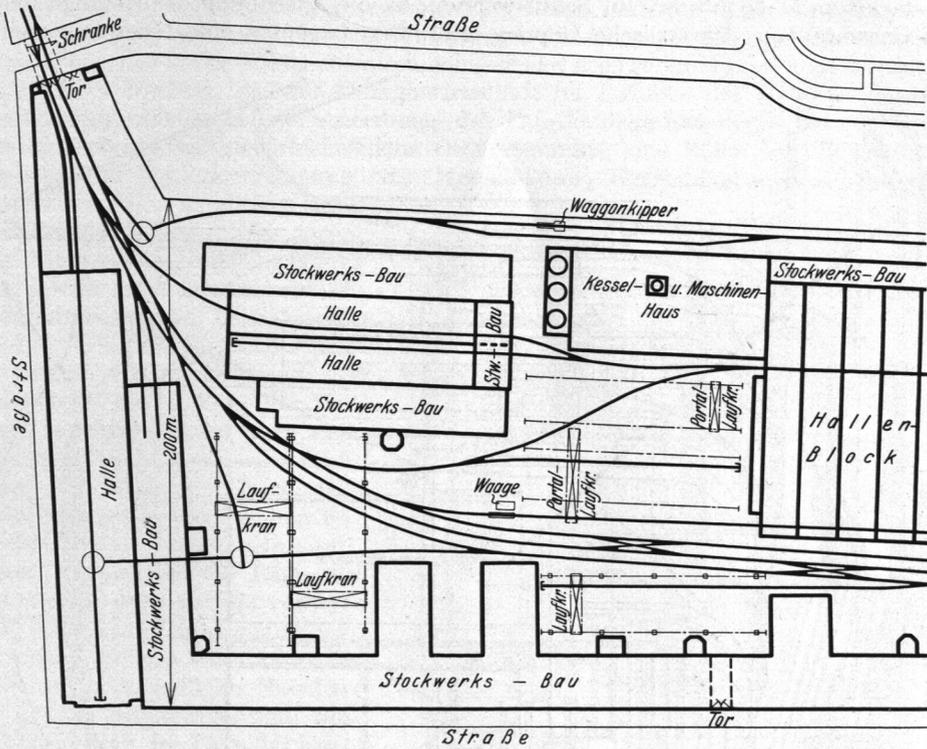


Abb. 31. Die Anordnung der Gebäude einer großen Maschinenfabrik wird durch die Entwicklung der umfangreichen Gleisanlagen stark beeinflusst.

restlos durch die Gleisanlage bedingt ist, zeigt die Abb. 34, die einen Straßenbahnhof darstellt. Ähnlich wird der Aufbau von Reparaturwerkstätten der Eisenbahn sowie die Anordnung von Waggon- und Lokomotivfabriken in besonders starkem Maße durch die Gleisanlage beeinflusst.

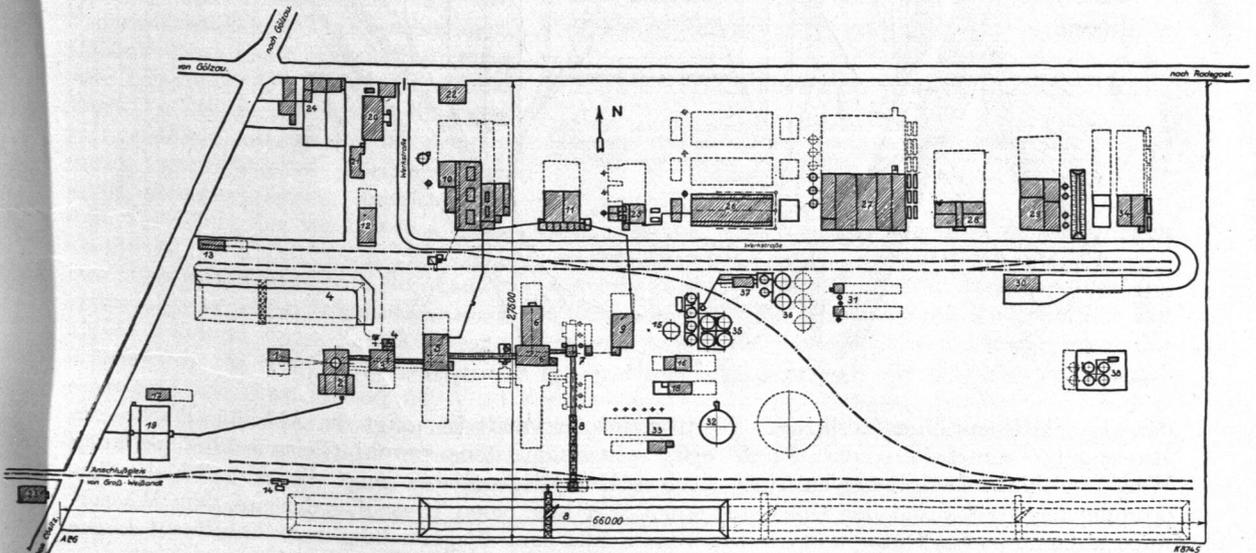


Abb. 32. Bei ausreichender Grundstücksgröße läßt sich eine übersichtliche Anordnung der Werksgleise erzielen; die Lage der Gebäude zueinander ist durch den Fabrikationsfluß des gemischten bergmännischen und chemischen Betriebes bedingt.

Wie durch vorstehende Ausführungen belegt, spielt die Gestaltung der Gleisanlagen bei der Planung von Fabrikanlagen mitunter eine ausschlaggebende Rolle. In gleichem Maße kann auch die Benutzung von Wasserwegen für den Bebauungsplan einer Fabrikanlage maßgebend sein. In stärkstem Maße gilt dies für Schiffswerften, da die Anordnung der Hellinge und Docks hier der Gesamtanlage das typische Gepräge gibt. Den Lageplan eines Dieselmotorenwerkes,

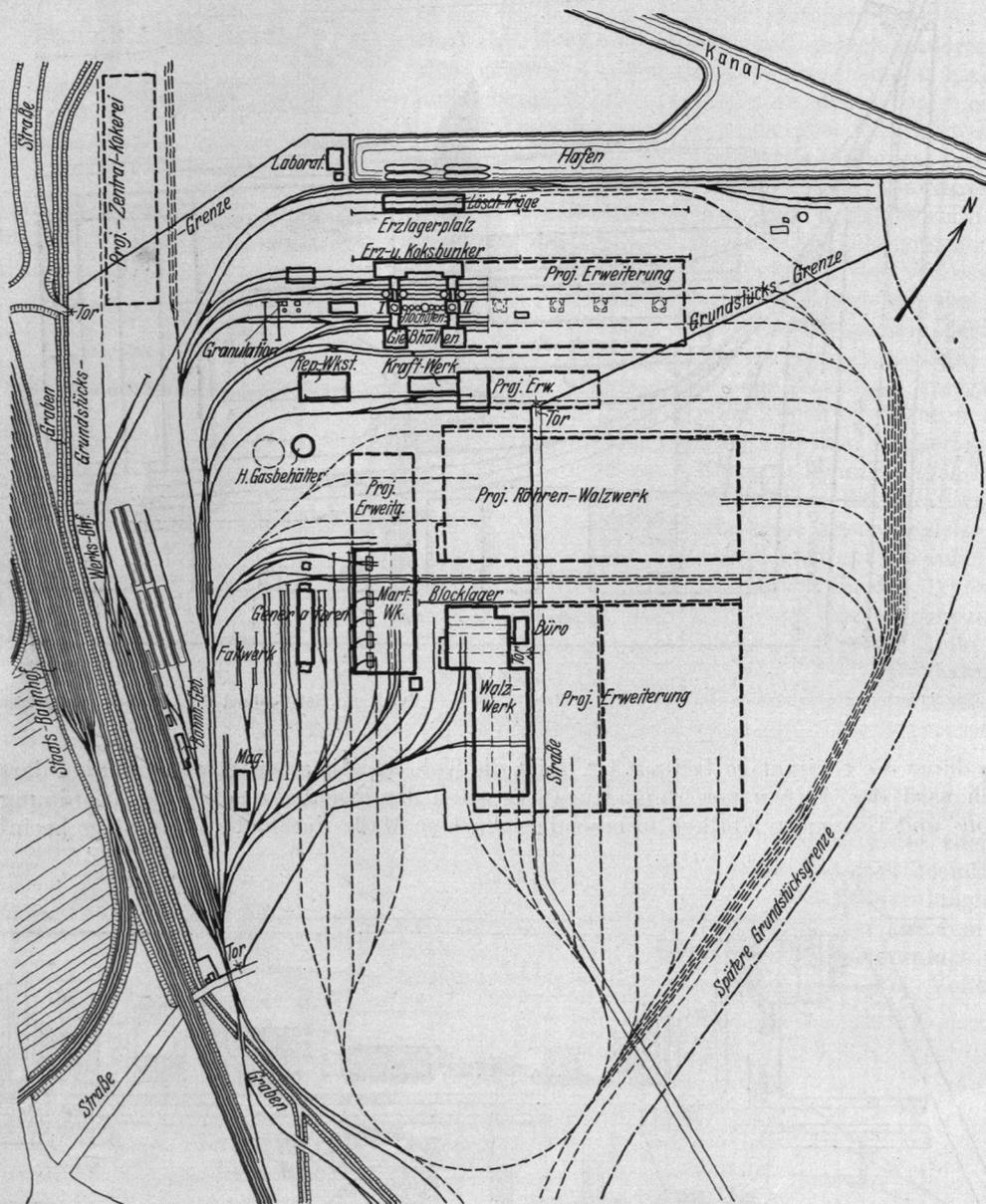


Abb. 33. Lageplan eines Werkes der Schwerindustrie.

das als Schiffsmaschinenfabrik dem Werftbetrieb verwandt ist, zeigt die Abb. 35. Werke, die Massengüter verarbeiten oder umschlagen, besitzen meistens sowohl Gleisanschluß als auch Wasseranschluß. Den Lageplan eines solchen Umschlagbetriebes zeigt die Abb. 36; die Anordnung der Gleise und des Gebäudes ermöglicht hier einen Umschlag der auf dem Wasserwege ankommenden Güter unmittelbar vom Schiff zum Waggon oder vom Schiff auf Lager bzw. vom Lager auf Waggon.

Besonders markante Beispiele für folgerichtige Anordnung der Gebäude und Förderanlagen

geben die Großkraftwerke, da bei ihnen auch die Transportkosten zur Erzielung höchster Wirtschaftlichkeit für den verarbeiteten Rohstoff (Kohle) so niedrig wie möglich gehalten werden müssen. Abb. 37 stellt den Lageplan eines neuzeitlichen Großkraftwerkes dar. Bei der Anlage eines Kraftwerkes sind gleichzeitig aber auch energiewirtschaftliche Gesichtspunkte ausschlaggebend; sie verschmelzen hier mit den förderungstechnischen Gesichtspunkten entsprechend der Umwandlung der in der Kohle chemisch gebundenen Energie in Wärme und in Elektrizität.

Je nach dem Umfang, den die Energiewirtschaft im Rahmen der Gesamtkosten einer Fabrik einnimmt, spielen bei der Anordnung der Fabrikanlage und damit bei der Aufstellung des Bebauungsplanes energiewirtschaftliche Gesichtspunkte eine Rolle. Im allgemeinen sollen die Zentralen der Energieversorgung, also Kesselhäuser, Kraftanlagen, Gasanstalten, Preß-

luftzentralen u. dgl., möglichst nahe dem Schwerpunkt des Energieverbrauches liegen. Dieser Idealzustand läßt sich jedoch nicht immer verwirklichen, da bautechnische, betriebstechnische oder verkehrstechnische Rücksichten einmal eine Anordnung der Energiezentralen in der Nähe der Verkehrswege verlangen, dann aber auch zur Vermeidung von Staub- und Rußbelastigung die Lage der Energiezentralen außerhalb des eigentlichen Fabrikationsgebietes erwünscht sein kann¹.

In solchen Fällen soll die Lage der Energiezentralen auch auf die vorherrschende Windrichtung sinngemäß Rücksicht nehmen; andererseits kann die Rücksicht auf empfindliche Nachbarbetriebe gerade entgegengesetzte Bindungen hinsichtlich der Lage der Energiezentralen auferlegen, wie dies bereits im Abschnitt „Wahl des Standortes und des Grundstückes für die Neuanlage von Fabriken“ ausgeführt ist. Mitunter ist auch eine unmittelbare Verbindung des Kohlenlagers mit den Feuerungsbetrieben (Kesselanlagen, Gasanstalten) nicht erforderlich, wenn der Transport der Kohle durch das Werk — sei es durch Standbahnen, Hängebahnen, stetige Förderung oder durch pneumatische Förderung — keine Schwierigkeiten bereitet und

dem Transport der veredelten Energieformen (Dampf, Gas, Preßluft) wirtschaftlich überlegen erscheint. Die Elektrizitätsversorgung ist — was als einer ihrer grundlegenden Vorteile gilt — besonders unabhängig von der Lage der Zentrale zu den Verbrauchsstellen, da die Fortleitung elektrischer Energie bekanntlich auch bei noch viel größeren Entfernungen wirtschaftlich ist, als sie jemals in einem Fabrikbetrieb vorkommen können. Bei ausgedehnten Anlagen ist es nur erforderlich, die elektrische Energie mit einer höheren Spannung als der üblichen Verbrauchsspannung von etwa 220 bis 500 V zu verteilen und an einigen Punkten des Betriebes Unterstationen anzuordnen, in denen der Strom auf die Verbrauchsspannung herabgespannt wird². Bei Fremdbezug von elektrischer Energie sind Übergabestellen vorzusehen, die ihrer Natur nach möglichst in der Nähe der Grundstücksgrenzen angeordnet werden³.

¹ Anhaltswerte über den Platzbedarf von Kraftanlagen, Kesselanlagen, Gasanstalten u. dgl. enthält das Kapitel „Energieversorgung“.

² Ungefähre Angaben über den Platzbedarf von Umspannstationen und weitere Hinweise sind im Kapitel „Energieversorgung“ enthalten.

³ Näheres siehe unter „Werksicherheitsanlagen“ und „Energieversorgung“.

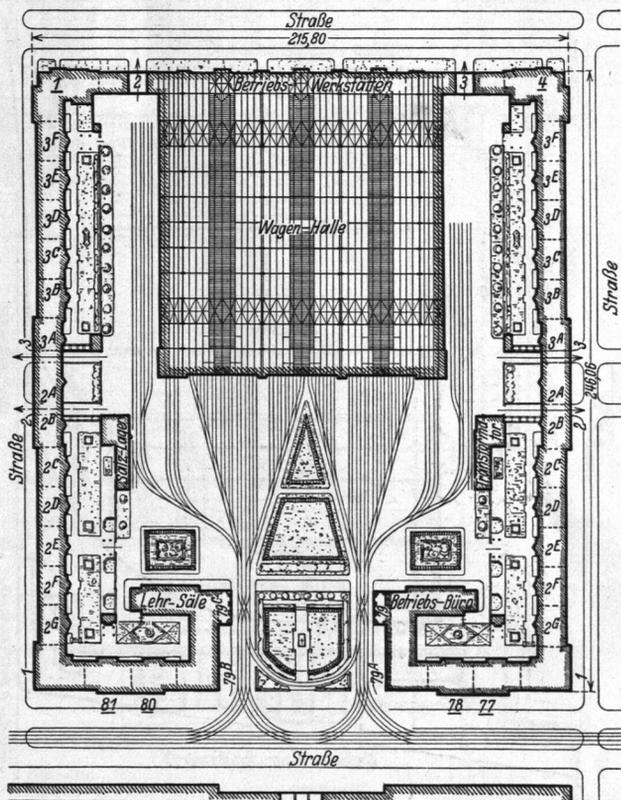


Abb. 34. Der Lageplan eines Straßenbahnhofs wird von der Gleisanlage beherrscht. (Das Bild ist der Veröffentlichung von G. Mensch „Der neue Bahnhof Müllerstraße der Berliner Straßenbahn-Betriebs-G. m. b. H.“ Baug. 1928, Heft 21 entnommen.)

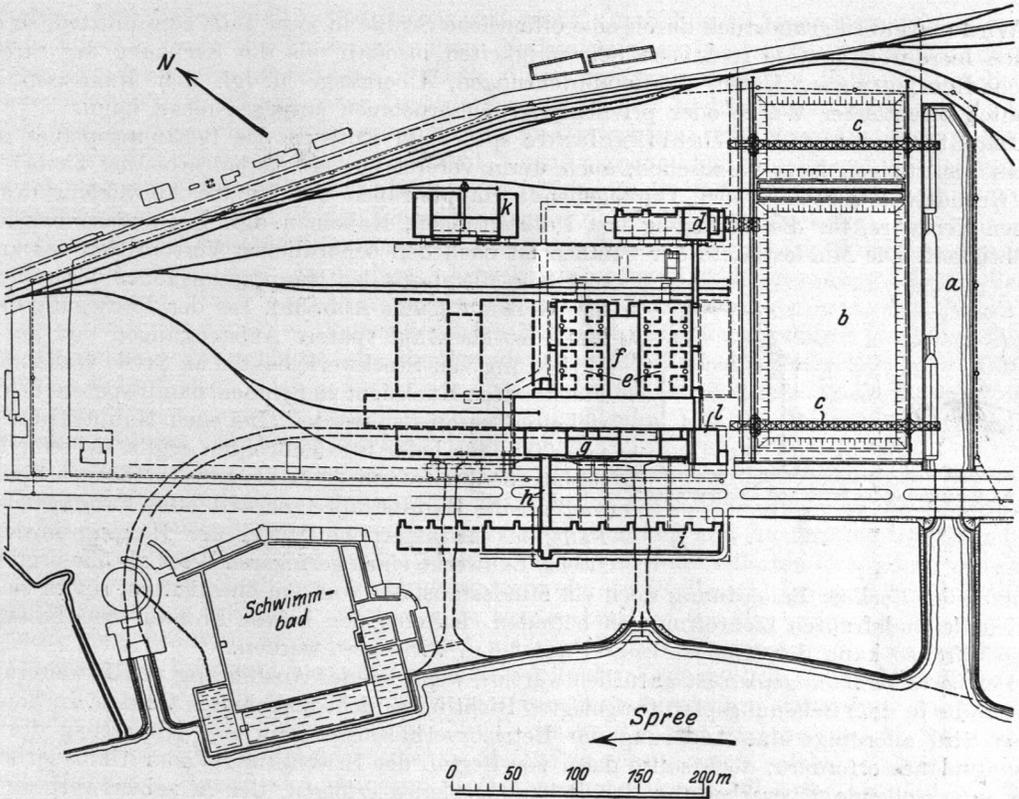


Abb. 37. Lageplan eines Großkraftwerkes.

a Stichkanal, b Kohlenlager, c Lagerplatzbrücken, d Kohlenmahanlage, e Kesselhäuser, f Vorwärmerhalle, g Transformatorenkammern, dahinter Maschinenhalle, h Kabelbrücke, i Schalhaus, k Werkstattgebäude, l Bürogebäude.

Baugrundstück	53 604,08 m ²
Zulässige Bebauung	
53 604,08 · 8	428 832,64 m ³
Projektierte Bebauung	428 762,00 m ³
Überschuß	70,64 m ³

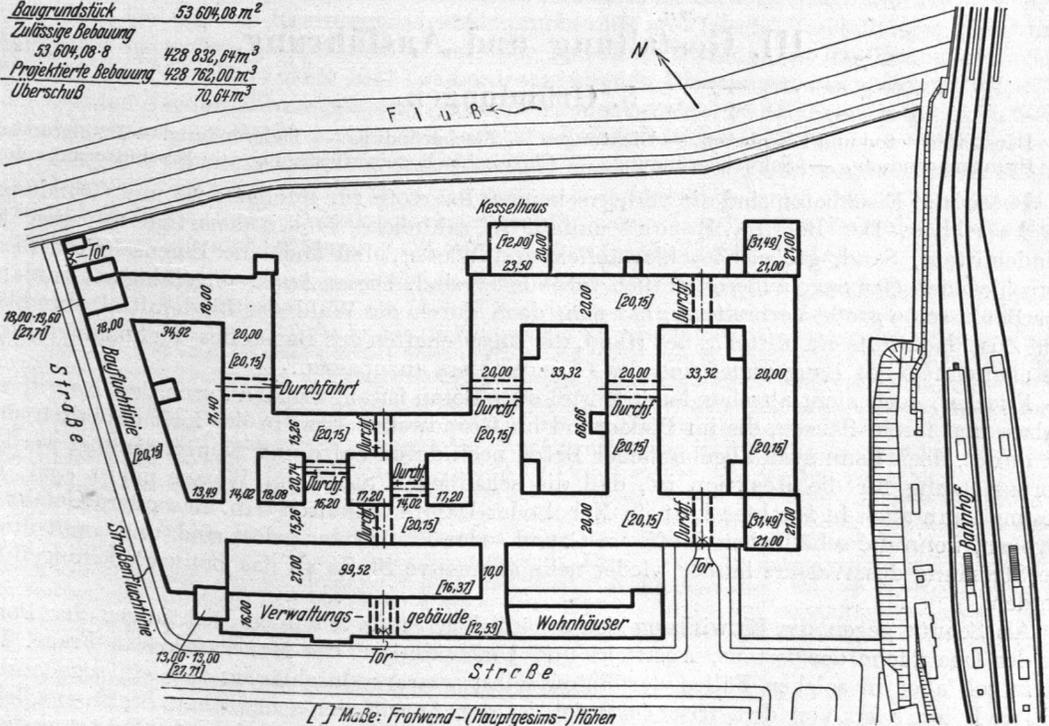


Abb. 38. Bebauungsplan eines Fabrikgrundstücks mit Angaben für die Baumassenberechnung.

Wird ein Fabrikgrundstück durch eine öffentliche Straße in zwei Teile zerschnitten, so entstehen hierdurch gewisse rechtliche Schwierigkeiten insofern, als die Kreuzung der Straßen durch Rohrleitungen, Kabel, Fördereinrichtungen, Übergänge u. dgl. den Interessen und Rechten öffentlicher Werke oder privilegierter Unternehmen entgegenstehen kann.

Die Straßen auf dem Fabrikgelände sind beim Entwurf des Bebauungsplanes nach einem großzügigen Netz vorzusehen, auch wenn vorerst nur ein verhältnismäßig kleiner Teil des Grundstückes bebaut wird. Durchgehende Hauptstraßen sind für die Abwicklung des internen Verkehrs, für die Verlegung von Rohrleitungen, Kabeln u. dgl. von außerordentlicher Wichtigkeit. Die Mindestbreite der Straßen ist nach den behördlichen Vorschriften das arithmetische Mittel aus den Hauptgesimshöhen der anliegenden Gebäude (siehe Abb. 39). Bei der Festlegung dieser Maße ist auch auf spätere Aufstockungen und auf die Errichtung von Stockwerksbauten an Stelle vorhandener Flachbauten Rücksicht zu nehmen, damit spätere Schwierigkeiten vermieden werden. Bei einer Hauptgesimshöhe von 20 m für beide Straßenfronten ergibt sich eine Mindeststraßenbreite von 20 m als zweckmäßigstes Breitenmaß für die Hauptstraße innerhalb eines Fabrikgeländes.

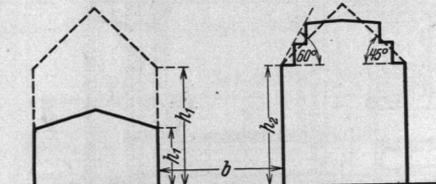


Abb. 39. Berechnung der Breite von Fabrikstraßen:

$$b = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

Falls das arithmetische Mittel der Hauptgesimshöhen zweier Bauwerke einen geringeren Wert als 5 m ergibt, so ist nach der Berliner Bauordnung doch ein Mindestabstand von 5 m einzuhalten, sofern sich in beiden Gebäudefronten Lichtöffnungen befinden. Ist eine der beiden Fronten feuerbeständig ausgeführt, so kann der Mindestabstand auf 2,5 m verringert werden.

Der beste Bebauungsplan ist natürlich wertlos, wenn bei der Ausführung von Erweiterungsbauten die in dem Bebauungsplan festgelegten Richtlinien nicht eingehalten werden. In Sonderfällen wird allerdings eine Änderung der Betriebsverhältnisse auch eine Anpassung des Bebauungsplanes erfordern, doch sollte dann vor Beginn der Erweiterungs- oder Umbauarbeiten eine entsprechende Überarbeitung des Bebauungsplanes erfolgen, der in seiner verbesserten Gestalt für alle Bauausführungen maßgebend sein muß.

III. Gestaltung und Ausführung.

5. Gründungen.

Baustoffe: Beton und Eisenbeton. — Dichtungen. — Flachgründung. — Tiefgründung. — Pfahlgründung. — Brunnengründung. — Schwebegründung. — Chemische Bodenverfestigung. — Erschütterungsschutz.

Beton und Eisenbeton sind die vorherrschenden Baustoffe für Fundamente und Gründungen im Fabrikbau. Der Begriff „Beton“ umfaßt so zahlreiche verschiedenartige Gemenge aus Bindemitteln, Sand, groben Zuschlagstoffen und Wasser, daß auch die Eigenschaften dieser verschiedenen Gemenge außerordentlich verschieden sind. Dieser Anpassungsfähigkeit verdankt der Beton seine große Verbreitung, hat man doch durch die Wahl der Bindemittel, Zuschläge und Zuschlagsstoffe ein Mittel in der Hand, die Eigenschaften des Baustoffes der mannigfaltigen Beschaffenheit des Baugrundes und des Grundwassers anzupassen.

Frischer, noch nicht abgebundener Mörtel oder Beton ist am meisten durch den Angriff von Salzen und freien Säuren, die im Boden und im Grundwasser bzw. in der Luft enthalten sind, gefährdet, doch kann auch abgebundener Beton noch durch Salze und Säuren zerstört werden. Voraussetzung für die Reaktion ist, daß die schädlichen Stoffe im Wasser gelöst sind; die Lösung kann auch in feuchter Luft, in Nebel oder Dampf enthalten sein. Besondere Gefahr ist gegeben, wenn die schädlichen Stoffe im Grund- oder Flußwasser gelöst sind und somit durch die Strömung des Wassers immer wieder neue aggressive Stoffe an das Bauwerk herangeführt werden.

Als Schutz gegen die Einwirkung der schädlichen Stoffe kommen Dichtungen der Poren an der Oberfläche des Betons, Anstriche und Umkleidungen des Mauerwerkes in Frage. Vor allem soll aber in solchen Fällen der Beton selbst wasserundurchlässig, also ein sogenannter dichter Beton sein. Von dem frischen Beton ist der Angriff der schädlichen Stoffe möglichst fern-
lange, unter allen Umständen aber während der Abbindezeit und im Anfang des Erhärtens fern-