

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

L. inw.

~~26~~

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

hen

g und

ierung

von Hochbauten

Von

Stadtbaurat Karl Hofmann

Mit 83 Abbildungen



1071

3914848

1528 0189

Ingenieur- und Hochbau

aus der Sammlung Götschen

Jeder Band in Leinwand geb. RM. 1.62

Bei gleichzeitiger Abnahme gleicher oder inhaltlich zusammengehöriger

Bände treten folgende Gesamtpreise in Kraft: 10 Exemplare RM. 14.40;

25 Exemplare RM. 33.75; 50 Exemplare RM. 63.—

Allgemeine Grundlagen.

- Geologie.** Von Prof. Dr. Edgar Dacqué. 2 Bände . . . Nr. 13, 846
- Mineralogie.** Von Prof. Dr. R. Brauns Nr. 29
- Petrographie.** Von Prof. Dr. W. Bruhns. Neubearbeitet
von Prof. Dr. P. Ramdohr Nr. 173
- Praktisches Zahlenrechnen.** Von Prof. Dr.-Ing.
P. Werkmeister Nr. 405
- Technische Tabellen und Formeln.** Von Prof. Dr.-Ing.
W. Müller Nr. 579
- Statische Berechnung des Bautechnikers.** Von Dipl.-
Ing. Walter Selckmann. 2 Bände Nr. 784, 785
- Statik. I.** Die Grundlehren der Statik starrer Körper. Von
Priv.-Doz. Dr. Ferd. Schleicher Nr. 178
- II.** Angewandte Statik. Von Prof. Dipl.-Ing. W. Hauber Nr. 179
- Graphische Statik** mit besonderer Berücksichtigung der
Einflußlinien. Von Dipl.-Ing. Otto Henkel. 2 Bände Nr. 603, 695
- Festigkeitslehre.** Von Prof. W. Hauber Nr. 288
- Aufgabensammlung zur Festigkeitslehre** mit Lö-
sungen. Von Dipl.-Ing. R. Haren. Neubearbeitet von Dipl.-
Ing. J. Furtmayr Nr. 491
- Hydraulik.** Von Prof. W. Hauber Nr. 397
- Kinematik.** Von Dipl.-Ing. Hans Polster Nr. 584
- Getriebelehre.** Von Dipl.-Ing. Hans Polster und Dipl.-Ing.
P. Grodzinski. 2 Bände Nr. 1061, 1062
- Dynamik.** Von Prof. Dr. Wilhelm Müller. 2 Bände Nr. 902, 903
- Technische Schwingungslehre.** Von Dr.-Ing. L. Zipperer.
2 Bände Nr. 953, 961
- Elastizitätslehre für Ingenieure.** Von Prof. Dr.-Ing.
Max Enßlin. 2 Bände Nr. 519, 957
- Die Baumaschinen.** Von Ing. Joh. Körting Nr. 702
- Graphische Darstellung in Wissenschaft und Tech-
nik.** Von Prof. Dr. M. Pirani und Dr. I. Runge Nr. 728
- Schattenkonstruktionen.** Von Prof. J. Vonderlinn Nr. 236
- Parallelenkonstruktion, Rechtswinkel- und schiefwinkliger
Axonometrie Nr. 260**
- Zentrierte Projektionen** Neubear-
beitet von Prof. Dr. J. Vonderlinn Nr. 57
- Darstellung der Projektionen** Nr. 57
- 4 Bände** 42, 143, 144, 1063
- Die Projektionen** Nr. 506, 853, 854
- Geometrie** n Prof.
- Dr.** Nr. 102

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000295754

Vermessungskunde. Von Prof. Dipl.-Ing. P. Werkmeister.	
3 Bände	Nr. 468, 469, 862
Die Baustoffe des Beton- und Eisenbetonbaus. Von Prof. Otto Graf	Nr. 984
Baustoffverarbeitung und Baustellenprüfung des Betons. Von Prof. Dr.-Ing. A. Kleinogel	Nr. 978
Materialprüfungswesen. Einführung in die moderne Technik der Materialprüfung. Von Prof. Dipl.-Ing. K. Memmler. 3 Bände	Nr. 311, 312, 1029
Nomographie des Bauingenieurs. Von Prof. Dr.-Ing. Max Mayer	Nr. 959

Ingenieurbau.

Die Kostenberechnung im Ingenieurbau. Von Prof. E. Kuhlmann und Dr.-Ing. H. Nitzsche	Nr. 750
Der Grundbau. I. Der Baugrund und die Baugrube. Von Priv.-Doz. Dr.-Ing. Joachim Schultze	Nr. 990
Erdbau. Von Reg.-Baumeister Erwin Link	Nr. 630
Erddruck, Futter- und Stützmauern. Von Dr.-Ing. F. Kann	Nr. 1011
Landstraßenbau. Von Obering. A. Liebmann	Nr. 598
Betonstraßenbau. Von Dr.-Ing. W. Petry	Nr. 976
Die Entwicklung des neuzeitlichen Eisenbahnbaues. Von Dipl.-Ing. Alfred Birk	Nr. 553
Die Linienführung der Eisenbahnen. Von Geh. Baurat Prof. Dr.-Ing. H. Wegele	Nr. 623
Bahnhofsanlagen. Von Geh. Baurat Prof. Dr.-Ing. H. Wegele. 2 Bände	Nr. 989, 1036
Straßenbahnen. Von Dipl.-Ing. August Boshart	Nr. 559
Kolonial- und Kleinbahnen. Von Geh. Oberbaurat Prof. F. Baltzer. 2 Bände	Nr. 816, 817
Lehrgerüst- und Schalungsbau. Von Prof. Dr.-Ing. A. Troche	Nr. 1053
Die allgemeinen Grundlagen des Brückenbaues. Von Dr.-Ing. K. Schaechterle	Nr. 687
Gründungen der Brücken. Von Prof. Th. Janssen	Nr. 803
Holzbrücken. Von Oberregierungsbaurat Dr.-Ing. K. Schaechterle	Nr. 964
Stein- und Betonbrücken. Von Dipl.-Ing. E. Richter	Nr. 997
Eisenbetonbrücken. Von Dr.-Ing. K. W. Schaechterle	Nr. 627
Eiserne Balkenbrücken. Von Prof. Dr. J. Melan	Nr. 977
Kreislauf des Wassers und Gewässerkunde. Von Dr.-Ing. R. Drenkhahn	Nr. 960
Wehr- und Stauanlagen. Von Baurat Dr.-Ing. Paul Böß	Nr. 965
Flußbau. Von Reg.-Baumeister Otto Rappold	Nr. 597
Kanal- und Schleusenbau. Von Regierungsbaumeister Otto Rappold	Nr. 585
Wasserkraftanlagen. Von Dr.-Ing. Felix Bundschu. 2 Bände	Nr. 665, 666
Talsperren. Von Dr.-Ing. N. Kelen	Nr. 1044
See- und Hafenbau. Von Regierungsbaumeister a. D. Franz Franzius und Marinebaurat z. D. Karl Bökemann	Nr. 962
Meliorationen. Von Baurat Otto Fauser. 2 Bände	Nr. 691, 692

Wasserversorgung der Ortschaften. Von Prof. Dr.-Ing. Robert Weyrauch	Nr. 5
Entwässerung und Reinigung der Gebäude mit Einschluß der Abortanlagen. Von Dipl.-Ing. W. Schwaab	Nr. 822
Gas- und Wasserversorgung der Gebäude. Von Dipl.-Ing. Wilhelm Schwaab	Nr. 412
Blitzschutz der Gebäude. Von Baurat H. Klalber	Nr. 982
Der Feuerschutz der Bauwerke. Von Dr.-Ing. H. Silomon	Nr. 998

Hochbau.

Fundamentierung und Feuchtigkeits-Isolierung von Hochbauten. Von Stadtbaurat Karl Hofmann	Nr. 1071
Maurer- und Steinhauerarbeiten. Von Prof. Dipl.-Ing. W. Becker.	
II. Gewölbe und Guribogen. Steinerne Fußböden und Treppen	Nr. 420
III. Fußböden. Putz- und Stuckarbeiten. Wandbekleidungen und Stengesimse	Nr. 421
Zimmerarbeiten. Von Prof. Carl Opitz. 2 Bände	Nr. 489, 490
Tischler- (Schreiner-)Arbeiten. Von Prof. E. Viehweger und Architekt M. Massalski. 3 Bände	Nr. 502, 503, 755
Heizung und Lüftung. Von Ing. Joh. Körting. 2 Bde.	Nr. 342, 343
Gas- und Wasserversorgung der Gebäude. Von Dipl.-Ing. Wilhelm Schwaab	Nr. 412
Entwässerung und Reinigung der Gebäude. Von Dipl.-Ing. Wilhelm Schwaab	Nr. 822
Eisenkonstruktionen im Hochbau. Von Ing. Georg Janetzki	Nr. 322
Der Eisenbetonbau. Von Regierungsbaumeister K. Röble. Neubearbeitet von Dipl.-Ing. O. Henkel	Nr. 349
Bauführung im Hochbau. Von Architekt B. D. A. Emil Beutinger	Nr. 399
Blitzschutz der Gebäude. Von Baurat H. Klalber	Nr. 982
Der Feuerschutz der Bauwerke. Von Baurat Dr.-Ing. H. Silomon	Nr. 998
Wohnhäuser. Von Regierungsbaumeister Kurt Gabriel. 2 Bände	Nr. 839, 840
Gasthäuser u. Hotels. Von Architekt M. Wöhler. 2 Bde.	Nr. 525, 526
Geschäfts- und Warenhäuser. Von Baurat H. Schlepman. 2 Bände	Nr. 655, 656
Industrielle und gewerbliche Bauten (Speicher, Lagerhäuser und Fabriken). Von Architekt Heinrich Selzmann. 3 Bände	Nr. 511, 512, 513
Ländliche Bauten. Von Baurat Ernst Kühn. 3 Bände	Nr. 758, 759, 760
Militärische Bauten I. Von Reg.-Baumeister R. Lang	Nr. 626
Die Baukunst des Schulhauses. Von Prof. Dr.-Ing. Ernst Vetterlein. 2 Bände	Nr. 443, 444
Märkte und Markthallen für Lebensmittel. Von Städt. Baurat Richard Schachner. 2 Bände	Nr. 719, 720
Öffentliche Bade- und Schwimmanstalten. Von Geh. Baurat Dr. Carl Wolff	Nr. 380
Sportanlagen I. Von Prof. Dr.-Ing. E. Schmitt	Nr. 684

Sammlung Götschen

Fundamentierung und Feuchtigkeits-Isolierung von Hochbauten

Von

Karl Hofmann

Stadtbaurat u. Reg.-Baumeister a. D.

Mit 83 Abbildungen



Walter de Gruyter & Co.

vormals G. J. Götschen'sche Verlagshandlung · J. Guttentag, Verlags-
buchhandlung · Georg Reimer · Karl J. Trübner · Veit & Comp.

Berlin 1933 Leipzig



~~T 9/6~~

Alle Rechte, insbesondere das Übersetzungsrecht
von der Verlagshandlung vorbehalten.

Archiv-Nr. 11 1071.

I 301429

Druck von Walter de Gruyter & Co., Berlin W 10.
Akc. Nr. 4016/51

BPK-B-1/2017

Inhaltsverzeichnis.

I. Abschnitt: Fundamentierung von Hochbauten.

	Seite
1. Kapitel: Der Baugrund.	
Allgemeines	5
Güte des Baugrundes	7
Druckfestigkeit und zulässige Beanspruchung des Baugrundes ...	8
Bodenuntersuchungen	10
Probebelastungen	13
Verbesserung schlechten Baugrundes	15
2. Kapitel: Allgemeine statische Gesichtspunkte.	
Abmessungen der Fundamente	17
Zulässige Beanspruchungen	18
Bestimmung der Mittelkraftslinie (Materialbeanspruchung, Kanten- pressung)	19
Sicherung des Bauwerks gegen seitliches Ausweichen.	23
Setzen des Bauwerks	24
Sicherung von Bauwerken im Bergbau-Gebiet	25
3. Kapitel: Anlage der Baugrube.	
Baugrube im Trocknen	27
Baugrube an und im Wasser	31
Bewältigung des Grundwassers	36
Mechanische Hilfsmittel	39
4. Kapitel: Die verschiedenen Gründungsarten im Hochbau.	
Allgemeine technologische Einteilung der verschiedenen Gründungs- arten	40
Grundmaurererbreiterung	41
Pfeilergründung und umgekehrte Gewölbe	46
Plattengründung	48
Betonschüttungen unter Wasser	51
Gründung unter Anwendung von Sandschüttungen	54
Gründung mittels Schwellrostes	55
Gründung mittels Schwimmkastens	57
Das Versteinerungsverfahren und das Betonspritzverfahren (Torkret- verfahren)	57
Die Brunnengründung	59
Die Preßluftgründung	64
Die Pfahlgründung	65
a) Holzpfähle	65
b) Eisenpfähle	67
c) Der Holzpfahlrost	67
d) Pfähle aus Beton und Eisenbeton	69
e) Der Eisenbetonpfahlrost	77

II. Abschnitt: Feuchtigkeits-Isolierung von Hochbauten.

Allgemeines	81
Mittel gegen aufsteigende Feuchtigkeit	83
Mittel gegen seitlich eindringende Feuchtigkeit	85
Wahl der Dichtungsart	85
Schutz des Kellermauerwerks gegen Einflüsse chemischer Natur ..	92
Trockenlegung von Kellermauerwerk	94
Register	97

Literatur

über Grundbau, Fundamente und Isolierungen.

- Brennecke, Handbuch der Baukunde, Abt. III: Der Grundbau, 3. Aufl., Berlin 1906. Verlag W. Ernst & Sohn, Berlin.
- Handbuch für Eisenbetonbau, 3. Aufl., Bd. III, 1922. Verlag W. Ernst & Sohn, Berlin.
- Zeitschrift für Beton und Eisen. Verlag W. Ernst & Sohn, Berlin.
- Deutsches Bauhandbuch: Baukunde des Architekten. Verlag Deutsche Bauzeitung G. m. b. H., Berlin.
- Deutsche Bauzeitung. Verlag Deutsche Bauzeitung G. m. b. H., Berlin.
- Deutscher Beton-Verein, Jahresberichte.
- H. Väh, Zechenbauten über Tage. Verlag für Architektur, Technik und Gewerbe, Berlin.
- Handbuch d. Ingenieurwissenschaften, 4. Aufl., Bd. III: Grundbau. Verlag W. Engelmann, Leipzig.
-

I. Abschnitt.

Fundamentierung von Hochbauten.

1. Kapitel: Der Baugrund.

Allgemeines.

Für ein Bauwerk ist die Beschaffenheit des Bodens, in dem es gegründet werden soll, von außerordentlicher Bedeutung.

Der Baugrund muß den Druck des ihn belastenden Baukörpers mit Sicherheit aufnehmen können und soll so beschaffen sein, daß das in ihn versenkte Fundament durch Bestandteile des Bodens oder des Grundwassers nicht schädlich beeinflusst werden kann. Man faßt die Maßnahmen, die getroffen werden müssen, um eine zuverlässige Druckübertragung auf den Baugrund unter gleichzeitiger Sicherung gegen etwaige schädliche Einflüsse zu erzielen, unter der Bezeichnung Grundbau oder Gründung zusammen. Den untersten Teil des Bauwerks, der an der Druckübertragung auf den Baugrund beteiligt ist, bezeichnet man als Fundament und den Arbeitsvorgang als Fundierung oder Fundamentierung.

Als Grund- und Fundamentmauern sind im Hochbau die Mauerteile anzusprechen, die unterhalb der Kellersohle liegen.

Die Gesamtkosten eines Bauwerks werden in erheblichem Maße von den Kosten für dessen Fundamentierung beeinflusst.

Böden von geringer Tragfähigkeit und ungünstiger Lagerung, hoher und schwankender Grundwasserstand, chemisch nicht einwandfreie Bodenverhältnisse erfordern hohe Fundamentierungskosten.

Bei einfachen Verhältnissen sind Anhaltspunkte über die Beschaffenheit des Baugrundes meist dann zu erhalten, wenn in unmittelbarer Nähe des geplanten Bauwerks Bauten ähnlicher Art errichtet oder Straßenkanäle ausgeführt worden sind, deren Baugruben wegen der Kellerentwässerungen meist tief genug ausgeschachtet werden, um wichtige Aufschlüsse über Boden- und Grundwasserverhältnisse geben zu können.

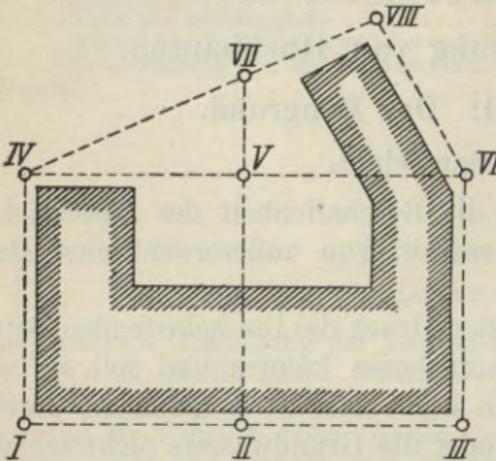


Abb. 1 a. Bohrplan.

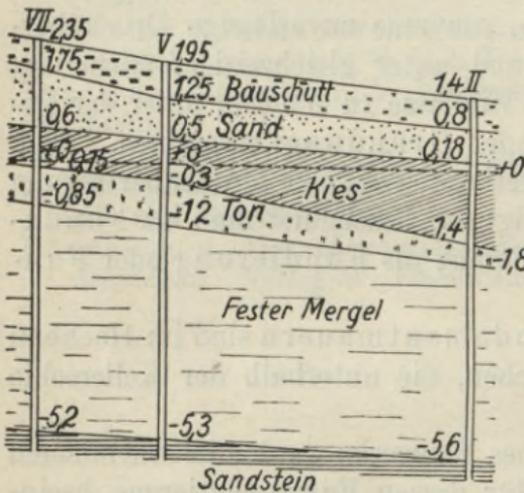


Abb. 1 b. Schichtenplan durch die Bohrlochprofile VII. V. II.

Ferner können bei der Projektbearbeitung geologische Karten mit Vorteil benutzt werden.

In allen zweifelhaften Fällen ist eine gewissenhafte Bodenuntersuchung anzustellen, die sich bei wichtigen Bauten auf größere Tiefe zu erstrecken hat. Gute Aufschlüsse sind durch Bohrungen zu erhalten.

Die einzelnen Bohr-
löcher sind so anzuord-
nen, daß die durchfahrenen Bodenschichten hinsichtlich ihrer mineralogischen Zusammensetzung, ihrer Mächtigkeit und auch der Art der Lagerung (Neigung) mit Sicherheit er-

kannt werden können. Die Untersuchung hat sich auch auf etwa angetroffenes Grundwasser zu erstrecken, dessen Lage, Menge und Beschaffenheit von ausschlaggebender Bedeutung bei der Wahl der Gründungsart werden kann.

Die Ergebnisse der Bohrungen sind in einem Bohrplan einzutragen (Abb. 1 a u. 1 b). Durch Entnahme von Boden- und Grundwasserproben kann man sich durch chemische Untersuchung Gewißheit verschaffen, ob im Baugrund Stoffe enthalten sind, die die zur Verwendung kommenden Baustoffe angreifen oder zersetzen.

Güte des Baugrundes.

Im Grundbau beurteilt man die verschiedenen Boden- und Gesteinsarten nach dem Maße, in dem sie dem Druck eines Baukörpers Widerstand leisten können.

Guter Baugrund ist:

1. Felsboden von mindestens 3 m Mächtigkeit, in möglichst horizontaler, geschlossener Lagerung, nach Abraum etwaiger Verwitterungen.

Entsprechend der Höhe der Druckfestigkeit stehen in erster Linie

die Massengesteine: Granit, Syenit, Porphyry, Basalt und Basaltlava; sodann die Schichtengesteine: Kalksteine, Marmor, Grauwacke, Dolomit, Tonschiefer, Sandstein. Tonschiefer, dem Zutritt von Luft und Wasser ausgesetzt, verwittert leicht und enthält häufig schädliche Beimengungen von Schwefelkies.

2. Kies, Sand, trockener Mergel, festgelagert, in Schichten von mindestens 3 m Mächtigkeit, ferner trockener Ton und feiner Sand, wenn Wasserzutritt ausgeschlossen ist. Tonböden bleiben elastisch und neigen zum Ausweichen, so daß mit einem Setzen des Bauwerks zu rechnen ist.

Mittlerer Baugrund ist: Feuchter Lehm und Ton, Sand mit Lehm oder Ton gemischt, trockener Klai Boden.

Frischer Klauboden verwandelt sich bei feuchter Witterung in eine breiartige Masse, was besonders bei Ausschachtungen zu berücksichtigen ist.

Schlechter Baugrund ist: Mutterboden, Torf, Moor, Schlick, frischer Klauboden, aufgeschütteter Boden, weicher Ton und Lehm, Flugsand. — Gründungen auf tragfähiger, jedoch wasserhaltiger Bodenschichtung über stark geneigter, undurchlässiger Schicht, ferner auf geneigten Felsschichten über Tonschichten sind bedenklich, da die Gefahr der Bildung von Gleitflächen besteht.

Druckfestigkeit und zulässige Beanspruchung des Baugrundes.

Genau, allgemein gültige Werte für die Druckfestigkeit und somit auch für die zulässige Beanspruchung der Bodenschichten lassen sich bei der Verschiedenheit in der Zusammensetzung, der Lagerung und des Wassergehalts der einzelnen Bodenarten nicht festlegen. Selbst Gesteinsarten derselben mineralogischen Beschaffenheit weisen in den verschiedenen Fundstellen häufig erhebliche Unterschiede in der Druckfestigkeit auf. Besonders große Abweichungen sind bei den verschiedenen Sandsteinarten beobachtet worden.

Man muß sich daher mit Annäherungswerten begnügen und in den besonderen Fällen, in denen der Berechnung eine höhere Beanspruchung zugrunde gelegt werden kann, den Nachweis für die Tragfähigkeit je nach der vorgesehenen Gründungsart, durch Probelastungen, Proberammungen mit Probelastung oder Versuchsbrunnen erbringen.

Unter Zugrundelegung von Angaben des Normenausschusses der Deutschen Industrie¹⁾, kann mit den in der folgenden Tabelle zusammengestellten Werten für zulässige Beanspruchung ohne besonderen Nachweis gerechnet werden.

¹⁾ Vgl. Normenblatt DIN, E. 1053 u. 1054.

Tragfähigkeit des Baugrundes.

Bodenart	Zulässige Druckbeanspr. in kg/cm ²	Be- merkungen
1 Basalt, Granit, Syenit.....	40	Bis zur zulässigen Be- anspruchung des Grund- mauerwerks
Balsaltlava.....	20—25	
2 Kalkstein, Marmor, Grauwacke, Dolomit.....	15—20	Nicht über 1/15 der Druckfestigkeit
3 Sandstein, Tuffstein, Trachyt....	7—20	
4 festgelagerter grober Sand, Kies, fester, trockener Mergel.....	4,0	
5 fester, feinkörniger Sand, festge- lagerter trockener Ton, sowie Kies mit Schichten von ge- ringem Sandgehalt.....	3,0	
6 mäßig feuchter, fest eingebetteter Sand.....	1,5	
7 abgelagerte Sandschüttung	1,0	
8 Auffüllung, alte Schuttablagerung usw.....	0,5	

Bei nicht senkrechter Lastübertragung (Neigung der Resultierenden gegen die Vertikale unter Winkel bis 18°) sollen die Kantenpressungen nur $\frac{3}{4}$ der vorstehend angegebenen Werte für zulässige Beanspruchung betragen. Der Preußische Ministerialerlaß vom 24. 12. 19 (Wohlfahrtsministerium) bestimmt: „Guter Baugrund darf mit 3—4 kg/qcm beansprucht werden. Höhere Beanspruchung muß begründet werden. Mit zunehmender Tiefe wächst die Tragfähigkeit des Baugrundes, besonders, wenn ein seitliches Ausweichen der Bodenteile ausgeschlossen ist. Man hat Sandböden in größerer Tiefe zwischen Spundwänden mit 4—8 kg/cm² und Tonböden bei trockener, fester Lagerung mit 7 kg/cm² und höher belastet, ohne daß nachteilige Setzungen bei den betreffenden Bauwerken festgestellt werden können. Diese

Belastungen konnten jedoch immer nur auf Grund umfangreicher Bodenuntersuchungen und Probelastungen vorgenommen werden.

Bodenuntersuchungen.

Die Mittel zur Untersuchung des Baugrundes auf seine Beschaffenheit und Tragfähigkeit sind folgende:

1. Aufgraben des Bodens (Schürflöcher, Schürfgräben).
2. Untersuchung mit dem Sondiereisen.
3. Herstellung von Bohrungen mittels besonderem Bohrgerät.
4. Einbringen von Proberammpfählen oder Probebohrpfählen und Aufbringung von Belastungen auf die Pfähle oder unmittelbar auf den Baugrund.
5. Anlage von Versuchsbrunnen.

Zu 1. Die Anlage von Schürflöchern oder Schürfgräben ist ein sehr geeignetes Mittel zur Untersuchung des Baugrundes, da die einzelnen Bodenschichten beim Aufgraben freigelegt und häufig auch Aufschlüsse über den Grundwasserstand erzielt werden. Bei Schürfungen in größerer Tiefe wird eine Verzimmerung der Grube, meist auch Wasserhaltung erforderlich, was das Verfahren sehr verteuert.

Zu 2. Die Untersuchung des Baugrundes mit dem Sondiereisen (vgl. Abb. 2 A) kann für sich oder auch in Ver-

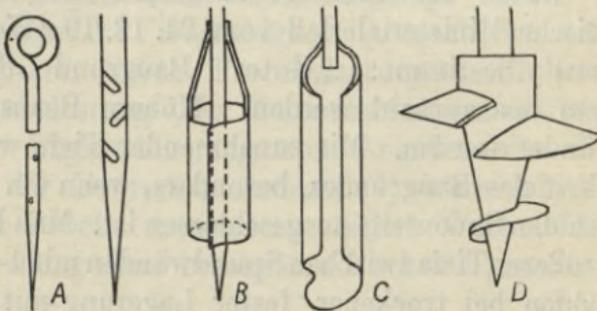


Abb. 2. Bohrgeräte. A = Sondiereisen. B = Zylinderbohrer. C = Löffelbohrer. D = Schraubenbohrer.

bindung mit dem unter 1. geschilderten Verfahren erfolgen, etwa dann, wenn eine weitere Vertiefung des Schürfloches eine Verzimmerung oder Wasserhaltung erfordern würde. Die Sondierstange besteht aus einer 2—4 m langen, 20—30 mm starken Eisenstange, die unten zugespitzt und oben mit einem Bügel zur Aufnahme eines Drehhebels ausgebildet ist. Am unteren Ende der Stange befinden sich Einkerbungen oder kleine schräge Taschen in denen, beim Herausziehen der Stange aus dem Boden, Erdteilchen zurückbleiben. Hieraus und aus dem Widerstand den die Stange beim Einstoßen in den Baugrund findet, lassen sich bei einiger Übung Rückschlüsse auf dessen Beschaffenheit ziehen.

Das Verfahren ist unsicher und nur zu groben Ermittlungen geeignet.

Zu 3. Genauere Ergebnisse erzielt man bei Bohrungen mittels Bohrgerät, die auf große Tiefen ausgeführt werden können (über 1500 m). Im Hochbau kommen Bohrungen über 20 m nur ausnahmsweise in Frage.

Das Bohrgerät besteht aus dem Bohrer oder Bohrwerkzeug, dem Gestänge und dem Bohrgerüst nebst Fördervorrichtung. Je nach der Beschaffenheit des Bodens benutzt man verschiedene Arten von Bohrern, die entweder aus Stahl oder bestem Schmiedeeisen mit besonders gehärteten Angriffsflächen hergestellt werden.

Bei weichen Bodenarten, insbesondere bei lockeren Sand-, Kies-, Lehm- und Tonböden, werden vorwiegend die in Abb. 2 B C D und 3 A wiedergegebenen Bohrer benutzt:

Der Zylinderbohrer für alle lockeren Bodenarten wie Mutterboden, Moor, Ton, Lehm Abb. 2 B.

Der Löffelbohrer (Rohrschappe) für schwereren Boden Abb. 2 C.

Der Schraubenbohrer für zähen Ton und Klauboden Abb. 2 D.

Der Ventilbohrer (Schlammbüchse) für alle weichen Bodenarten. Abb. 3 A.

Der Steinzieher, häufig auch mit mehreren Gewinden ausgeführt, zur Beseitigung von Hindernissen im Bohrloch. Abb. 3 D. Die Bohrer Abb. 2 B—D werden eingedreht. Das Bodenmaterial bleibt in dem Bohrzyylinder und dem Schraubengewinde haften und kann zutage gefördert werden. Der Ventilbohrer wird durch Aufheben und Fallenlassen des Ge-

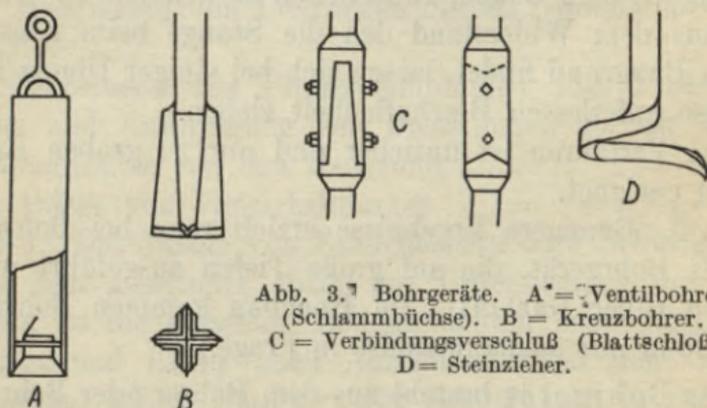


Abb. 3. Bohrgeräte. A = Ventilbohrer (Schlammbüchse). B = Kreuzbohrer. C = Verbindungsverschluß (Blattschloß). D = Steinzieher.

stänges in den weichen Boden gestoßen und füllt sich bei geöffnetem Klappenventil mit Bodenmaterial; beim Hochziehen schließt sich das Ventil infolge des Bodendrucks selbsttätig wieder. Zum Bohren in steinigem Boden und im Felsen verwendet man besonders gehärtete Bohrer. Nach der Anzahl und Anordnung der Schneiden unterscheidet man Meißelbohrer, Kreuzbohrer und Kronenbohrer (Abb. 3 B). Bei diesen Bohrungen wird das Stoßbohrverfahren in Anwendung gebracht. Das erbohrte Gesteinsmaterial wird hierbei in zerstampftem Zustande durch Wasserspülung oder Aushub mit der Schlammbüchse, die ähnlich dem Ventilbohrer eingerichtet ist, zutage gefördert.

Diese Flachbohrungen werden vorwiegend im Handbetrieb ausgeführt. Zur Sicherung gegen nachfallendes

Material und zum Schutze der Bohrlochwände bringt man bei lockeren Bodenschichten eine Verrohrung ein. Bei Bohrl Lochdurchmessern bis zu 15 cm benutzt man gewöhnlich gewalzte Rohre, die miteinander verschraubt werden. Bei größerem Durchmesser werden die Futterrohre meist aus Eisenblech hergestellt und an den Stoßstellen miteinander vernietet oder verschweißt.

Das Einbringen erfolgt unter Belastung und Drehen bis zur bestimmten Tiefe. Nach beendiger Bohrung werden die Rohre wieder gezogen. — Das Bohrgestänge besteht in der Regel aus vierkantigen Eisen von mindestens 30 mm Stärke und 2—5 m Länge, die an den Stößen miteinander verschraubt oder verblattet werden (Abb. 3 C). Bei dem quadratischen Querschnitt kann ein Drehhebel an beliebiger Stelle leicht angebracht werden.

Soll das gelöste Bodenmaterial herausgespült werden, was sich bei leichten Bodenarten, besonders bei Trieb sand bewährt hat, so müssen besondere Druckwasserrohre bis zum unteren Ende des Futterrohrs eingeführt werden, oder man stellt das Bohrgestänge aus eisernen Rohren her, durch die man Druckwasser bis zur Bohrlochsohle leiten kann.

Das Herausziehen des Bohrgestänges und Aufbringen des erbohrten Materials erfolgt mittels eines Flaschenzugs oder einer Rolle, die an einem kräftigen Gerüstbock aufgehängt werden.

Probebelastungen.

Die angegebenen Bohrverfahren geben Aufschluß über die Art des Bodenmaterials, über Lagerung und Stärke der einzelnen Schichten und meist auch über den Grundwasserstand.

Aus dem Widerstand, den die zu durchbohrenden Schichten dem Bohrgerät entgegenstellen, und nach den Erfahrungen, die man bei Gründungen unter ähnlichen Verhältnissen anderwärts gemacht hat, wird man im allgemeinen Rückschlüsse auf

die Druckfestigkeit des Bodens ziehen können. Ist tragfähiger Boden in der erforderlichen Mächtigkeit in gewisser Tiefe einwandfrei festgestellt, dann kann die für die Ausführung zu wählende Gründungsart bestimmt werden. Besitzt der Boden jedoch geringe Tragfähigkeit, und ist tragfähiger Boden erst in Tiefen vorhanden, die für eine unmittelbare Gründung nicht mehr in Betracht kommen, dann muß die Tragfähigkeit des Baugrundes durch Vornahme von Probelastungen ermittelt werden. Bei Bauwerken einfacher Art kann man die Probelastung derart vornehmen, daß man einen Mauerwerkskörper von etwa 1 qm Bodenfläche und 1 cbm Inhalt durch Aufbringung von Eisenbarren einige Zeit belastet und dann die Einsenkung feststellt. Setzungen bis 20 mm werden als unbedenklich angesehen. Zur Sicherheit wird man etwa das Doppelte des Gewichts aufbringen, das der zu errichtende Baukörper später auf den Baugrund ausüben wird. Sind die an der Erdoberfläche gelegenen Bodenschichten zur Aufnahme eines Bauwerks nicht geeignet und festere Schichten erst in größerer Tiefe vorhanden, so kommt für die Gründung des Bauwerks meist eine Pfahlgründung in Betracht. Durch Einbringen von Pfählen in den Boden wird das Erdreich verdichtet, da das vom eindringenden Pfahl verdrängte Bodenmaterial sich in die umgebenden Bodenschichten einschiebt. Die Tragfähigkeit der Pfähle beruht auf dem Reibungswiderstand des Bodenmaterials am Pfahlumfang und dem Widerstand der Pfahlspitze in dem tragfähigen Boden.

Wird der tragfähige Boden nicht erreicht, so daß nur die Pfahlreibung und das verdichtete Erdreich für den Baukörper als tragend in Frage kommen, so bezeichnet man dies als „schwebende Gründung“.

Die theoretische Ermittlung der Tragfähigkeit des Bodens aus dem Rammwiderstand ist unsicher. Es empfiehlt sich daher, bei Pfahlgründungen, insbesondere bei schwebenden Gründungen, vor Baubeginn die Tragfähigkeit des Baugrunds durch

Einbringen von Probepfählen und Durchführung von Probelastungen einzelner Pfähle zu ermitteln.

Mittlere Zahlenwerte für den Reibungswiderstand zwischen Baumaterial und Erdreich lassen sich aus der nachstehenden Zusammenstellung entnehmen.

Mittlere Reibungswiderstände in t/qm.

1	Rauhes Mauerwerk auf grobem Sand, Kies u. hartem Ton.....	3,5 t/qm	auf lehmigem Boden	2,0 t/qm
2	Rauhes Mauerwerk		auf Schlick	1 t/qm
3	Rauher Beton auf grobem Sand, Kies u. hartem Ton	3,6 t/qm	auf lehmigem Boden	1,5 t/qm
4	Glatte Beton auf grobem Sand, Kies u. hartem Ton	1,5 t/qm	„	1,2 t/qm
5	Holz auf grobem Sand, Kies, u. hartem Ton ..	3,0 t/qm	„	1,0—1,5 t/qm
6	Eisen auf grobem Sand, Kies und hartem Ton .	1,6 t/qm	„	1,5 t/qm

Für Holz- und Betonpfähle von 30 cm Durchmesser, die in den tragfähigen Boden hineinreichen, kann man auf Grund zahlreicher Ausführungen mit einer zulässigen Beanspruchung von etwa 20 t rechnen.

Sind große Lasten auf den Baugrund zu übertragen, so kann die Anlage von Versuchsbrunnen in Frage kommen. Als Brunnenmantel kann ein Stahlrohr von 800—1000 mm dienen, das bis zum tragfähigen Baugrund hinabgetrieben, ausgebaggert und ausbetoniert wird. Das Mantelrohr wird in dem Maße wieder gezogen, als die Einbringung des Betons erfolgt. Versuchsbrunnen haben den Vorzug, daß sie guten Aufschluß über die Bodenverhältnisse geben und somit die Wahl der Gründungsart erleichtern.

Verbesserung schlechten Baugrundes.

Schlechten Baugrund kann man tragfähiger gestalten durch

Abrammen oder durch Aufbringung größerer Lasten auf die Baugrundsohle, durch Einrammen von grobem Bauschutt, Steinen und Schotter, durch Eintreiben von etwa 2 m langen Holzpfehlen zur Verdichtung des Erdreichs, durch Eintreiben und Wiederherausziehen von Holzpfehlen und Ausfüllung des Bohrlochs mit Sand, Kies oder Beton. Man wird im Hochbau von diesen Verfahren nur in besonderen Fällen Gebrauch machen, da die Zusammensetzung solcher „verbesserten“ Böden sehr von Zufälligkeiten abhängig ist. Die Anwendung wird sich im allgemeinen auf Bauten beschränken, die von untergeordneter Bedeutung sind oder nur für vorübergehende Zwecke errichtet werden (Ausstellungsgebäude und dergl.) Eine erhebliche Verbesserung des Bodens erzielt man durch Sandschüttungen, die man auf den wenig tragfähigen Boden gleichmäßig in Lagen von etwa 20 cm einbringt bzw. einschlämmt, abrammt und gegen Unterspülung schützt. (Vgl. Kap. 4. S. 54.)

Eine gewisse Verbreitung hat besonders im Ausland die Bauweise Dulac oder die Compressolbauweise erlangt:

Mit Hilfe eines spitzen Rammstößels von 1,5—2,5 t Gewicht werden Bohrlöcher von 0,8—1,0 m in freiem Fall des Stößels bis zur tragfähigen Schicht hinabgetrieben. Das Bohrloch wird dann mit Steinen und Beton angefüllt und dieser mit Stößeln von besonderer Form eingestampft. Es entstehen im Boden Betonpfeiler von unregelmäßiger Form bei gleichzeitiger Verdichtung des Baugrundes.

Ein weiteres Verfahren zur Verbesserung des Baugrundes ist das Versteinerungsverfahren, dessen Anwendung bei reinem Kies- und Sandboden möglich ist. Nach Einbringung einer Anzahl von Rohren in den zu verfestigenden Boden wird flüssiger Zementmörtel mittels Druckluft in den Boden gepreßt, wodurch ein zusammenhängender Fundamentkörper entsteht. (Vgl. Kap. 4. S. 57 u. 58).

2. Kapitel: Allgemeine statische Gesichtspunkte ¹⁾.**Abmessungen der Fundamente.**

Die Stärke eines Fundaments ist abhängig:

1. Von der Größe und Richtung der auf den Fundamentkörper wirkenden äußeren Kräfte.
2. Von der Druckfestigkeit und zulässigen Beanspruchung des Fundamentmauerwerks.
3. Von der Druckfestigkeit und zulässigen Beanspruchung des Baugrundes.

Zu 1. Für einfache Wohngebäude ist in der Regel bei günstigem Baugrund eine besondere Berechnung der Mauerstärken nicht erforderlich, da die örtlichen Baupolizei-Verordnungen meist die erforderlichen Mauerwerkstärken, die mit der nötigen Sicherheit ermittelt sind, vorschreiben. Größere Raumabmessungen, höhere Belastungen, insbesondere Geschäftshäuser, Fabriken, öffentliche Gebäude erfordern meist Verstärkungen der tragenden Mauern und der Fundamente, deren Abmessungen durch Berechnung ermittelt werden müssen.

An äußeren Kräften, die auf das Fundament wirken, kommen in Betracht:

Das Eigengewicht der Gebäudemauern.

Das Gewicht der Decken mit Nutzlast.

Die Dachlast mit Schneedruck.

Der Winddruck mit besonderer Berücksichtigung bei Gebäuden in freier Lage, oder bei besonders über der Umgebung hervorragenden Gebäudeteilen.

Die Verkehrslast bei Hofunterkellerungen und bei Durchfahrten.

Der Gewölbeschub und der Erddruck.

Einzellasten bei Kessel- und Maschinenfundamenten.

Zu 2. Die zulässige Druckbeanspruchung eines Mauer-

¹⁾ Vgl. den Sammlung Götschen-Band: Angewandte Statik für Architekten.

körpers ist abhängig von dessen Druckfestigkeit und beträgt etwa $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{20}$ der nachzuweisenden Mindestdruckfestigkeit des Gesteinsmaterials. Nach dem Erlaß des Preußischen Wohlfahrtsministers vom 24. 12. 1919 gelten für die zulässigen Beanspruchungen von Mauerwerk folgende Werte:

Mauerwerk aus natürlichen Steinen.

Gesteinsart	Zulässige Druckspannung in kg/cm^2			Gesteinsart	Zulässige Druckspannung in kg/cm^2		
	Auflagersteine	Pfeiler u. Gewölbe	Schlanke Pfeiler u. Säulen		Auflagersteine	Pfeiler u. Gewölbe	Schlanke Pfeiler u. Säulen
Basalt	65	45	30	Basaltlava...	20	15	10
Granit	60	40	25	Sandstein ...	20	15	10
Syenit	55	40	25	Tuffstein		10	7
Porphyr	40	30	20	Bruchstein ..		5—7	
Marmor	30	20	15				

Mauerwerk aus künstlichen Steinen.

Steinsorte	Nachzuweisende Mindestdruckfestigkeit der Steine kg/cm^2	Mörtelmischung in Raunteilen			Zulässige Druckspannung im Mauerwerk kg/cm^2	Be- merkungen
		Zement	Kalk	Sand		
Mauersteine II. Klasse (Mörtelsteine)	100		1	3	bis 7	Nur für untergeordnete Bauten
Mauerziegel I. Klasse u. Kalksandsteine	150		1	3	10	
Desgl.	150	1	2	8	14	
Hartbrandziegel u. Kalksandhartsteine	250	1	2	8	18	
Klinker.	350	1		3	35	mit Zusatz von etwas Kalkmilch

Fundamentmauerwerk aus	Stampfbeton	$\sigma_d = 10-15 \text{ kg/cm}^2$
„	„	Schüttbeton $\sigma_d = 6-8 \text{ kg/cm}^2$
„	„	Eisenbeton $\sigma_d = 35-40 \text{ kg/cm}^2$
„	„	„ $\sigma_d = 50 \text{ kg/cm}^2$
„	„	bei besonderem Nachweis.

Der für Eisenbetonbauten verwandte Zement muß bei der Herstellung von Würfelproben nach 28 tägiger Erhärtung eine Druckfestigkeit $\geq 200 \text{ kg/cm}^2$ aufweisen.

Bei Verwendung von hochwertigem Zement muß $W. 28 \geq 275 \text{ kg/cm}^2$ betragen.

Bestimmung der Mittelkraftslinie.

Zur Untersuchung der Standfestigkeit eines Fundaments ist zunächst die Bestimmung der Mittelkraft aller senkrecht und schräg auf die Grundmauersohle wirkenden Kräfte erforderlich. Die graphische Methode der Bestimmung der Resultierenden aus einem Kräfteplan führt dabei meist schnell zum Ziele.

Ist Größe, Richtung und Angriffspunkt der Mittelkraft bekannt, dann ist die Materialbeanspruchung (Kantenpressung im Mauerwerk und Bodenpressung) zu berechnen.

Greift die Mittelkraft in der Schwerpunktsachse eines rechteckigen Mauerquerschnitts an, so nimmt man an, daß sich der Druck gleichmäßig über die Querschnittsfläche verteilt. Man erhält an allen Stellen des Querschnitts die gleiche Druckbeanspruchung:

$$\sigma = \frac{P}{F} \quad (1)$$

σ = mittlere Spannung.

P = Mittelkraft.

F = Querschnittsfläche. (Abb. 4 a.)

Wenn in einem Querschnitt nur gleichartige Spannungen (entweder nur Zug oder nur Druck) auftreten sollen, so muß die Kraft im Kern des Querschnitts angreifen. Rückt der

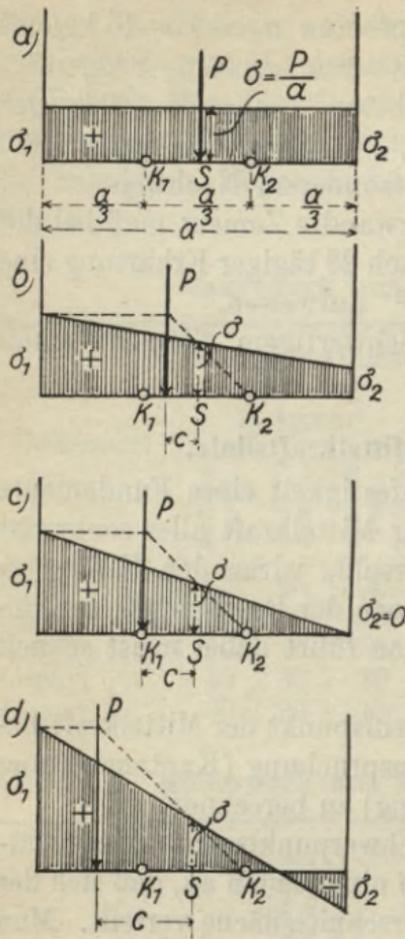


Abb. 4 a—d. Spannungsbilder für verschiedene Laststellungen v. P . S = Schwerpunkt; K_1 u. K_2 = Kernpunkte; σ = Normalspannung; σ_1 = Maximalspannung; σ_2 = Minimalspannung.

Angriffspunkt einer Kraft über die Kerngrenze hinaus, so entstehen Druck- und Zugspannungen. Mauerwerk kann nur in geringem Maße Zugspannungen aufnehmen. Die behördlichen Vorschriften schließen daher bei Fundamenten, die nicht aus Eisenbeton bestehen, die Zulassung von Zugspannungen aus.

Für die verschiedenen Lagen des Angriffspunktes der Mittelkraft ergeben sich die Spannungsbilder nach Abb. 4 a—d.

Für den rechteckigen Mauerquerschnitt mit den Seiten a und b wird, wenn man die Breite $b=1$ annimmt, die Druckbeanspruchung durch eine Mittelkraft P , die in der Schwerpunktsachse angreift, nach Gleichung (1)

$$\sigma = \frac{P}{a \cdot 1}$$

Greift die Kraft P in einer Hauptachse, aber außerhalb des Schwerpunktes, etwa im Abstand c von S (Abb. 4 b, c, d), so tritt zu der Druckspannung $\frac{P}{a}$ eine Zusatzspannung $= \frac{P \cdot c}{W}$; $w = \frac{a^2}{6}$

$$\sigma_{\max/\min} = \frac{P}{a} \pm \frac{Pc}{w}$$

oder

$$\sigma_{\max/\min} = \frac{P}{a} \left(1 \pm \frac{6c}{a} \right). \quad (2)$$

Aus Gleichung (2) sind die maximalen Kantenpressungen zu errechnen. Ist $c < 1/6a$, so treten nur Druckspannungen auf. Greift P in einer Hauptachse im Abstände x von der nächsten Mauerkante an, und sollen Zugspannungen nicht zugelassen sein, so muß der wirksame Querschnitt $3x \cdot b$ (Abb. 5) die gesamte Druckspannung aufnehmen, wobei die Kraft P im inneren Drittel verbleiben muß.

Es ist dann

$$\sigma_{\max} = \frac{2P}{3b \cdot x} \quad (3)$$

oder

$$x = \frac{2P}{3b \cdot \sigma_{\max}} \quad (4)$$

Wird die zulässige Druckspannung σ_{\max} nach Gleichung (3) überschritten, so ist eine Erbreiterung des Fundaments über A hinaus erforderlich, die sich nach Gleichung (4) errechnen läßt.

Die Abmessungen eines Fundamentes sind ferner von der zulässigen Beanspruchung des Baugrundes abhängig. Bezeichnet man die zulässige Bodenpressung mit K , so ist, bei einer Belastung des Fundamentes mit der Mittelkraft P , die erforderliche Fundamentfläche nach Gleichung (1)

$$F = \frac{P}{K}.$$

Ist die zulässige Beanspruchung des Baugrundes kleiner als

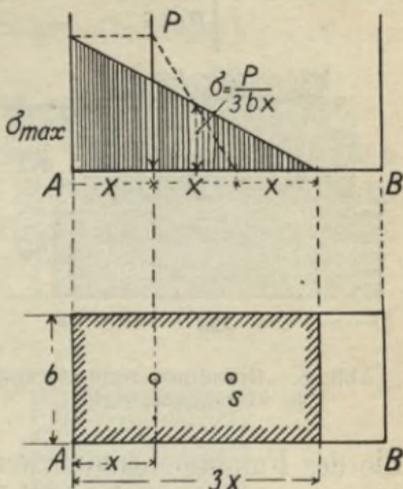


Abb. 5. Kraft P außerhalb des Kerns, Zugspannung nicht zugelassen.

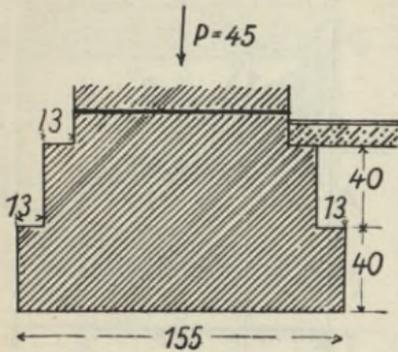


Abb. 6. Grundmauererbreiterung in Ziegelmauerwerk.

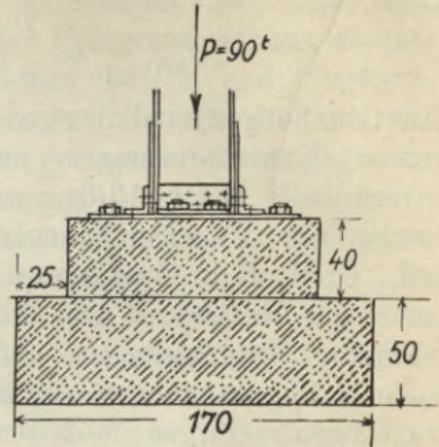


Abb. 7. Grundmauererbreiterung in Betonmauerwerk.

die des Fundamentmauerwerks, so ist eine Erbreiterung des Mauerwerksfußes erforderlich. Aus statischen Gründen wird man bei Mauerwerk, das keine Biegungsspannungen aufnehmen kann, den Übergang in mehreren Fundamentabsätzen (Banketten) herstellen, die bei Verwendung von Bruchsteinmauerwerk mindestens eine Höhe von 0,6 m, bei Ziegelsteinmauerwerk von 0,4 m haben sollen. Die Breite des Überstandes der Fundamentabsätze wird man bei Ziegelmauerwerk zweckmäßig $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stein nach jeder Seite machen (Abb. 6). Bei größeren Fundamenten beträgt der Überstand

$\frac{1}{2} h$ — $\frac{3}{4} h$, wobei h die Höhe der Fundamentabsätze bedeutet (Abb. 7). Bei Grenzmauern kann die Erbreiterung nur nach einer Seite erfolgen (Abb. 8). Bei Abweichung der Richtung der Druckkraft von der Lotrechten findet die Erbreiterung des Fundamentes nach der Seite des größten Druckes statt.

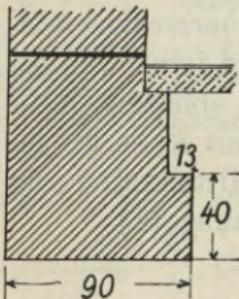


Abb. 8. Grenzmauererbreiterung.

Beträgt der Winkel, den die Lotrechte mit der Kraftrichtung bildet, nicht mehr

als 18° , dann kann das Mauerwerk mit horizontalen Lagerfugen hergestellt werden. Bei größerer Abweichung muß die Ausbildung der Lagerfugen in einer Fläche möglichst senkrecht zur Druckrichtung erfolgen (Gewölbe).

Sicherung des Bauwerks gegen seitliches Ausweichen.

Ist ein Bauwerk nicht genügend tief gegründet, so kann im Winter durch Gefrieren des Bodenwassers eine Hebung und seitliche Verschiebung des Grundmauerwerks eintreten.

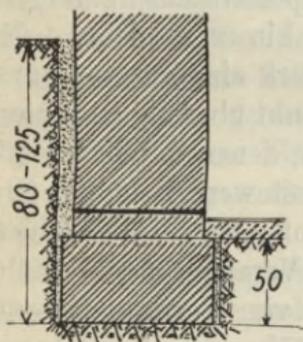


Abb. 9. Erforderliche Gründungstiefe gegen Frostgefahr und seitliche Verschiebung.

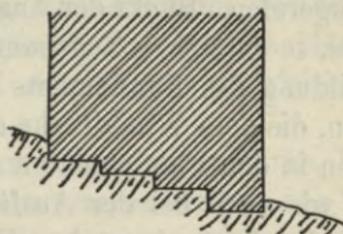


Abb. 10. Fundamentsicherung gegen seitliche Verschiebung bei Felsboden in ansteigendem Gelände.

Zur Verhütung von Frostscha den legt man daher in Deutschland die Grundmauer sohle je nach der Gegend mindestens 0,80—1,25 m unter Geländeoberkante. Bei Gründungen auf frostbeständigem Felsboden ist geringere Tiefe zulässig, desgleichen bei Zwischenmauern, die der Frostgefahr nicht ausgesetzt sind. Um ein seitliches Ausweichen des durch das Bauwerk belasteten Bodens zu vermeiden, legt man die Grundmauer sohle ferner 50 cm tiefer als den Kellerfußboden (Abb. 9). Bei Gründungen auf Felsboden sind die verwitterten Schichten, bevor mit der Herstellung des Mauerwerks begonnen wird, sorgfältig abzuräumen.

Ist der Felsboden geneigt, so ist die Felssohle zunächst

treppenartig in horizontalen Stufen zur Aufnahme des Fundamentkörpers herzurichten (Abb. 10).

Wird das Fundament durch seitliche Kräfte beansprucht, so ist es hiergegen besonders zu sichern. Je tiefer es in den Baugrund eingebracht wird, und je größer sein Gewicht ist, desto weniger besteht die Gefahr für ein seitliches Ausweichen. Als seitlich wirkende Kräfte kommen hauptsächlich Winddruck, Erddruck und Wasserdruck in Betracht. Die Einführung dieser Kräfte in die Berechnung hat zur Folge, daß die Mittelkraftslinie aus der Schwerpunktsachse herausrückt und sich nach den Kernpunkten hin verschiebt. Nach Gleichung (2) wird dann im Mauerwerk eine Zusatzspannung hervorgerufen. Rückt der Angriffspunkt über die Kernpunkte hinaus, so entstehen Zugspannungen, denen durch besondere Ausbildung des Fundaments begegnet werden muß. Große Hallen, die dem Winddrucke eine große Angriffsfläche bieten, müssen in den Fundamenten starke Verankerungen erhalten. Hier, wie auch bei der Ausführung von Turmfundamenten, bietet die Anwendung von Eisenbeton große Vorteile. Bei Stützmauern, Kai- und Hafengebäuden kann man die Fundamente gegen seitlichen Erddruck insbesondere auch gegen Gleiten durch entsprechend tiefe Gründung und durch Spundwände schützen; Pfahlgründungen werden durch Anordnung von Schräg- und Zugpfählen gegen einseitigen Erddruck gesichert.

Setzen des Bauwerks.

Je nach seiner Beschaffenheit wird der Baugrund unter dem Gewicht eines Baukörpers bis zur Wiederherstellung eines Gleichgewichtszustandes in kleinerem oder größerem Maße zusammengepreßt.

Locker gelagerte, porenreiche und wasserhaltige Bodenschichten lassen dabei größere Einsenkungen zu als festgelagerte Schichten mit geringem Feuchtigkeitsgrad. Ist der Druck einzelner Bauteile auf den Baugrund verschieden

groß, so ist auch das Maß der Bodenpressung entsprechend. Eine weitere Zusammenpressung findet, wenn auch nur in geringem Maße, in dem im Abbinden begriffenen Mauerwerkskörper statt.

Bei der Erhärtung des Mörtels geht ein beträchtlicher Teil des zugesetzten Wassers teils durch Verdunstung, teils durch Eindringen in das Steinmaterial verloren. Die Mörtelmasse schwindet beim Abbinden. Diese Vorgänge bezeichnet man als das „Setzen“ des Bauwerks. Erfolgt das Setzen gleichmäßig, so sind besondere Schäden für das Bauwerk nicht zu befürchten. Da die Mörtelarten je nach ihrer Zusammensetzung verschiedene Schwindmaße haben, insbesondere Kalkmörtel weit mehr schwindet als Zementmörtel, so empfiehlt es sich, bei einem Bau möglichst die gleiche Mörtelart durchweg zu verwenden und das Mauerwerk gleichmäßig hochzuführen.

Bauteile, die gegenüber dem Gesamtbau starke Unterschiede in der Höhe und der Belastung aufweisen, wie Turmbauten, Schornsteine, Maschinenfundamente, wird man zweckmäßig nicht im Verbands mit dem übrigen Mauerwerk hochführen. Das gleiche gilt für Anschlüsse von An- und Erweiterungsbauten an ein bestehendes Gebäude.

Der Gefahr ungleichen Setzens kann ferner wirkungsvoll durch die Wahl geeigneten Baumaterials und einer zweckmäßigen Gründungsart begegnet werden. Sind bei einem Bauwerk mehrere Gründungsarten erforderlich, so ordnet man an den Grenzen Trennungsfugen an, um die nötige Bewegungsmöglichkeit zu schaffen.

Sicherung von Bauwerken im Bergbau-Gebiet.

In den Bergschädengebieten entstehen häufig in den alten Stollen abgebauter Kohlenflöze, infolge mangelhaften Verbaues und Bergeversatzes, Einbrüche darüberlagernder Bodenschichten, die sich bis zur Geländeoberfläche fortsetzen. Es

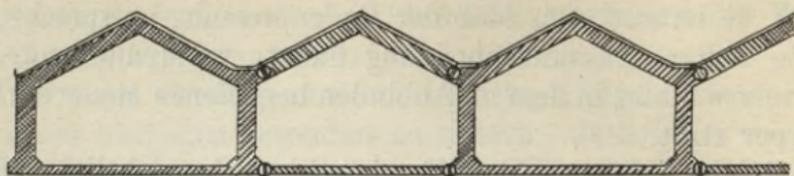


Abb. 11. Gebäude mit Trennungsfugen.

bilden sich dort muldenförmige Einsenkungen, oft von größerer Ausdehnung, die für die zu errichtenden Gebäude eine Gefahr bilden und daher besondere Sicherheitsmaßnahmen erfordern. In dem einsinkenden Erdkörper treten Spannungen auf, die sich hauptsächlich an den Rändern bemerkbar machen. In den Randzonen sind daher besonders gewissenhafte Sicherungen vorzunehmen, die das Bauen dort erheblich verteuern.

Grundsätzlich muß im Bergschädengebiet die Grundrißgestaltung eines Baues so gewählt werden, daß bei möglichst geringer Längenausdehnung ein in sich geschlossener Baukörper entsteht. Langgestreckte Gebäude sind zu vermeiden, oder wenn nicht anders angängig, mittels Gelenkverbindungen und Trennungsfugen konstruktiv in einzelne Teile aufzulösen, so daß jeder Bauteil für sich eintretende Bodenbewegungen mitmachen kann. (Abb. 11, 12, 13.) Schwer belastete Bauteile müssen besondere Fundierung erhalten; notwendige Verbindungen mit anschließenden Gebäudeteilen sind beweglich herzustellen (Abb. 13.).

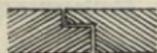


Abb. 12. Trennungsfugen im Mauerwerk.

Im Bergschädengebiet hat sich der Eisenbeton als das Baumaterial erwiesen, das sich den schwierigen Verhältnissen am besten anzupassen versteht.

Wegen der Geschlossenheit ihrer Form haben sich besonders die Ausführungen von Bauten als räumliche Rahmenfachwerke bewährt. Die Rahmen werden mit Konsolen ausgebildet, auf die anschließende Gebäudeteile

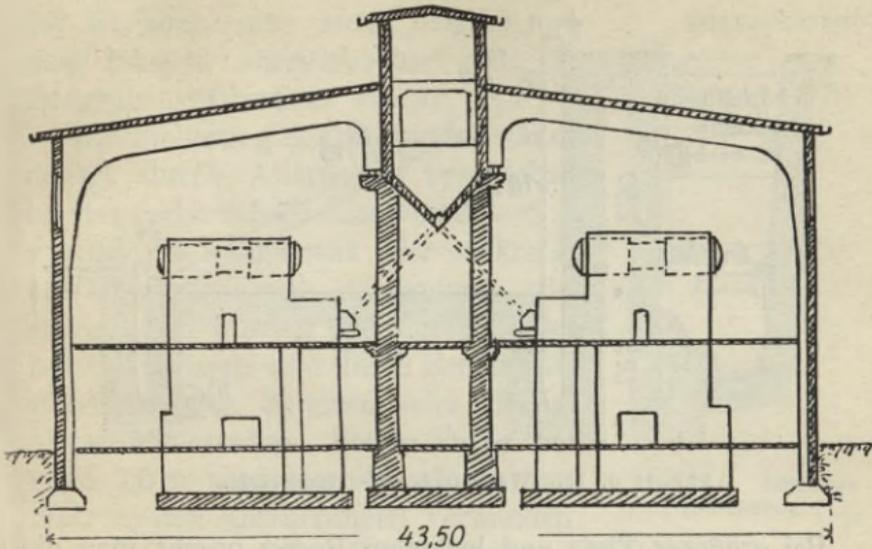


Abb. 13. Getrennte Fundamentierung schwerer Bauteile. Kesselhaus mit Kohlenbunker.

aufgelagert werden, oder die Verbindung erfolgt mittels Gelenken nach Art der Gerberträger.

Flüssigkeitsbehälter und Schwimmbecken sind mehrfach unabhängig von dem umschließenden Gebäude auf drei beweglichen Lagern gegründet worden.

Mit Rücksicht auf die in Industriegebieten stark auftretenden Verunreinigungen der Luft, insbesondere mit schwefliger Säure, ist Beton möglichst dicht herzustellen und müssen Eisenlagen eine Betonüberdeckung von mindestens 3—4 cm erhalten; dabei sind kalkarme Zemente im allgemeinen kalkreichen Zementen vorzuziehen. Ist der Baugrund stark säurehaltig, so muß Mauerwerk und Beton besonders geschützt werden, vgl. Abschnitt 2, S. 92.

3. Kapitel: Anlage der Baugrube.

Baugrube im Trockenem.

Bei geringer Ausschachtungstiefe und trockenem Baugrund kann die Baugrube lotrecht ausgehoben werden.

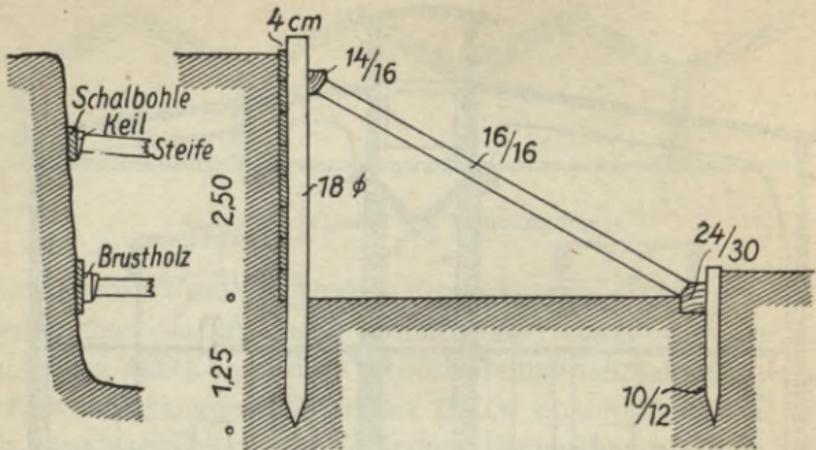


Abb. 14 u. 15. Waagerechte Verzimmerung.

Bei größerer Tiefe und lockerem Boden böschst man die Baugrube, wenn der nötige Raum zur Verfügung steht, ab, wobei die Böschungen entsprechend dem natürlichen Böschungswinkel so angelegt werden müssen, daß Rutschungen nicht eintreten können.

Ist eine Abböschung wegen der Nähe von Gebäuden oder

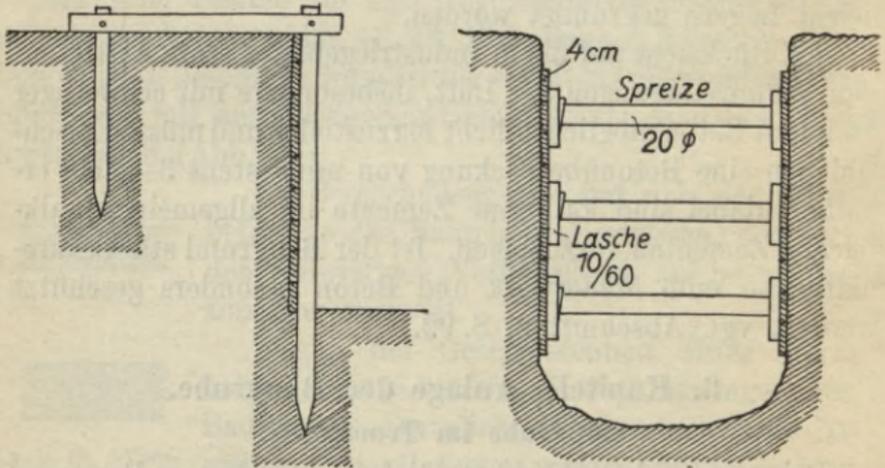


Abb. 16 u. 17. Waagerechte Verzimmerung.

der Nachbargrenze nicht möglich, so muß lotrecht ausgeschachtet und die Baugrube verzimmert werden.

Die Sicherung der Baugrubenwände erfolgt durch Anordnung von Schalbrettern oder Schalbohlen von 2,5—6cm Stärke, die waagrecht oder senkrecht zur Baugrubensohle eingezogen oder eingetrieben worden und durch Pfähle mit Gurthölzern oder durch Brusthölzer (Laschen) mit Spreizen oder Steifen abgestützt werden. Bis zu Tiefen von etwa 5,0 m wird man im allgemeinen Holz zu den Abstützungen verwenden. Zur Absteifung der Bohlenwände in schmalen Baugruben benutzt man häufig verstellbare eiserne Spreizen. Bei tieferen Baugruben, insbesondere auch wenn es sich um die Sicherung schwerer benachbarter Bauwerke handelt, können an Stelle der Holzpfähle eiserne Träger treten, oder man rammt eiserne Spundwände um die Baugrube.

Die waagrechte Verschalung ist vorteilhaft bei langgestreckten Baugruben. Der Verbau kann sich den Bodenverhältnissen gut anpassen; der Holzverschnitt ist gering. Entsprechend dem Fortgang der Grabarbeiten werden die Bohlen eingezogen und abgestützt, wobei Rammarbeiten meist vermieden werden können. Besondere Vorsicht ist beim Ausschalen geboten, da das Erdreich bei der Beseitigung der Steifen und Stützen leicht

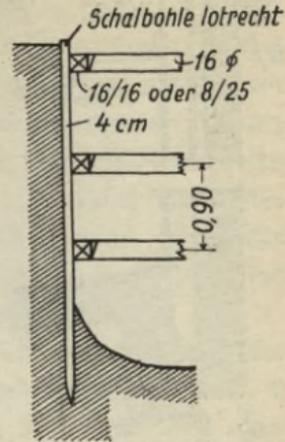


Abb. 18. Lotrechte Einschalung.

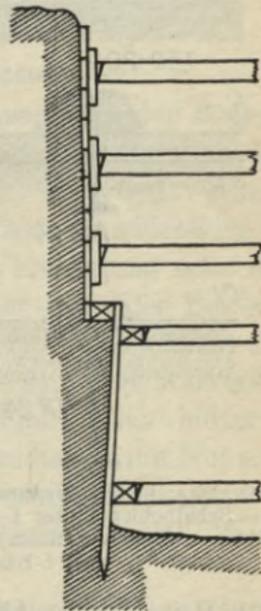


Abb. 19. Waagrechte und lotrechte Einschalung.

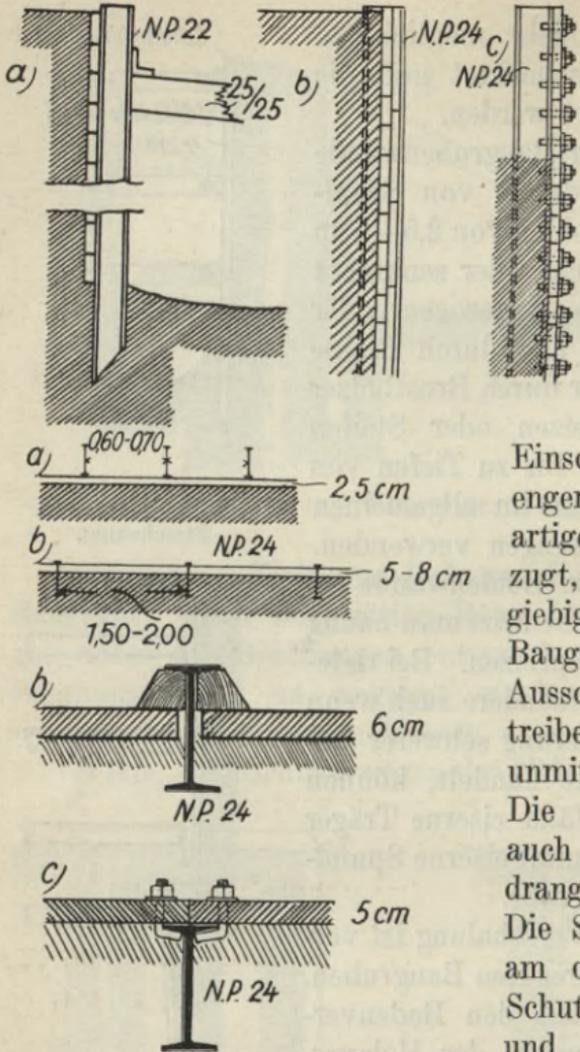


Abb. 20 a, b, c. Waagrechte Einschalung.
 a = Schalbohlen hinter I-Eisen; b = Schalbohlen zwischen I-Eisen; c = Schalbohlen vor I-Eisen.

nachgibt. Häufig wird daher ein Umsteifen erforderlich, insbesondere auch dann, wenn die Steifen und Stützen den Baufortschritt behindern. (Abb. 14—17.)

Die lotrechte Einschalung wird bei enger, tiefer und schachtartiger Baugrube bevorzugt, ferner bei unnachgiebigem, wasserhaltigem Baugrund, und wenn die Ausschachtung dem Vortreiben der Schalbretter unmittelbar folgen muß. Die Einrüstung wird auch durch Wasserandrang nicht behindert. Die Schalbohlen werden am oberen Ende zum Schutze gegen Hammer- und Rammschläge mit Bandeisen beschlagen und am unteren Ende abgeschrägt (Abb. 18 u.

19.) Bei eisernen Abstützungen werden die Bohlen entweder vor oder hinter eisernen Trägern oder U-Eisen eingezogen oder zwischen den Trägern eingepaßt. (Abb. 20 a—c.)

Verschalungen mit eisernen Absteifungen erfordern großen

Holzverschnitt; häufig geht der Bohlenbelag ganz verloren. Wenn auch die eisernen Träger meist wieder gezogen werden können, so sind diese Verfahren unter Zurechnung der Kosten für die Rammarbeiten teuer. Man wird daher eiserne Rammträger nur bei größeren Tiefen verwenden, wenn ihr Trägheitsmoment voll ausgenutzt werden kann, und dabei zu prüfen haben, ob die Verwendung eiserner Spundbohlen, die später wieder gezogen werden können, nicht größere Vorteile bringt als die Mitbenutzung von hölzernen Schalbohlen.

Von der „Dortmunder Union“ wird für lotrechte Zimmerung eine leichte eiserne Diele, die „Union-Kanal-Diele“ in Längen bis 4,5 m bei einer Stärke von 4—5 mm und einer Breite von 264 mm hergestellt, mit der eine gute Dichtigkeit der Baugrube erzielt wird. Die Diele ist leicht einzubringen und herauszuziehen und kann wieder verwendet werden.

Baugrube an und im Wasser.

Bei Herstellung von Bauwerken in wasserführenden Bodenschichten oder am offenen Wasser müssen zum Schutze des Grundmauerwerks besondere Maßnahmen getroffen werden. Wird beim Verschalen der Baugrube Wasser angetroffen, so genügt häufig die einfache senkrechte Verschalung oder die Anordnung von Stülpwänden, die aus einer doppelten Bohlenverschalung bestehen, und bei der die eine Bohlenlage die Fugen der anderen überdeckt. (Vgl. Abb. 21.) Bei stärkerem Wasserdruck (über 1,5 m Höhe) verwendet man hölzerne Spundwände, die des dichten Anschlusses halber mit Nut und Feder versehen werden. Spundwände werden in Längen von 4—12 m und Breiten von 25—35 cm bei Stärken von 10—25 cm hergestellt. (Abb. 22—25.)

Man rammt die Spundwände zwischen stärkeren Bundpfählen ein, nachdem die einzelnen Spundpfähle vorher gruppenweise zwischen Zangen aufgestellt und mit Keilen gerichtet worden sind. Die unteren Enden werden mit Schneiden ver-

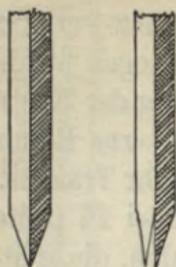


Abb. 22. Gratspundung.

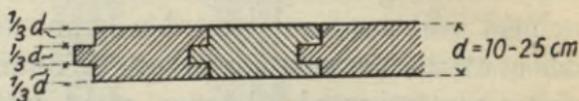


Abb. 23. Quadratspundung.

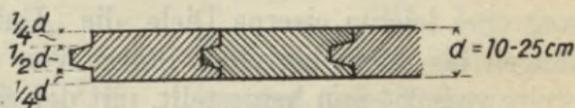
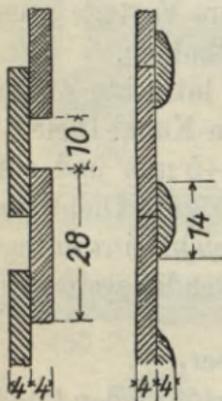


Abb. 24. Keilspundung.

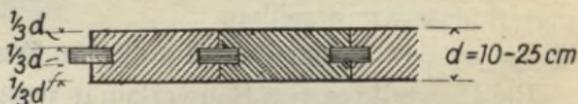


Abb. 21. Stülpwände.

Abb. 25. Spundung mit loser Feder.

sehen. Das Einrammen erfolgt je nach Stärke der Wände mit Hand-, Zug-, Preßluft- oder Dampfrahmen, mit oder ohne Wasserspülung. (Abb. 26.)

Wände über 25 cm Stärke werden ohne Spundung hergestellt und als Pfahlwände bezeichnet. (Abb. 27.)

Die Fugendichtung erfolgt mittels geteerten Hanfstricks, eingestreuter Asche, Lohe oder Sägemehls, das mit Sand gemischt wird. Große Dichtigkeit wird bei der Verwendung eiserner Spundwände erzielt. Sie sind vorteilhaft bei tiefen Baugruben, und wenn der Boden wenig Erschütterungen erleiden darf. Sie können gezogen und wieder verwendet werden, was bei Holzspundungen meist nicht möglich ist; doch sind sie erheblich teurer als letztere.

Man kann I- und [-eisen verwenden. Besonders bewährt

haben sich die von deutschen Firmen eigens für diese Zwecke gewalzten Profile:

1. Die Larssen-Spundwand (Abb. 28) der Vereinigten Stahlwerke A.-G. Abt. Union in Dortmund.

2. Die Hoesch-Spundwand (Abb. 29) des Eisen- und Stahlwerks Hoesch A.-G., Dortmund.

3. Die Union-Kastenwand (Abb. 30) der Vereinigten Stahlwerke, Abt. Union, Dortmund.

Spundbohlen in Eisenbeton finden Verwendung, wenn die Bohle Bestandteil des Bauwerks bleibt.

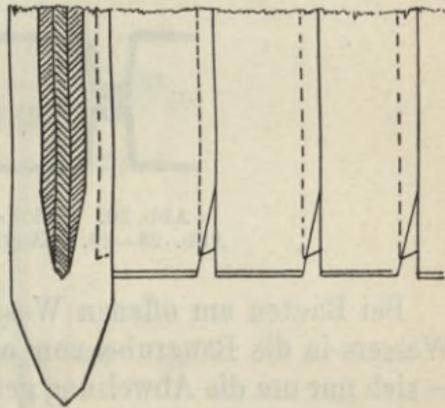
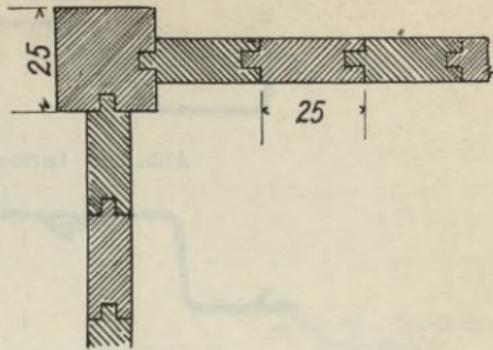


Abb. 26. Holzspundwand.

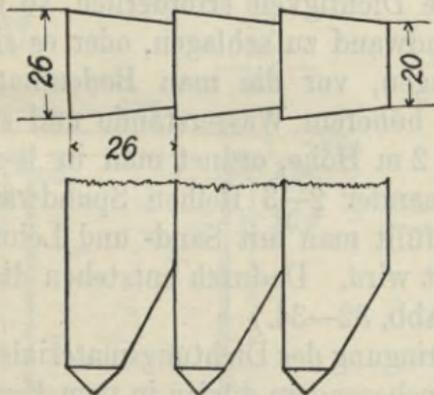


Abb. 27. Pfahlwand.



Abb. 28. Larssen.

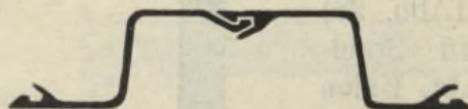
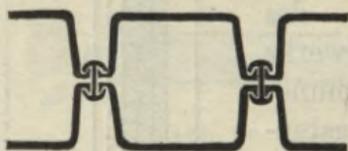


Abb. 29. Hoesch.

Abb. 30. Union-Kastenwand.
Abb. 28—30. Eiserne Spundwände.

Bei Bauten am offenen Wasser ist mit einem Zutritt des Wassers in die Baugrube von obenher zu rechnen. Handelt es sich nur um die Abweisung geringer Wassermengen mit unbedeutender Strömung, so genügt häufig ein einfacher Erdamm zum Schutz der Baugrube.

Wird größere Dichtigkeit erforderlich, so ist eine Stülpwand oder Spundwand zu schlagen, oder es sind Wellblechtafeln einzubringen, vor die man Bodenmaterial schüttet (Abb. 31). Bei höherem Wasserstande und stärkerer Strömung, etwa bei 2 m Höhe, ordnet man in bestimmtem Abstände hintereinander 2—3 Reihen Spundwände an. Die Zwischenräume füllt man mit Sand- und Lehmmaterial aus, das eingestampft wird. Dadurch entstehen die sog. Kastenfangdämme. (Abb. 32—34.)

Auf die Einbringung des Dichtungsmaterials ist besonderer Wert zu legen, insbesondere dürfen in dem Kastenfangdamm Hohlräume nicht entstehen.

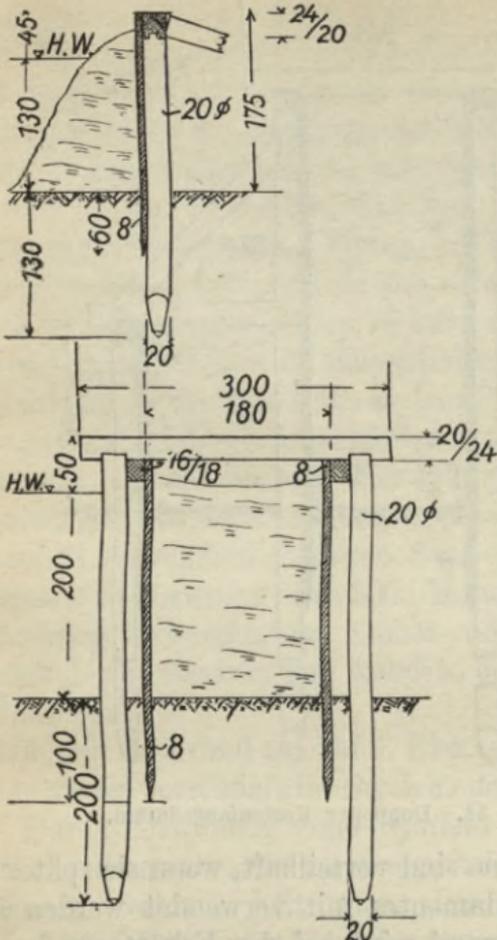


Abb. 31. Einfacher Fangedamm.

Abb. 32. Kasten-fangedamm.

Abb. 33. Kasten-fangedamm.

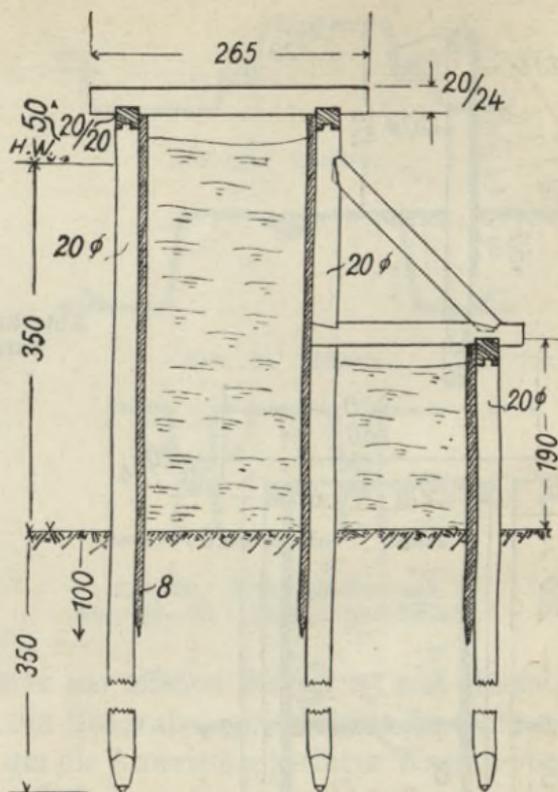


Abb. 34. Doppelter Kastenfangedamm.

Betonfangdämme sind vorteilhaft, wenn sie später als Bestandteil des Fundamentes mit verwendet werden können. Die innere Spundwand wird bei der Erhärtung des Betons wieder beseitigt.

Die äußeren Holzspundwände bleiben zum Schutze der Bauwerke bestehen und werden in Höhe der Fundamentoberkante abgeschnitten.

Bewältigung des Grundwassers.

Damit das frische Fundamentmauerwerk nicht ausgewaschen oder unterspült wird, muß bis zu seiner Erhärtung Wasser jeder Art von ihm ferngehalten werden. Tageswasser

wird man durch Ziehen offener Gräben von der Baugrube ableiten. In der Baugrube anfallendes Wasser führt man mittels seitlich angeordneter Gräben oder Drainrohre in einen möglichst außerhalb der Baugrube zu errichtenden Pumpensumpf, der durch Stülpwände zu befestigen ist. Unter allen Umständen ist zu vermeiden, daß ein Durchweichen der Baugrubensohle stattfindet. Treten im Bereiche der Baugrube Quellen auf, so faßt man sie und leitet sie besonders ab. Besteht der Untergrund aus Kies, so kann die Verlegung eines Netzes von Drainagerohren die Wasserhaltung sehr erleichtern.

Die Beseitigung des Wassers aus dem Pumpensumpf kann bei geringem Zulauf durch Ausschöpfen mit Eimer oder Wurf-schaufel oder mittels leichter Handpumpen erfolgen. Bewährt haben sich die Membranpumpen (Diaphragmapumpen), die besonders unempfindlich gegen Sand- und Schlammbeimischungen sind (Leistung etwa 300 l/Minute). Bei größerem Wasserandrang verwendet man Kolben- oder Kreiselpumpen, wenn möglich mit elektrischem Antrieb, bei großer Saugtiefe Preßluftpumpen.

Besteht der Baugrund aus Sand, Kies oder Gerölle, so wird das Grundwasser vorteilhaft im Bereiche der Baugrube abgesenkt. Durch Anordnung eines Systems von Rohrbrunnen rings um die Baugrube, die an eine gemeinsame Saugleitung angeschlossen werden, hält man den Grundwasserstand dauernd etwa 0,5 m unter Grundmauersohle.

Besteht der Baugrund aus grobem Gerölle und Steinmaterial, so verwendet man statt der Rohrbrunnen Schachtbrunnen mit einem Durchmesser bis etwa 2,0 m. Zum Abpumpen dienen elektrisch betriebene Kreiselpumpen, Preßluftpumpen oder besondere Tiefbrunnenpumpen. Damit keine Störung im Pumpenbetrieb eintreten kann, ist die Bereitstellung von Ersatzpumpen und Pumpenteilen erforderlich. Zu den Rohrbrunnen werden Filterbrunnen verwandt, die aus einem Filterrohr bestehen, in das ein Saugrohr eingehängt

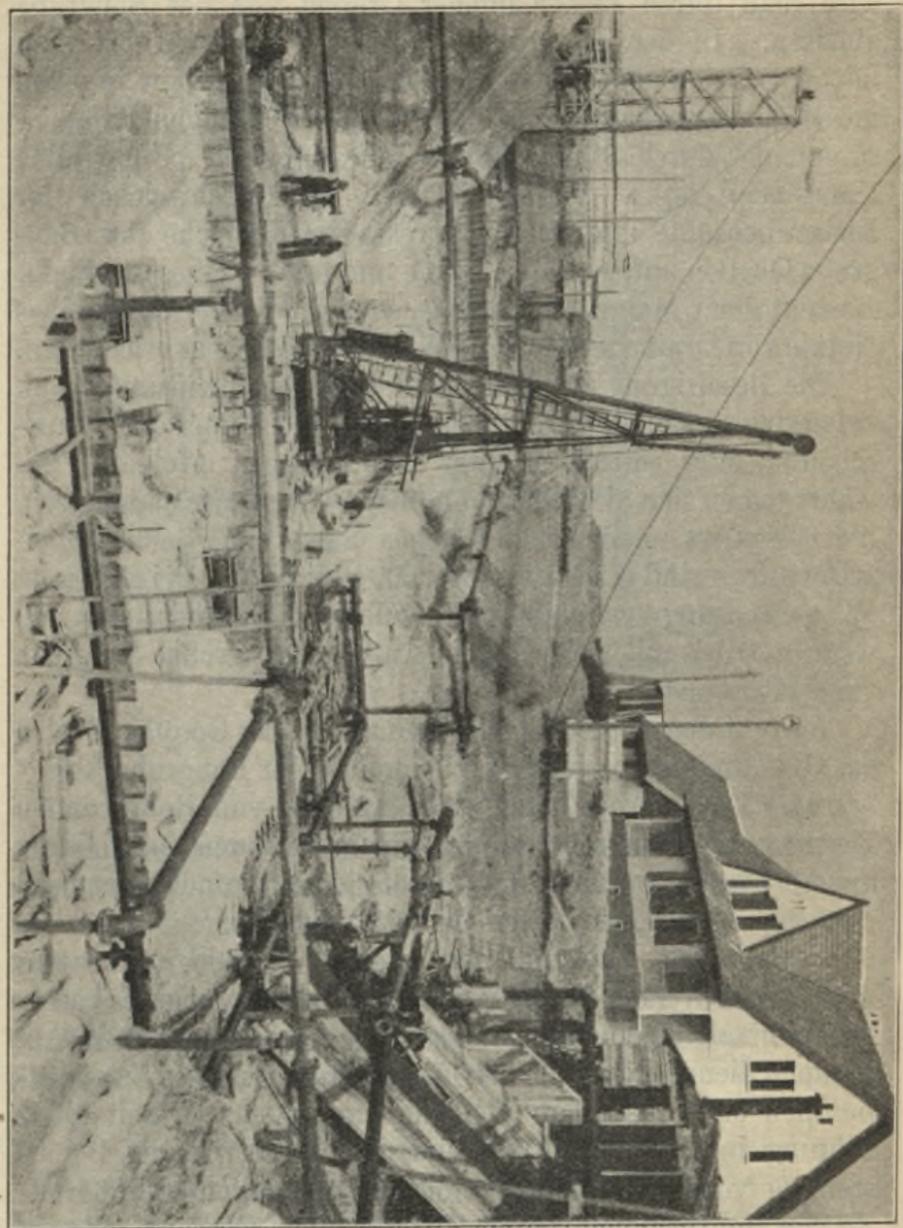


Abb. 35. Grundwassersenkung.

wird. Als Brunnenmantel dient ein eisernes Rohr von größerem Durchmesser, das in den Boden eingetrieben wird. Das Bodenmaterial innerhalb des Mantelrohrs wird dann ausgebaggert und der Filterbrunnen in das Mantelrohr eingehängt. Den Zwischenraum zwischen Filterrohr und Mantelrohr füllt man mit Kies aus, so daß ein weiteres Filter entsteht. Das äußere Mantelrohr wird dann gezogen. Bei den Schachtbrunnen wird das Kiesmaterial zwischen Filterbrunnen und Schachtwandung eingebracht. Bei Absenkungstiefen von 4—6 m wird das Grundwasser mittels einer Grundwasserstaffel bewältigt. Bei größerer Tiefe ist die Anordnung weiterer Staffeln erforderlich. Die Vorteile, das Bauwerk in trockener Baugrube herzustellen (Trockenbauverfahren), haben dem Grundwasser-senkungs-Verfahren in den letzten Jahren große Verbreitung verschafft, so daß das früher allgemein übliche Verfahren der Betonierung unter Wasser nur noch in besonderen Fällen zur Anwendung kommt (Abb. 35). Die Grundwassersenkung ist nicht angebracht, wenn die Gefahr besteht, daß in dem benachbarten bebauten Gelände Setzungen durch den Wasserentzug hervorgerufen werden können, insbesondere auch bei Vorhandensein von Trieb sand und bei starkem Wasserzutritt in unmittelbarer Nähe offener Wasserläufe.

Mechanische Hilfsmittel.

Der Aushub des Bodens erfolgt bei einfachen Verhältnissen durch Grabarbeit, die Abfuhr mittels Pferdekarren, Loren oder Lastkraftwagen.

Bei größeren Baustellen, insbesondere auch bei Ausführung von Wohnkolonien, wird die Aufstellung fahrbarer Gurtförderer von 10—20 m Förderstrecke und 4,6 m Förderhöhe in Verbindung mit waagrechten Förderbändern den Baufortschritt wesentlich beschleunigen. Zum Abtransport des Bodens nach den Kippen können Lastzüge, bestehend aus einem Schweröl-Zugmotor und Anhängewagen, die als Seiten-

kipper mit 5 t Inhalt ausgebildet sind, das teure Pferdefuhrwerk ersetzen. Sind große Erdmassen auszuheben, so kann die Verwendung eines Greif- oder Löffelbaggers in Frage kommen.

Zur Erzielung gleichmäßiger Mörtel- und Betonmischungen ist für jede größere Baustelle die Aufstellung von Mörtel- und Betonmischmaschinen erforderlich. Der Transport der Baumaterialien von der Baustelle zur Verwendungsstelle findet zweckmäßig ebenfalls auf mechanischem Wege statt. Hierzu dienen elektrisch betriebene Aufzüge und bei der Verwendung von Gußbeton Hebetürme mit Auslegern und Schüttrinnen. Die Betonpumpe drückt fertiges Betonmaterial, ohne daß eine Entmischung stattfindet, bis zu 200 m Länge und 60 m Höhe zur Verwendungsstelle ¹⁾).

4. Kapitel: Die verschiedenen Gründungsarten im Hochbau.

Allgemeine Einteilung der verschiedenen Gründungsarten.

Flachgründungen	Tiefgründungen		Bemerkungen
	Schachtgründungen	Pfahlgründungen	
Offene Gründungen			
1. Grundmaurererbreiterung ²⁾ (Pfeilergründung, umgekehrte Gewölbe)	8. Brunnengründung (Rohrpfeiler)	10. Ramppfähle, Schraubepfähle, Spülpfähle, Preßluftpfähle	Holz ist nur dann zu verwenden, wenn es dauernd unter Wasser liegt
2. Betonplatten, Eisenbetonplatten ²⁾	9. Preßluftgründungen mit Senkkasten aus Holz, Eisen oder Eisenbeton	11. Ortbetonpfähle, ohne Verrohrung, mit vorübergehender Verrohrung, mit bleibender Verrohrung	
3. Betonschüttungen unter Wasser			
4. Sandschüttung ²⁾			
5. Schwellrost ²⁾			
6. Schwimmkasten-gründung			
7. Versteinerungsverfahren			

¹⁾ Vgl. das Bändchen: Rationelle Baustellen-Einrichtung (Sammlung Göschen).

²⁾ Mit Wasserhaltung a) mit Spundwand oder Fangedamm; b) mit Grundwassersenkung.

Die Wahl der Gründung ist zunächst vom Zweck des Bauwerkes abhängig. Man wird zu unterscheiden haben, ob eine Gründung für Behelfsbauten und Bauten von untergeordneter Bedeutung oder für Wohn-, Geschäfts-, Fabrik- oder Monumentalbauten auszuführen ist. Je nach der Bestimmung dieser Bauwerke wird die Belastung des Baugrundes verschieden sein. Ist tragfähiger Baugrund in geringer Tiefe vorhanden, so kommt die einfachste und meist auch die billigste Gründungsart, die Grundmauererbreiterung in offener Baugrube in Frage.

Sind die tragfähigen Bodenschichten erst in größerer Tiefe erreichbar, ist ferner mit Grundwasser zu rechnen, oder soll das Bauwerk am offenen Wasser oder im Hochwassergebiet eines Flusses errichtet werden, dann muß eine der meist teureren Gründungsarten, die in der vorstehenden Zusammenfassung unter Nr. 2—11 angegeben sind, gewählt werden. Von Einfluß ist weiter das Vorhandensein mechanischer Hilfsmittel und das zur Verfügung stehende Baumaterial. Häufig ist die Bauzeit, besonders bei der Errichtung großer Geschäftshäuser, für die Wahl der Gründung von ausschlaggebender Bedeutung.

Kommen mehrere gleichwertige Gründungsarten in Frage, so wird die Aufstellung vergleichender Kostenanschläge die Entscheidung erleichtern.

Grundmauererbreiterung.

Aus der Verschiedenheit der zulässigen Beanspruchungen des Fundamentmauerwerks und des Baugrundes ergibt sich die Erbreiterung der Fundamentsohle. (Vgl. Abschnitt I Kap. 2, S. 22).

Bruchsteinmauerwerk erfordert, seiner verhältnismäßig geringen zulässigen Beanspruchung ($5\text{--}7\text{ kg/cm}^2$) entsprechend, erheblich stärkere Fundamentabmessungen als Ziegelmauerwerk ($14\text{--}18\text{ kg/cm}^2$ in verl. Zementmörtel, bis 35 kg/cm^2 bei Klinkermauerwerk in Zementmörtel).

Bei einfachen Bauten beträgt die Mehrbreite bereits 15—30 cm. Bei größerer Stärke des Fundamentmauerwerks findet, besonders bei Verwendung dichten Steinmaterials, wie Basalt, Granit usw., kein hinreichender Luftzutritt in das Innere des Mauerwerks statt. Bei Verwendung von Kalkmörtel (Luftmörtel) ist infolge des Mangels an Kohlensäure die Erhärtung dort ungenügend.

Fundamentmauerwerk aus Bruchsteinen ist daher stets in verlängertem Zementmörtel herzustellen.

Ziegelmauerwerk kann bei Herstellung von Fundamenten von geringer Stärke und Tiefe mit nicht zu magerem Kalkmörtel ausgeführt werden. Bei größerer Tiefe und Stärke ist die Verwendung von hydraulischem Mörtel und bei Ausführungen in und unter Wasser in Zementmörtel erforderlich. Als Steinmaterial kommen nur gut gebrannte Steine in Frage, welche die der Fundamentberechnung zugrunde gelegte Druckfestigkeit auch in entsprechendem Maße besitzen. Stark belastete Fundamente sind in hartgebrannten Klinkern in Zementmörtel auszuführen.

Das Mauerwerk muß mit vollen Fugen hergestellt werden. Für den Mörtel ist scharfkantiger Sand ohne tonhaltige Beimischungen und reines Anmachwasser zu benutzen, denn die Mörtelfuge ist in demselben Maße an der Kraftübertragung beteiligt wie das Steinmaterial.

Seit einigen Jahren findet in steigendem Maße für die Fundierung mittlerer und größerer Gebäude Beton und Eisenbeton als Baustoff Verwendung.

Die hohe Druckfestigkeit und Anpassungsfähigkeit dieses Baumaterials auch bei schwierigen Verhältnissen, die leichte Einbringungs- und Isolierungsmöglichkeit, sowie die kurze Abbindungs- und Austrocknungszeit haben seine unbedingte Überlegenheit in wirtschaftlicher und konstruktiver Hinsicht gegenüber anderen Baumaterialien im Grundbau ergeben. Die Fortschritte auf dem Gebiete der Zementfabrikation haben

es ermöglicht, daß bei den hochwertigen Zementen heute durchschnittliche Druckfestigkeiten von mehr als 630 kg/cm^2 erreicht werden. Infolgedessen konnte eine erhebliche Heraufsetzung der Werte für die zulässige Beanspruchung von Beton- und Eisenbetonbauwerken erfolgen, was eine merkliche Volumverminderung der Fundament- und tragenden Mauerwerkskörper bedeutet. Durch die Verringerung der Abmessungen bei dem aufgehenden Mauerwerk, bei Pfeilern und Decken wird ein erheblicher Gewinn an nutzbarem Raum erzielt, was sich beim Bau von Geschäftshäusern, Lagerhausbauten und Industriebauten aller Art besonders günstig auswirkt.

Bei den schnell zunehmenden Druckfestigkeiten der hochwertigen Zemente¹⁾, insbesondere der auch in Deutschland jetzt hergestellten Tonerdezemente (Schmelzzemente), sind die Abbindefristen so herabgesetzt worden, daß der Vorwurf, der dem Betonbau wegen der langen Abbindezeit und der damit verbundenen Bauverzögerung früher häufig gemacht wurde, heute nicht mehr stichhaltig ist.

Beton entsteht durch Mischen gröberer Zuschlagsstoffe, wie Kies, Grus, Steinschlag, Schotter, mit den Bestandteilen des Zementmörtels: Zement, Sand und Wasser.

Die Zementmörtelmasse hat dabei die Aufgabe, die Räume zwischen dem Grobmaterial auszufüllen und dieses miteinander zu verfestigen. Die Güte des Betons ist abhängig von der richtigen Auswahl und Zusammensetzung der einzelnen Zuschlagsstoffe, der zuverlässigen Verarbeitung und der sachkundigen Behandlung während des Abbindens. Das zu verwendende Sand- und Kiesmaterial soll scharf, grobkörnig und ohne fremde Beimengungen sein.

¹⁾ Über Zementarten und Zuschlagsstoffe vgl. Handbuch für den Eisenbetonbau, 4. Aufl. Bd. III, Berlin 1927 und Betonkalender 1931. Beide im Verlage von W. Ernst u. Sohn.

Man bezeichnet als Feinsand: Korngrößen bis		1 mm
Sand	„ „	5 mm
Splitt u. Grus	„ „	5—25 mm
Kies	„ „	5—70 mm
Steinschlag u. Schotter	„ „	25—70 mm

Für Eisenbetonkonstruktionen verwendet man Kies in Korngrößen nicht über 30 mm. Der Feinsandgehalt soll 10 bis höchstens 30⁰/₀ betragen ¹⁾).

Die Menge des Zuschlagwassers ist abhängig von der Art des zu verarbeitenden Betons. Eisenbeton erfordert zur Erzielung einer guten Umhüllung der Eiseneinlagen einen flüssigen Beton, mithin mehr Wasserzusatz als Stampfbeton.

Stampfbeton ²⁾ soll beim Stampfen an der Oberfläche nur geringe Feuchtigkeit zeigen. (Erdfeuchtigkeit.)

Gußbeton muß soviel Wasserzusatz erhalten, daß er von dem Gießturm aus auf schrägen Rinnen der Verwendungsstelle zufließen kann.

Man rechnet bei Stampfbeton mit etwa 6⁰/₀ Wasserzusatz (erdfeucht)

Desgl. bei Füll- u. Schüttbeton „ „ 6⁰/₀ „
 bei Eisenbeton mit 8—10⁰/₀ „
 (plastischer Beton)
 bei Gußbeton mit 12—15⁰/₀ „

ausgedrückt in Prozenten des Gewichts der Trockenmischung aus Zement und Kies. Die natürliche Kiesfeuchtigkeit ist dabei mit zu berücksichtigen.

Bei größerem Wasserzusatz nimmt die Druckfestigkeit des Betons ab.

Man unterscheidet Hand- und Maschinenmischung. Die Handmischung erfolgt auf einer dichten Mischbühne. Sand,

¹⁾ Vgl. Bestimmungen des deutschen Ausschusses für Eisenbeton vom September 1925, V. Aufl., 1930. Verlag Wilh. Ernst u. Sohn, Berlin.

²⁾ Vgl. Sammlung Göschen Bd. 978: „Kleinlogel, Baustoffverarbeitung und Baustellenprüfung des Betons“ und Bd. 984: „Die Baustoffe des Beton- und Eisenbetonbaus“.

Kies, Grus und Zement werden zunächst mehrmals trocken gemischt, bis ein gleichfarbiges Gemenge entsteht, das dann bei gleichzeitigem Überbrausen mit Wasser nochmals durchgemischt wird. Die groben Zuschlagsstoffe werden dann angeätzt zugegeben und das Ganze noch mehrmals durchgemischt.

Bei der Maschinenmischung wird die ganze Mischung zunächst trocken, dann mit Wasserzugabe solange durchgemischt, bis eine gleichmäßige Betonmasse entsteht. Die Maschinenmischung liefert im allgemeinen einen dichteren Beton und ist wirtschaftlicher als die Handmischung.

Das Einbringen des Stampfbetons erfolgt in Schichten von etwa 15 cm.

Je nach dem Zweck, den der Beton zu erfüllen hat, verwendet man für dichteren Beton ein Mischungsverhältnis

		von 1 Zement	: 1 Sand	: 2 Kies	
	oder „	1	„ : 2	„ : 4	„
für Grundmauern		1	„ : 3	„ : 6	„
für undichten Beton		1	„ : 4	„ : 8	„

Für die Herstellung von wasserdichten Kellersohlen verwendet man zweckmäßig eine Mischung von 1 Zement: 3 Sand mit etwa 1/2 Teil Kalk oder Traß. Darüber der Estrich in Zementglattstrich 1: 2.

Die Form der Fundamente wird beeinflusst durch das zur Verwendung gelangende Baumaterial. Ziegelsteinmauer-

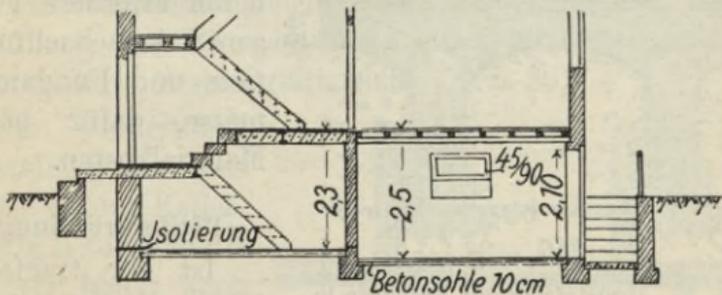


Abb. 36 a. Arbeiterwohnhaus: Schnitt durch das Kellerschloß.

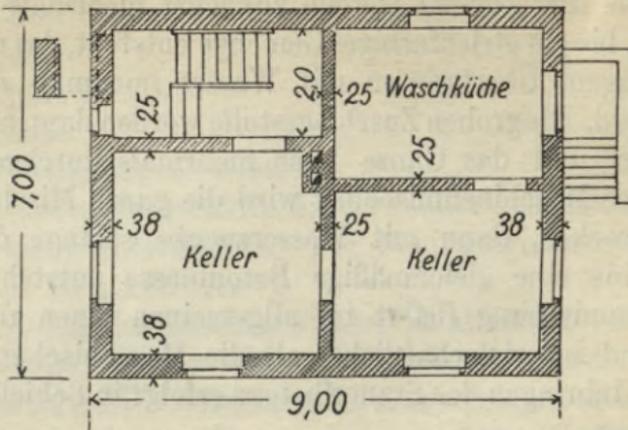


Abb. 36 b. Arbeiterwohnhaus: Kellergeschoß-Grundriß.

werk erhält meist eine Abtreppung von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Stein nach beiden Seiten (vgl. Abb. 6 und Abb. 36 a u. b), während bei Bruchstein- und Betonausführungen die Erbreiterungen der Fundamentabsätze $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ der Absatzhöhe betragen (vgl. Abb. 7). Bei der Verwendung von Eisenbeton ist bei der Lastübertragung auf den Baugrund eine Anordnung von Fundamentabsätzen nicht erforderlich, da die Eisenbetonfundamente als biegungsfeste Plattenstreifen oder Fundamentschwellen, bei einzelnen Pfeilern als Pfeilerplatte oder unter dem ganzen Gebäude als durchgehende Fundamentplatten hergestellt werden.

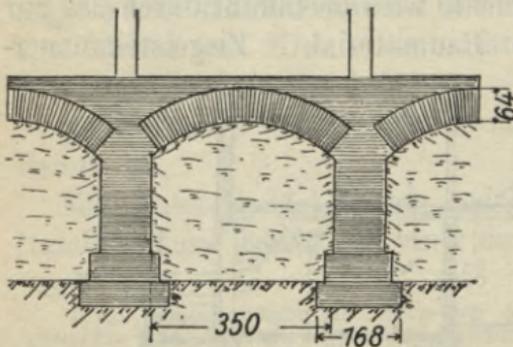


Abb. 37. Grundpfeiler mit Erdbögen in Ziegelmauerwerk.

Die Ausführungen in Eisenbeton erfordern geringere Ausschachtungstiefe und Fundamentmasse, dafür höhere Materialkosten.

Pfeilergründung.

Ist der tragfähige Boden erst in einiger

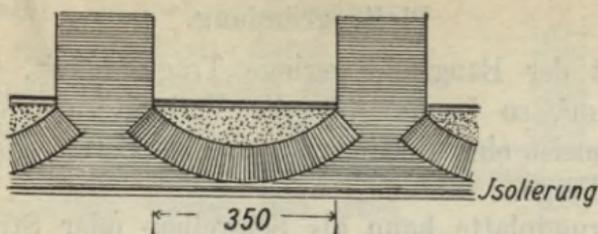


Abb. 38. Umgekehrtes Gewölbe in Ziegelmauerwerk.

Tiefe zu erreichen, so kann zur Ersparnis von Kosten für Ausschachtung und Grundmauerwerk eine Gründung auf Pfeilern, die durch Gurtbögen miteinander verbunden werden, in Frage kommen. Derartige Ausführungen sind in Betracht zu ziehen bei Gebäuden, die nicht, oder nur zum Teil unterkellert werden, ferner bei Stützmauern und Bauten in stark geneigtem Gelände (Abb. 37). Werden größere Lasten durch Säulen oder Pfeiler auf den Untergrund übertragen, so kann man eine gleichmäßigere Druckverteilung durch Anordnung umgekehrter Gewölbe erzielen (Abb. 38 u. 39). Sie bieten insbesondere bei höherem Grundwasserstand einen wirksamen Schutz gegen Auftrieb. Da gewölbte Flächen das seitliche Ausweichen des Bodens begünstigen, gleicht man die Grundmauersohle unterhalb der Gewölbe horizontal aus; auch ist bei starkem Horizontalschub in den Endfeldern für eine gute Verankerung mit dem aufgehenden Mauerwerk zu sorgen. Den Kellerfußboden gleicht man meist horizontal ab, durch Ausfüllung des Bogensegments mit Magerbeton und Herstellung eines Zementglattstrichs (Abb. 39).

Die einheitliche Herstellung der Kellermauern und Keller-
sohle in Beton oder Eisenbeton bietet auch hier große Vorteile.

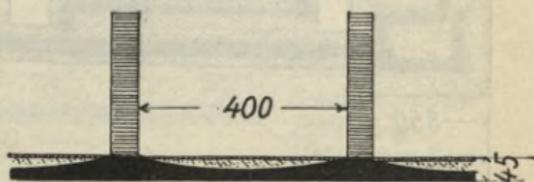


Abb. 39. Umgekehrtes Gewölbe in Eisenbeton.

Plattengründung.

Besitzt der Baugrund geringe Tragfähigkeit, etwa $0,5 - 1,0 \text{ kg/cm}^2$, so kommt für die Verbreiterung der Fundamente meist eine Plattengründung in Beton oder Eisenbeton in Frage.

Die Grundplatte kann als Schwellen- oder Streifenfundament gleichmäßig durchgehend unter den Fundamentmauern hergestellt werden (Abb. 40 u. 41), oder man stellt das ganze Gebäude auf eine einzige gleichmäßig starke Fun-

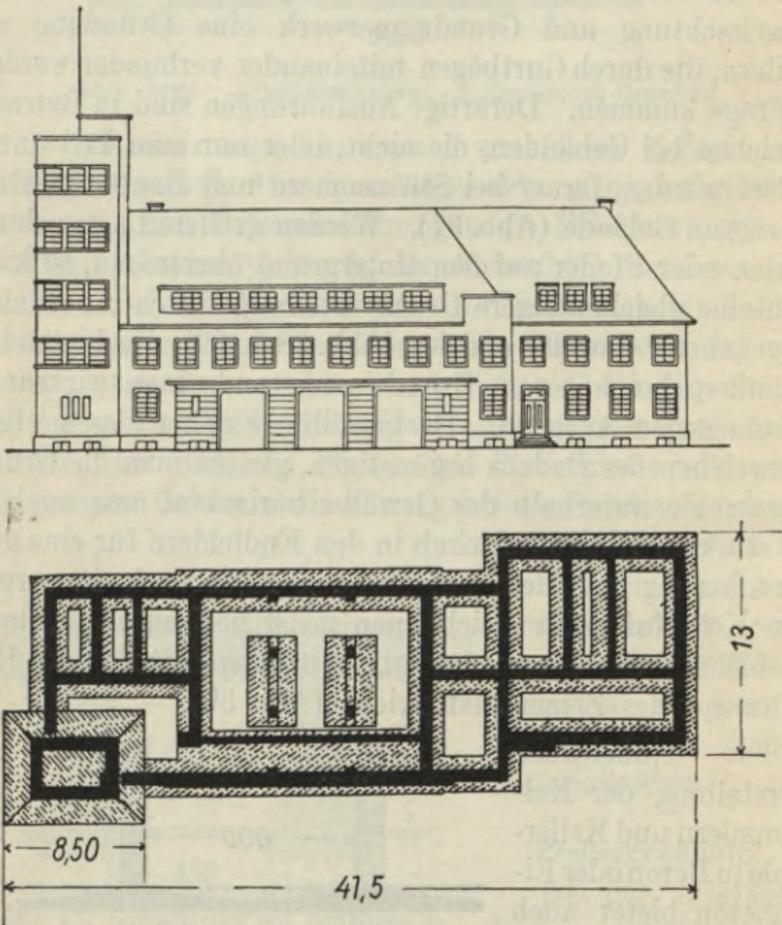


Abb. 40. Streifen (Schwellen) und Plattengründung.

damentplatte. Je nach der Belastung verstärkt man die Platte durch Rippen, die man als Tragbalken für die Gebäudelasten ausbildet. Ist eine Isolierung erforderlich, so stellt man die Grundplatten häufig aus zwei Teilen her, zwischen denen man die Isolierung einbringt (Abb. 42—45).

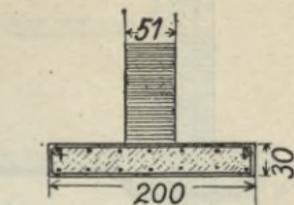


Abb. 41. Streifenfundament in Eisenbeton.

Durchgehende Platten sind nur dann anzuwenden, wenn der Druck des Baukörpers sich gleichmäßig über die ganze Fläche verteilt, so daß annähernd gleiche Kantenpressungen hervorgerufen werden. Bei ungleichmäßiger Druckverteilung, etwa bei Anordnung eines seitlichen Turmaufbaus (vgl. Abb. 40), ist bei schlechtem Baugrund mit einer Schiefstellung der Platte zu rechnen. Für die Wahl einer Plattengründung ist daher die Grundrißordnung und Lastenverteilung von entscheidendem Einflusse. Bei hohem Grundwasserstand kann die Ausbildung der Platte in der Form eines wasserdicht herzustellenden Betontrogs erfolgen, der die Tragkonstruktion aufnimmt. Der Trog kann auch durch Rippen oder Tragbalken verstärkt werden, die die Lasten des Bauwerks aufnehmen. Auch bei dieser Konstruktionsart besteht die Grundplatte aus zwei Teilen, zwischen denen eine Isolierung gut

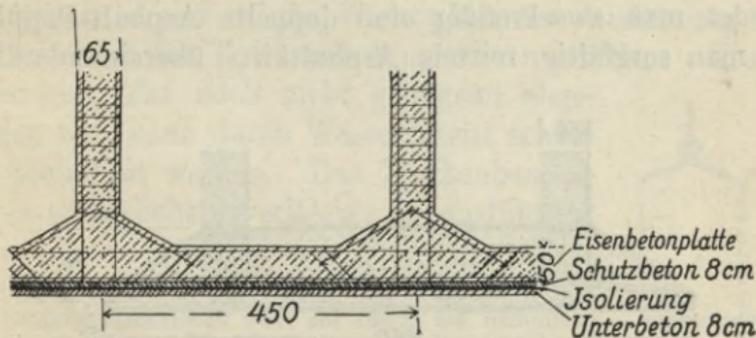


Abb. 42. Eisenbetonplatte mit Grundwasserabdichtung.

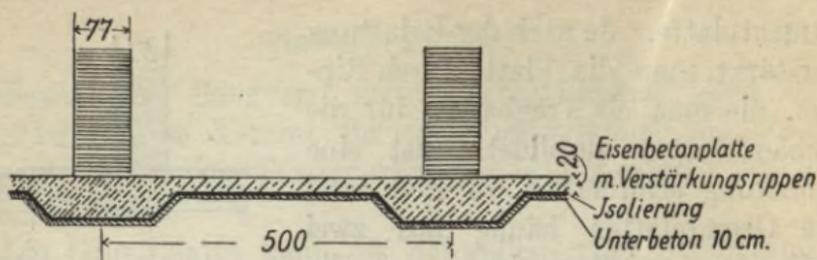


Abb. 43. Eisenbetonrippenplatte mit Grundwasserabdichtung.

eingebraucht werden kann (Abb. 45). Bei schlechten Untergrundverhältnissen treibt man zur Erhöhung der Reibung leichtere Pfähle von 2—6 m Länge in den Untergrund und läßt sie mit ihrem oberen Ende in die Platte einbinden. Man erreicht dadurch eine schwebende Gründung. Bei wichtigen Bauten muß bei schlechtem Baugrund mit der Platten-gründung eine richtige Pfahlgründung vereinigt werden, wobei die Pfähle möglichst bis in den tragfähigen Boden hineinreichen. (Vorher Probepfähle!) Muß die Platte im Grundwasser hergestellt werden, so wird meistens die Trockenlegung der Baugrube durch Grundwasserabsenkung erreicht werden können. Ganz besondere Sorgfalt ist dann auf die Herstellung der Isolierung zu verwenden. Man bringt zunächst eine etwa 10 cm starke Magerbetonschicht ein, die als Trägerin der Isolierschicht dient. Zur Isolierung verwendet man zweckmäßig eine doppelte Asphalt-Papplage, die man sorgfältig mittels Asphaltkitts übereinanderklebt.

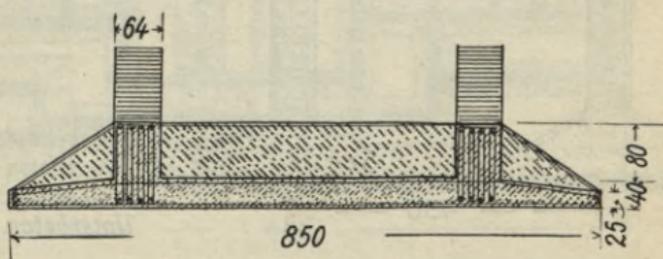


Abb. 44. Platte in Eisenbeton für ein Turmfundament.

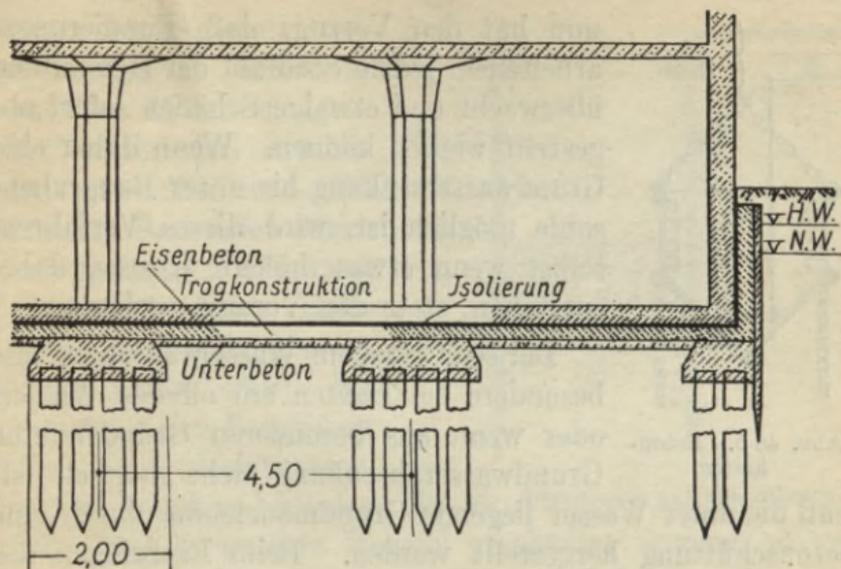


Abb. 45. Plattengründung. Ausbildung einer Platte in Form eines Trogs.

Die Abdichtung muß bis über den höchsten Grundwasserstand hochgeführt werden. Über der Isolierung wird dann die eigentliche Tragkonstruktion eingebracht¹⁾. (Abb. 42, 43, 45; vgl. ferner Abschnitt II Feuchtigkeitsisolierung von Hochbauten S. 90—94.)

Betonschüttungen unter Wasser.

In den vorstehenden Kapiteln ist bei verschiedenen Gelegenheiten bereits auf die Wichtigkeit der Ausführung von Fundamenten im Trockenem hingewiesen worden. Grundmauerwerk, das noch nicht genügend abge- bunden hat, kann durch Wasserzutritt schädlich beeinflußt werden. Das Trockenbauverfahren ermöglicht zuverlässige Bauausführung

¹⁾ Hinsichtlich der Berechnung und Ausführung von Eisenbetonkonstruktionen wird auf die in der Sammlung Göschen erschienenen Bändchen „Eisenbetonkonstruktionen im Hochbau“ und „Angewandte Statik für Architekten“ verwiesen.

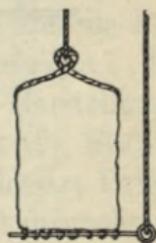


Abb. 46 a. Betrönsack.

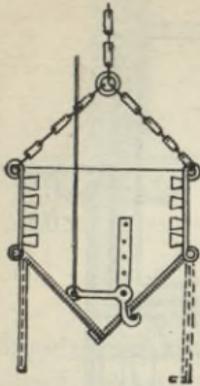


Abb. 46 b. Beton-
kasten.

und hat den Vorzug, daß Fundierungsarbeiten in jedem Stadium der Herstellung überwacht und etwaige Schäden sofort abgestellt werden können. Wenn daher eine Grundwassersenkung bis unter Baugrubensohle möglich ist, wird dieses Verfahren, selbst wenn etwas höhere Kosten dabei entstehen, stets den Vorzug verdienen.

Bei sehr starkem Wasserandrang, insbesondere bei Bauten am offenen Wasser, oder wenn aus besonderen Gründen eine Grundwasserabsenkung nicht möglich ist, muß die unter Wasser liegende Grundmauersohle durch eine Betonschüttung hergestellt werden. Beim Einbringen des Betons ist dabei große Vorsicht geboten, damit keine Auspülung oder Entmischung des Materials erfolgt, das möglichst geschlossen bis zur Grundmauersohle gelangen soll. Das

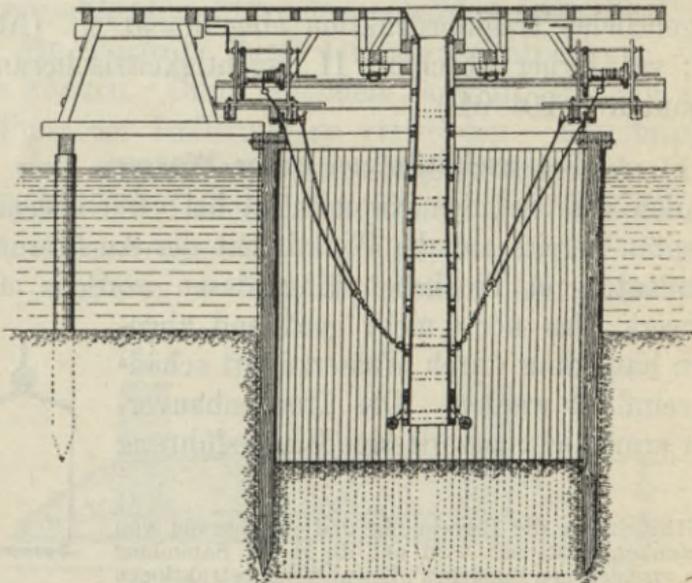


Abb. 47. Betonschütt-Trichter.

Schütten muß ohne Unterbrechungen in Schichten von etwa 25 cm erfolgen. Zum Einbringen des Betons verwendet man bei kleineren Baustellen Säcke aus geteilter Leinwand (Abb. 46 a), dichte Holzkästen mit aufklappbarem Boden (Abb. 46 b), bei schmalen tiefen Baugruben (Brunnen) Holztrichter, die von Hand zu bedienen

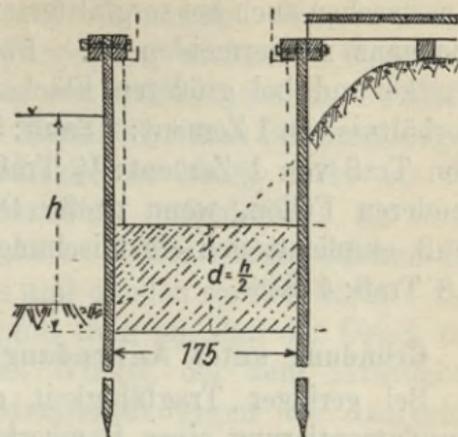


Abb. 48. Fundament aus Schüttbeton.

sind. Müssen größere Mengen geschüttet werden, so verwendet man größere Betonkästen aus Holz oder Eisen mit Bodenklappen mit einem Fassungsraum von etwa 0,75 cbm; oder senkrecht stehende, auf einem Gerüst beweglich einzurichtende hölzerne Schütt-Trichter (Abb. 47).

Die Stärke d (vgl. Abb. 48) des Betonkörpers richtet sich nach dem Wasserdruck auf der Betonsohle (Auftrieb). Unter Vernachlässigung des Reibungswiderstandes im Bodenmaterial und an den Spundwänden wird $d = \frac{h}{2}$, wenn das

Gewicht des Betons mit 2000 kg/cbm angenommen wird. Man wird d nicht unter 50 cm wählen. Nach Abdichtung der Spundwände kann, nachdem der eingeschüttete Beton abgebunden hat, ein Auspumpen der Baugrube und die Aufmauerung des Fundamentes im Trockenen erfolgen. Die Zusammensetzung von Schüttbeton ist, seiner Herstellungsweise entsprechend, unsicher, insbesondere ist die Bildung von Hohlräumen nicht ausgeschlossen. Die zulässige Druckbeanspruchung ist daher nicht über 6—8 kg/cm² anzunehmen. Zur Herstellung des Schüttbetons ist eine möglichst dichte Mischung mit reichlichem Zementzusatz erforderlich, da ein

Auswaschen auch bei sorgfältigster Einbringung des Materials nie ganz zu vermeiden ist. Für Schüttungen in größerer Stärke und bei größeren Flächen hat sich ein Mischungsverhältnis von 1 Zement: 2 Sand: 5 Kies oder bei Verwendung von Traß von 1 Zement: $\frac{1}{2}$ Traß: 6 Kies bewährt. In besonderen Fällen, wenn große Dichtigkeit erreicht werden muß, empfiehlt sich ein Mischungsverhältnis von 1 Zement: 0,8 Traß: 4 Kies.

Gründung unter Anwendung von Sandschüttungen.

Bei geringer Tragfähigkeit des Baugrundes kann die Fundamentierung eines Bauwerks auf einer Sandschüttung in Betracht kommen, wenn scharfes, möglichst trockenes Sandmaterial unter erträglichen Kosten beschafft werden kann. Bei leichten Gebäuden bringt man ein derartiges Sandbett nur unter den Grundmauern, bei größeren Bauten unter dem ganzen Bauwerk ein.

Die rechnermäßige Ermittlung der erforderlichen Stärke einer derartigen Schüttung ist unsicher und von der

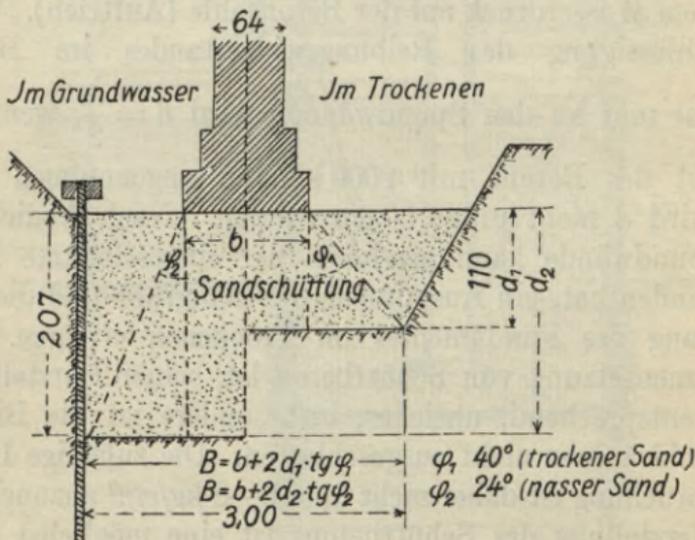


Abb. 49. Gründung mittels Sandschüttung.

Beschaffenheit des Untergrundes abhängig. Man ist daher auf örtlich gemachte Erfahrungen angewiesen. In Gegenden, die im Boden Moorschichten von größerer Stärke enthalten, wie z. B. die norddeutschen Marschen, waren bei Gründungen mittels eingebrachter Sandschichten häufig mehr als die doppelten Mengen Sandmaterials erforderlich, als man rechnungsmäßig ermittelt hatte. Moorböden weichen bei Sandschüttungen meist aus und quellen seitlich hoch.

Bei der Berechnung nimmt man an, daß der Druck des Bauwerks sich unter einem Winkel, der dem natürlichen Böschungswinkel des Sandmaterials gegen die Lotrechte entspricht, nach unten überträgt. Die Stärke der Sandschüttung ist dabei so zu bemessen, daß die zulässige Bodenbeanspruchung nicht überschritten wird (Abb. 49).

Sandschüttungen werden in Stärken von etwa 20 cm eingebracht, geschlämmt, gestampft oder abgewalzt. Die Mindeststärke eines Sandbetts beträgt 80 cm. Unter sonst normalen Bodenverhältnissen ist für ein 3—4 geschossiges Wohnhaus eine Sandschüttung von etwa 2—2,5 m Stärke erforderlich. — Gegen Grundwasser ist die Sandschüttung durch eine Spundwandumschließung zu schützen.

Gründung mittels Schwellroste.

In nassen, säurehaltigen Böden kann für die Fundierung einfacher Gebäude eine Erbreiterung der Auflagerfläche durch Herrichtung eines Schwellroste erfolgen.

Der Schwellrost besteht aus hölzernen Langschwellen, die in der Längsrichtung der Grundmauer im Abstände von 0,60—1,10 m verlegt werden. Über oder unter die Langschwellen legt man im Abstände von 1—1,5 m Querschwellen, die die Langschwellen um etwa 5 cm überschneiden. Auf die Langschwellen nagelt man 8—10 cm starke Holzbohlen (Abb. 50 a u. b). Der Raum zwischen den Balkenlagen wird mit Schutt, Lehmschlag oder Steinschlag ausgefüllt. Die

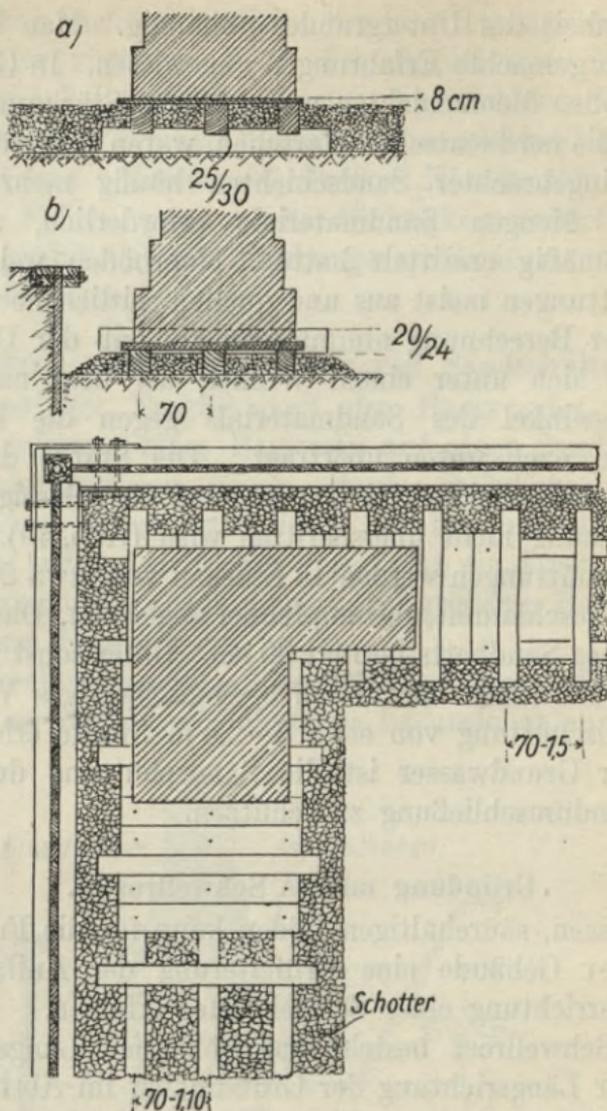


Abb. 50. Schwellrost. Bei a) Querschwellen unter Längsschwellen liegend, bei b) Querschwellen über Längsschwellen liegend (Holzteile müssen unter Wasser liegen).

Lastübertragung soll in erster Linie durch die Längsschwellen erfolgen, die man möglichst wenig durch Verzimmerungen schwächt. Sämtliches Holzwerk muß dauernd unter Wasser

liegen. Die Grundmauern müssen daher bis zum niedrigsten Wasserstand heruntergeführt werden, was erhebliche Kosten für Ausschachtung und Grundmauerwerk erfordern kann. Gleichmäßige Lastverteilung und gleichmäßiges Aufmauern des Fundamentkörpers ist bei dieser Gründungsweise unbedingtes Erfordernis. Um ungleiches Setzen zu vermeiden, sind die zur Umschließung der Baugrube nötigen Spundwände in einem solchen Abstände vom Bauwerke einzutreiben, daß eine Berührung mit dem Schwellroste nicht stattfinden kann.

Die Langschwellen macht man 25—30 cm, die Querschwellen 20/24 cm stark. Die zulässige Belastung beträgt etwa 20—25 t/qm. Bei Bodenarten, bei denen ein seitliches Ausweichen zu befürchten ist (weicher Ton und Lehm), ist diese Gründungsart nicht anwendbar.

Wenn irgend möglich, ist die Herstellung eines Eisenbetonrosts der des Schwellrosts aus Holz vorzuziehen.

Gründung mittels Schwimmkastens.

Die Gründungsweise mittels Senk- oder Schwimmkastens ist für Hochbauten von geringer Bedeutung.

Schwimmkasten finden hauptsächlich bei Bauten an den Seehäfen als Umschließungsmauern für die Hellinge, sowie als Kaimauern Verwendung, wobei sie aufgebauten Lagerhäusern, Schuppen, Werkstätten usw. als Fundament dienen können ¹⁾.

Das Versteinerungsverfahren.

Durch Einspritzen von flüssigem Zementmörtel mittels Preßluft in reinen Sand- und Kiesboden kann durch Versteinerung des Untergrundes ein tragfähiger Fundamentkörper hergestellt werden. Das Verfahren findet vielfach Anwendung bei Wiederherstellung schadhafter Fundamente,

¹⁾ Hinsichtlich der Ausführung von Schwimmkasten vgl. die in der Sammlung Göschen erschienenen Bändchen über „Grundbau“.

wobei der flüssige Zementmörtel mittels Druckluft in die Fugen des Mauerwerks, die vorher sorgfältig gereinigt werden müssen, eingepreßt wird.

Im Gegensatze hierzu verwendet das Torkretverfahren (Betonspritzverfahren) ein trockenes Gemisch von Zement und feinem Kies, das mittels Preßluft gegen eine zu verstärkende Wand geschleudert wird, wobei der Mischung an der Austrittsdüse die gerade erforderliche Wassermenge durch eine besondere Wasserdruckleitung zugesetzt wird. Die aufgespritzte Betonmasse weist eine Dichtigkeit auf, die einer Stampfbetonmischung gleicher Zusammensetzung weit überlegen ist. Etwa ein Drittel des Materials geht beim Aufspritzen durch Rückprall verloren; auch ist der Kraftverbrauch verhältnismäßig hoch. Das Verfahren ist sehr geeignet, wenn es sich um Verstärkung von Fundamenten, Pfeilern, Eisenbetonträgern, Gewölben, Wänden und um Herstellung dichter Betonflächen handelt. Ein weiteres Verfahren zur Verhinderung plötzlich auftretenden Wasserandrangs bei der Ausschachtung von Baugruben ist das Dr. Joostensche Versteinerungsverfahren¹⁾. Es ist anwendbar bei Bodenschichten, die aus quarzhaltigem Sand oder Kies, auch bei geringen Beimischungen von Ton und Lehm bestehen. Reiner Lehm- und Tonboden kann nicht verfestigt werden. Das Verfahren ist chemisch-physikalischer Natur und besteht darin, daß zwei verschiedene Arten von Chemikalien, zunächst ein kieselsäurehaltiges Chemikal (Wasserglaslösung), sodann eine Salzlösung (Chlorcalcium), in den zu verfestigenden Boden eingepreßt werden. Die Verfestigung des Bodens ist derart, daß ein Wasserzudrang zur Baugrube nicht mehr erfolgen kann; auch schadhafte Mauerwerk und Beton kann in dieser Weise abgedichtet werden.

¹⁾ Über Ausführungen dieser Art vgl. Deutsche Bauzeitung 1927 Nr. 99; ferner Bericht über die Hauptversammlung des Deutschen Beton-Vereins 1930, S. 82.

Die Brunnengründung.

Befindet sich der tragfähige Boden in einer Tiefe, bei der eine Ausschachtung in offener Baugrube nicht wirtschaftlich wäre, dann kann eine Absenkung von Brunnen in Frage kommen, die dann den Zweck haben, die Last des Baukörpers durch lockere Bodenschichten hindurch auf den festen Baugrund zu übertragen.

Brunnen sind Hohlkörper von prismatischer oder zylindrischer Form, oben und unten offen, die durch Abgrabung und bei Wasserandrang durch Baggerung (Sackbagger, Kiespumpen, Schalenbagger und Greifbagger) unter und zwischen den Brunnenrändern allmählich bis zur tragfähigen Bodenschicht abgesenkt werden.

Besteht der Brunnenmantel aus Ziegelmauerwerk, so darf die Senkung immer nur in dem Maße erfolgen, als der über der Erdoberfläche herzustellende Mauerwerksteil gut abgebunden hat. Ist die tragfähige Bodenschicht erreicht, so wird der untere Teil des Brunnens durch eine Betonsohle, bei Wasserzudrang durch eine Betonschüttung abgeschlossen. Der Brunnen wird dann ausgepumpt und mit Kies oder Steinmaterial ausgefüllt, ausbetoniert oder ausgemauert. Der Brunnenmantel kann aus Holz, Eisen, Mauerwerk, Beton oder Eisenbeton hergestellt werden. Im Hochbau erhalten die Brunnen im allgemeinen eine lichte Weite von 1—3 m

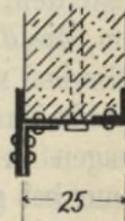
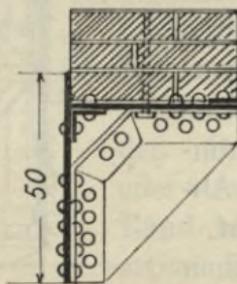
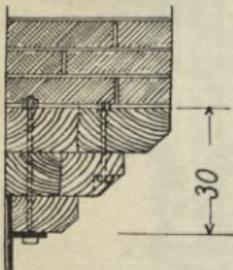


Abb. 51. Brunnenkranz aus Holz.

Abb. 52. Brunnenkranz aus Eisen.

Abb. 53. Brunnenkranz für einen Brunnen aus Eisenbeton.

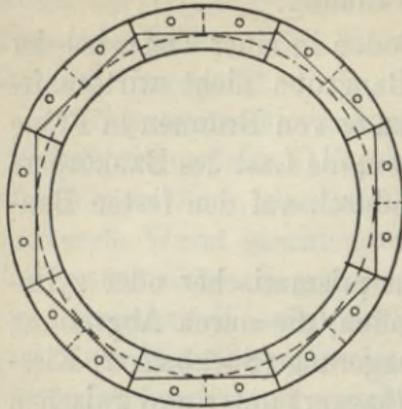


Abb. 54. Brunnenkranz aus Holz.

Der untere Brunnenrand „Brunnenkranz“ oder „Schling“ genannt, erhält eine dreieckige Form, um das Absenken zu erleichtern, und wird mittels Eisenbeschlags besonders befestigt (Abb. 51—54). Die Außenfläche des Mantels muß möglichst glatt sein. Mauerwerk ist daher außen mit einem Mörtel-Glattstrich zu versehen oder wenigstens auszufugen.

Die Brunnengründung ist nicht zu empfehlen, wenn die zu durchfahrenden Bodenschichten aus sehr grobem Geröllmaterial bestehen und insbesondere große Steine, Baumstämme und Hindernisse anderer Art enthalten, die ein Schiefstellen der Brunnen bewirken können und deren Beseitigung großen Zeitverlust und Kosten erfordert.

Hölzerne Senkbrunnen werden der einfachen Verzimierung halber meist mit rechteckigem Querschnitt hergestellt. Sie bestehen aus horizontal oder vertikal gestellten, 4 cm starken Bohlen, die durch Leisten und Streben versteift werden (Abb. 55 u. 56). Ausführungen in Holz kommen nur bei geringen Abmessungen in Betracht.

Gemauerte Brunnen werden am unteren Ende etwa auf eine Länge von

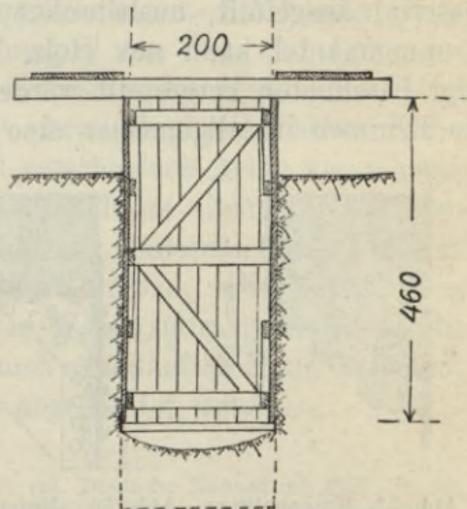


Abb. 55. Senkbrunnen aus Holz.

2—3 m mit einer Neigung von 1:10 nach außen hergestellt, um das Einsenken zu erleichtern; auch ist auf eine gute Verankerung des Brunnenkranzes mit dem aufgehenden Mauerwerk zu sorgen (Abb. 57).

Brunnen mit eisernem Brunnenmantel können durch Eindrehen oder Einrammen von Stahlrohren mit einem Durchmesser von 800—1250 mm hergestellt werden. Das Bodenmaterial wird, nachdem die tragfähige Schicht erreicht ist, ausgebaggert, und das Rohr mit dem Einbringen des Betons langsam gezogen. Auf diese Weise

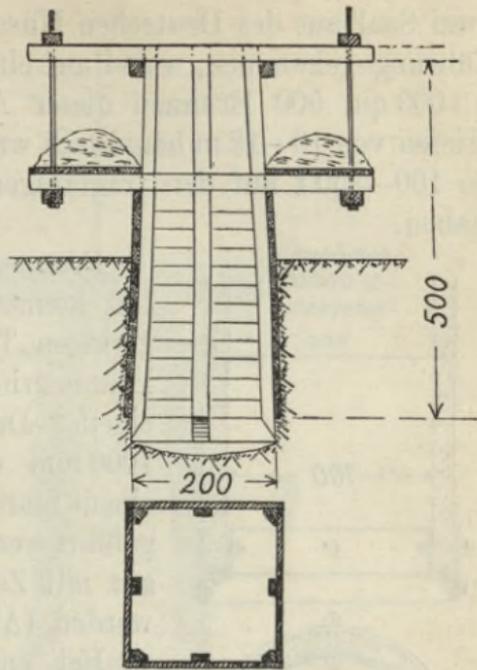


Abb. 56. Senkbrunnen aus Holz.

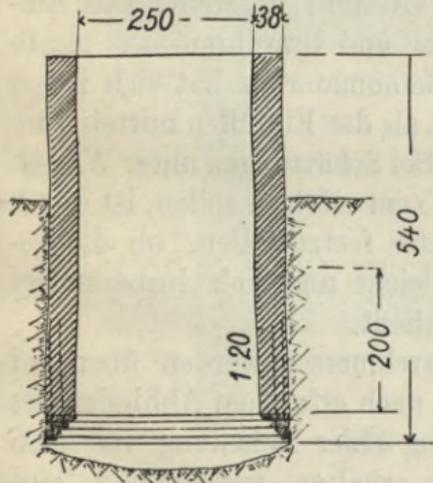


Abb. 57. Gemauerter Brunnen.

entstehen im Boden Betonpfeiler von hoher Tragfähigkeit, die einen etwas größeren Durchmesser haben als das benutzte Mantelrohr, da der noch plastische Beton beim Ziehen des Rohrs, je nach Beschaffenheit des umschließenden Bodenmaterials, mehr oder weniger über den unteren Rand heraustritt. Eine derartige Brunnengründung ist in größerem Umfange beim Neubau des Studiengebäudes

und Saalbau des Deutschen Museums in München zur Ausführung gekommen, wobei auf einer Geländefläche von über 10 000 qm 500 Brunnen dieser Art in durchschnittlichen Tiefen von 10—12 m hergestellt wurden, die Belastungen von je 100—350 t auf den tragfähigen Baugrund zu übertragen haben.

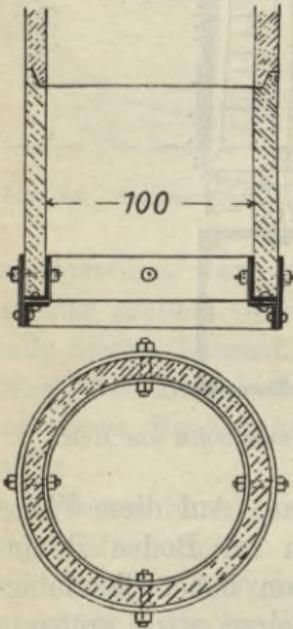


Abb. 58. Brunnen aus Zementringen.

Brunnen aus Beton oder Eisenbeton können in einfacher Weise bei geringen Tiefen durch Versenken von Brunnenringen (Zementringen) mit einem Durchmesser von 800 bis 1000 mm oder Eisenbetonringen mit einem Durchmesser bis 1500 mm ausgeführt werden. Die Stoßfugen müssen gut mit Zementmörtel 1:1 gedichtet werden (Abb. 58).

Bei engen Brunnen ist auf die Einbringung des Betons besondere Sorgfalt zu verwenden, damit keine Entmischung und Bildung von Hohlräumen (Nestern) entsteht. Das Einschaufeln und Umrühren des plastischen Betonmaterials hat sich besser bewährt als das Einfüllen mittels Rutschen. Bei Schüttungen unter Wasser, die in Lagen von höchstens 15 cm erfolgen sollen, ist durch Abtasten mit einer Prüfungsplatte festzustellen, ob die geschüttete Masse sich gut ausgleicht und sich insbesondere an die Mantelwände gut anschließt.

Brunnen mit größerem Durchmesser werden über der Baugrube fertig hergestellt und nach erfolgtem Abbinden des Betons meist unter Aufbringung einer Belastung versenkt. Die unteren Brunnenränder erhalten zweckmäßig eine besondere Eisenbewehrung (Abb. 53). Bei säurehaltigem

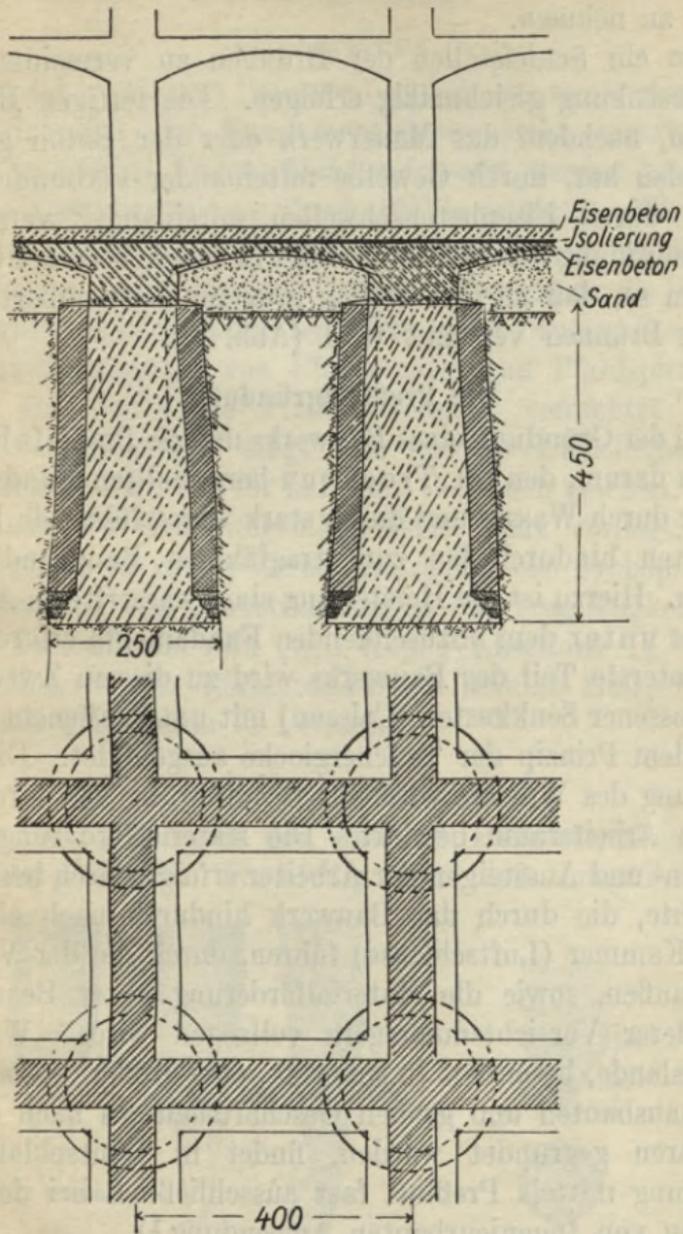


Abb. 59. Brunnengründung im Grundriß und Schnitt.

Baugrund ist von der Ausführung von Brunnen in Beton Abstand zu nehmen.

Um ein Schiefstellen der Brunnen zu vermeiden, muß die Absenkung gleichmäßig erfolgen. Die fertigen Brunnen werden, nachdem das Mauerwerk oder der Beton gut abgebunden hat, durch Gewölbe miteinander verbunden oder besser durch Eisenbetonschwellen miteinander verspannt. Die Anordnung der Brunnen erfolgt in den Achsen der Grundmauern so, daß an den Stellen größerer Lastenübertragung je ein Brunnen versenkt wird (Abb. 59).

Die Preßluftgründung.

Bei der Gründung eines Bauwerks mittels Preßluft handelt es sich darum, den im Trocknen hergestellten Fundamentkörper durch Wasser und durch stark wasserführende Bodenschichten hindurch bis zum tragfähigen Baugrund abzusenken. Hierzu ist die Herstellung eines wasserfreien Arbeitsraumes unter dem abzusenkenden Fundamente erforderlich. Der unterste Teil des Bauwerks wird zu diesem Zwecke als geschlossener Senkkasten (Caisson) mit unten offenem Boden nach dem Prinzip der Taucherglocke ausgebildet. Die Verdrängung des Wassers wird durch Zuführung von Druckluft in den Arbeitsraum bewirkt. Die Materialförderung sowie das Ein- und Aussteigen der Arbeiter erfolgt durch besondere Schächte, die durch das Bauwerk hindurch nach oben zu einer Kammer (Luftschleuse) führen, durch die der Verkehr nach außen, sowie die Materialförderung unter Beachtung besonderer Vorsichtsmaßregeln vollzogen wird. Während im Auslande, besonders in Amerika, eine größere Anzahl von Hochhausbauten und großen Geschäftshäusern nach diesem Verfahren gegründet wurden, findet in Deutschland die Gründung mittels Preßluft fast ausschließlich bei der Herstellung von Ingenieurbauten Anwendung¹⁾.

¹⁾ Vgl. die in der Sammlung Göschen erschienenen Bändchen über „Grundbau“.

Die Pfahlgründung.

Allgemeines.

Liegt der tragfähige Baugrund so tief, daß aus wirtschaftlichen Gründen der Fundamentkörper nicht unmittelbar auf die tragfähige Bodenschicht aufgesetzt werden kann, so muß die Lastübertragung durch Pfähle erfolgen. Wird der tragfähige Boden auch hierbei nicht erreicht, so muß man sich mit einer „schwebenden“ Gründung begnügen; die Druckübertragung erfolgt dann lediglich unter Ausnutzung des Reibungswiderstandes von Pfahlmantel und Pfahlspitze im Boden, der durch die Pfahleintreibung verdichtet wird. Diese Gründungsweise trägt eine gewisse Unsicherheit in sich, und man wird von ihr nur dann Gebrauch machen, wenn eine günstigere Gründungsmöglichkeit nicht vorliegt. In jedem Falle wird vorher durch Eintreiben von Probepfählen und Vornahme von Probelastungen die Tragfähigkeit des Bodens zu ermitteln sein (vgl. Kap. 1 Abschnitt 1).

Als Material für Pfahlgründungen kommt Holz, Eisen, Beton und Eisenbeton in Betracht.

a) Holzpfähle.

Holz hat gegenüber den anderen Baumaterialien den Vorzug der Billigkeit. Nachteilig wirkt, daß Holzpfähle, die

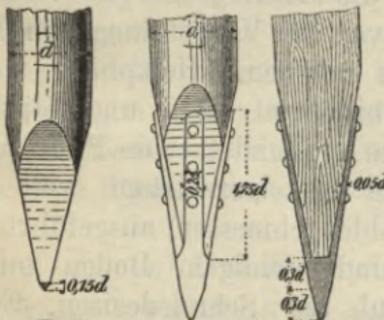


Abb. 60. Spitzpfahl.



Abb. 61. Spitzpfahl mit Eisenschuh.

abwechselnd dem Zutritt von Wasser und Luft ausgesetzt sind, in verhältnismäßig kurzer Zeit faulen. Abgesehen von Behelfsbauten und Bauten, die nur vorübergehenden Zwecken dienen, sind Holzpfähle daher nur dann zu verwenden, wenn sie dauernd im Grundwasser oder unter Niedrigwasser eines

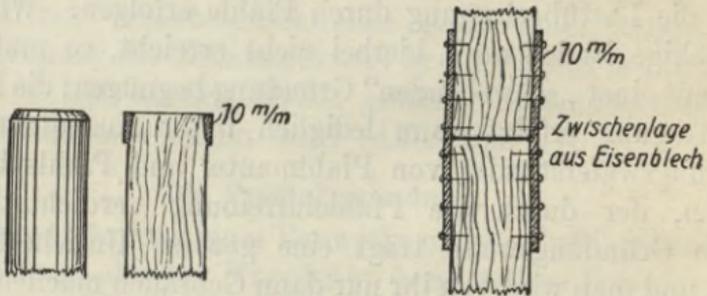


Abb. 62. Sicherung der Pfahlköpfe.

Abb. 63. Pfahlstoß.

Gewässers liegen. Da der Grundwasserstand Schwankungen unterworfen ist, insbesondere auch bei Ausführung von Kanalisationen, Schifffahrtskanälen, Flußregulierungen und dgl. erhebliche Senkungen erfahren kann, so wird bei der Wahl des Baumaterials für die Gründung wichtiger Bauten auf diesen Umstand ernstlich Bedacht zu nehmen sein.

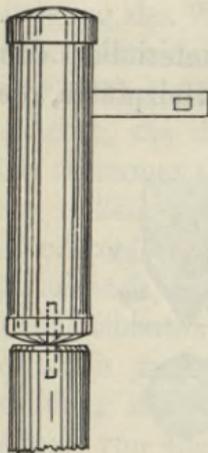


Abb. 64. Rammknecht oder Jungfer.

Für Bauten an der See ist in Gegenden, in denen die Bohrmuschel (Bohrwurm) stark auftritt, von der Verwendung von Holz Abstand zu nehmen. Holzpfähle werden in Längen bis etwa 18 m und Stärken von 25—45 cm verwendet. Die Pfahlspitze wird vierkantig in einer Länge von $1,5\text{--}2d$ ($d = \text{Pfahldurchmesser}$) ausgeführt und bei festem und steinigem Boden mit einem Pfahlschuh aus Schmiedeeisen, Eisenblech oder Gußeisen versehen (vgl. Abb. 60 u. 61). Das Kopfende wird zum Schutze gegen

Rammschläge am Rande gebrochen oder erhält einen schmiedeeisernen Ring. Zur Übertragung der Rammschläge auf die Pfahlköpfe bei tiefer Lage ist häufig die Einschaltung eines Zwischenpfahls, der „Rammjungfer“, erforderlich (Abb. 62—64). Bei weichen, wasserhaltigen Böden werden auch Holzpfähle mit schraubenartiger Spitze aus Guß- oder Schmiedeeisen verwandt, die nicht eingerammt, sondern eingedreht werden.

Die Anordnung der Pfähle erfolgt in der Achse des Grundmauerwerks in einem Abstände, daß auf etwa 0,75—1,0 qm Grundmauerfläche je ein Pfahl zu stehen kommt. Zur Verwendung gelangt möglichst frisch geschlagenes Eichen-, Buchen-, Kiefern- und Tannenholz. Die Hölzer müssen gerade gewachsen sein und dürfen nicht leicht splintern.

b) Eisenpfähle.

Wegen der Gefahr des Rostens verwendet man Eisenpfähle im Hochbau meist nur für Behelfsbauten. Eiserne Pfähle erhalten eine schraubenartig ausgebildete Spitze mit einem Durchmesser bis 180 cm für die Gewinde. Der Schaft besteht aus einem schmiedeeisernen oder gußeisernen Rohre oder wird aus Rundeisenstangen mit vollem Querschnitt mit einem Durchmesser bis 20 cm hergestellt.

Eiserne Schraubenpfähle haben den Vorteil, daß sie sich leicht einbringen lassen und große Lasten (bis 12 kg/cm². Pfahlstützenfläche) übertragen können. Sie verursachen beim Einbringen keine Belästigung der Nachbarschaft und Schäden an Nachbargebäuden, wie dies leicht bei der Ausführung von Rammarbeiten der Fall sein kann (Abb. 65, 66, 67).

c) Der Holzpahlrost.

Bietet der Schwellrost für sich nicht die nötige Gewähr für die Standfestigkeit eines Bauwerks, so kann man eine gute Druckübertragung auf tragfähigere Bodenschichten

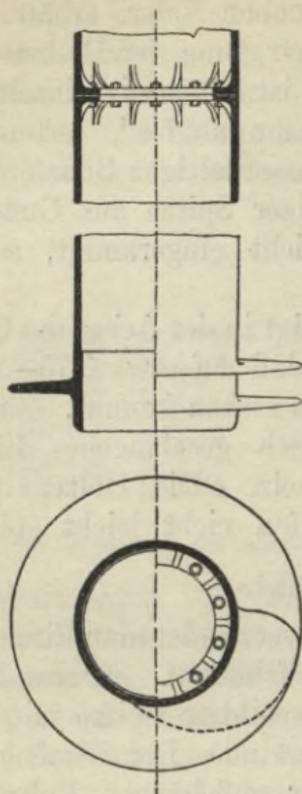


Abb. 65. Gußeiserner Röhrenpfahl.

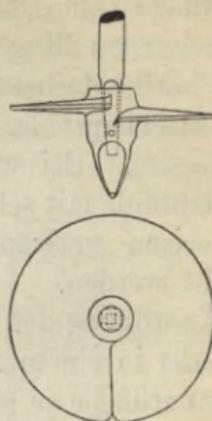


Abb. 66. Schraubenpfahl.

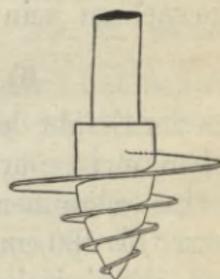


Abb. 67. Schraubenpfahl.

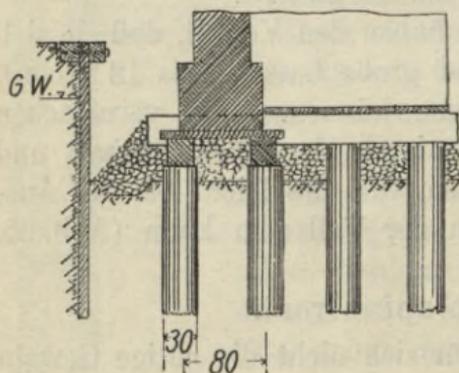


Abb. 68. Holzpfahlrost.

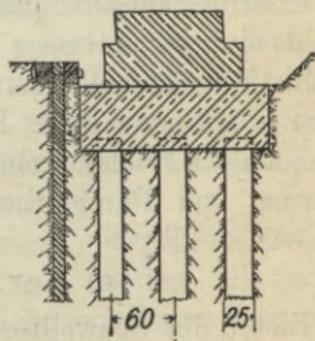


Abb. 69. Holzpfahlrost mit Betonplatte.

durch Verbindung mit einem Pfahlrost erzielen (Abb. 68, 69).

Bei zu langen oder zu kurzen Pfählen macht bei Holzpfählen das Abkappen oder Aufpfropfen keine besonderen Schwierigkeiten.

Besteht das Fundament aus einer Betonplatte, und soll die Druckübertragung auf tiefere Bodenschichten erfolgen, so ordnet man einen Rost von Holzpfählen an, deren Köpfe man gleichmäßig abkappt. Die Pfahlenden läßt man etwa 15 cm tief in die Betonplatte einbinden (Abb. 69).

Packungen unterhalb des Schwellrostes und der Betonplatte schützt man gegen Ausspülung und Unterspülung durch Umschließung der Pfahlrostanlage mit Spundwänden. — Alle Holzteile müssen bei diesen Ausführungen dauernd unter Wasser liegen.

d) Pfähle aus Beton und Eisenbeton.

Gründungen mittels Beton- und Eisenbetonpfählen sind unabhängig vom Grundwasserstand. Bei tiefem Grundwasserstand tritt daher bei Verwendung von Beton- und Eisenbetonpfählen meist eine Kostenersparnis infolge geringeren Erdaushubs und Fundamentmauerwerks ein, trotz höherer Kosten, die für die längeren und teureren Betonpfähle aufgewendet werden müssen. Betonpfähle haben eine höhere Tragfähigkeit als Holzpfähle und können in größeren Tiefen verwendet werden; auch sind sie unempfindlich gegen die Bohrmuschel, und bei entsprechender Ausbildung auch gegen die Einwirkungen des Seewassers und des Grundwassers.

Man unterscheidet zwischen Eisenbetonrammpfählen und Ortbetonpfählen.

Die Eisenbetonrammpfähle werden auf dem Lager oder an der Baustelle in Schalkkästen in bestimmten Längen fabrikmäßig hergestellt und müssen dann bis zur vollständigen Erhärtung 4—6 Wochen lagern. Man bildet sie mit vollem

Querschnitt oder als Hohlpfähle (Spülpfähle) mit vier- oder mehreckigem Querschnitt und glatter oder gerillter Außenfläche aus. Die Armierung erfolgt ähnlich wie bei Eisenbetonstützen, entweder spiralförmig oder durch Längseisen mit starken Querverbindungen.

Verbundpfähle sind zusammengesetzte Pfähle, bei denen der untere, in das Grundwasser reichende Teil aus Holz, der obere aus Beton besteht. Beide Teile werden in geeigneter Weise miteinander verbunden. Die Pfahlköpfe der Eisenbetonpfähle werden beim Rammen durch besondere Schlaghauben geschützt, die meist aus zwei Holzklötzen bestehen, die durch Eisenbänder zusammengehalten werden. Zwischen den beiden Klötzen bringt man zur gleichmäßigen Verteilung des Rammschlages eine Lage von Sägespänen oder Sand ein. Die Pfähle sollen im Baugrund nur auf Druck beansprucht werden. Die Armierung erfolgt mit Rücksicht auf auftretende Biegebungsbeanspruchungen beim Transport und beim Einbringen der Pfähle, ferner zum Schutze gegen Ausknicken beim Rammen (Abb. 70).

Ortbetonpfähle stellt man an Ort und Stelle durch Einbringung eines Rohrs von etwa 30—40 cm Durchmesser in den Baugrund her. Das Bodenmaterial wird bei Einbringung unten geschlossener Rohre seitlich verdrängt, bei offenen Rohren ausgebaggert oder durch Druckwasser ausgespült. Die Einbringung des Betons erfolgt durch das Rohr, welches, je nach dem System, beim Einfüllen gezogen wird oder ganz oder nur zum Teil im Boden verbleibt.

Ob bei einer Pfahlgründung Eisenbeton-Rammpfähle oder Ortbetonpfähle zu verwenden sind, wird in der Hauptsache von folgenden Gesichtspunkten aus zu beurteilen sein:

Rammpfähle, die sachgemäß hergestellt worden sind und eine genügend lange Lagerzeit hinter sich haben, besitzen hohe Druckfestigkeit. Beton, der gut abgebunden hat und die nötige Dichtigkeit besitzt, ist in hohem Maße widerstands-

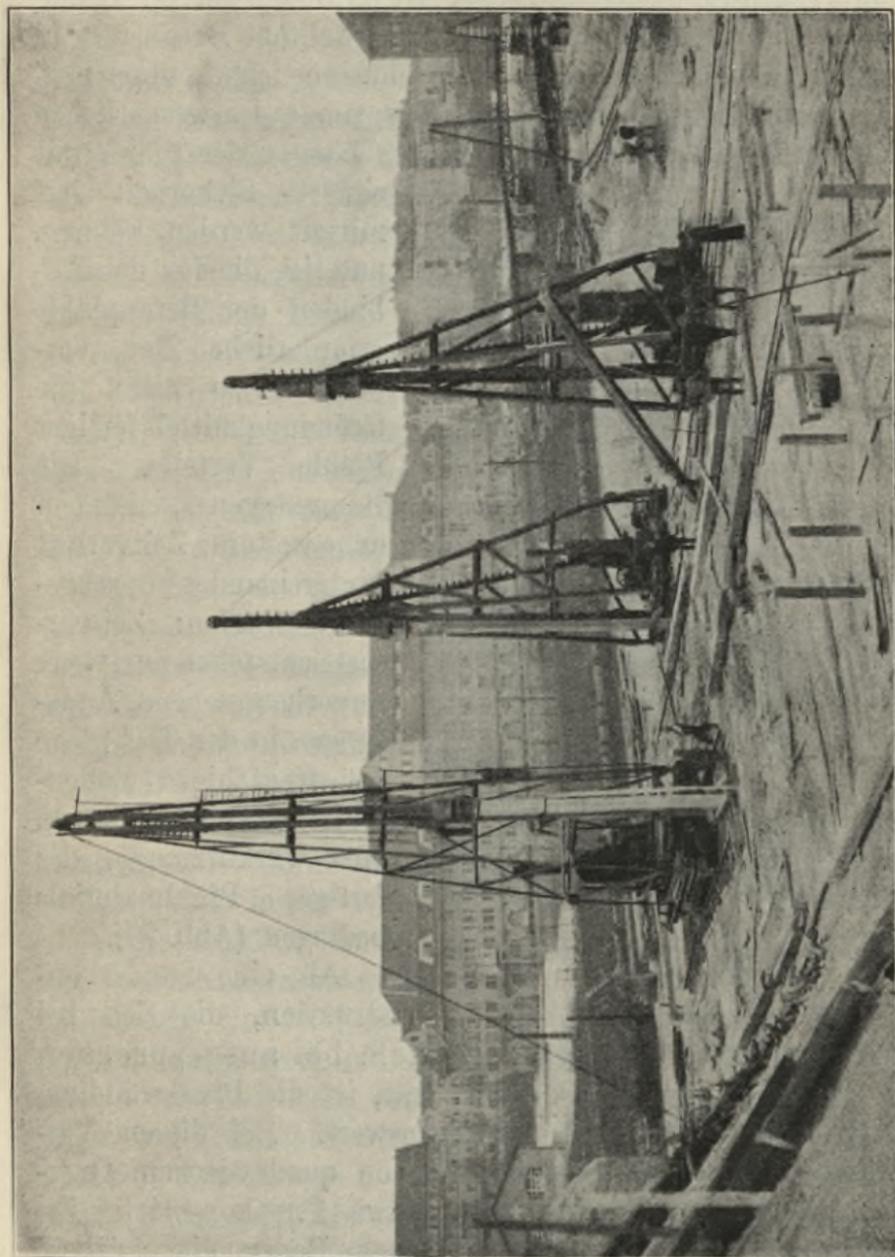


Abb. 70. Einrammen von Eisenbetonpfählen.

fähig gegen Einflüsse chemischer Art im Boden und im Grundwasser, im Gegensatz zu frisch hergestelltem Beton, der in diesem Zustande chemischen Einflüssen leicht unterliegt.

Ist die Tiefe des tragfähigen Baugrundes im wesentlichen festgestellt, so daß die erforderlichen Längen der Pfähle mit

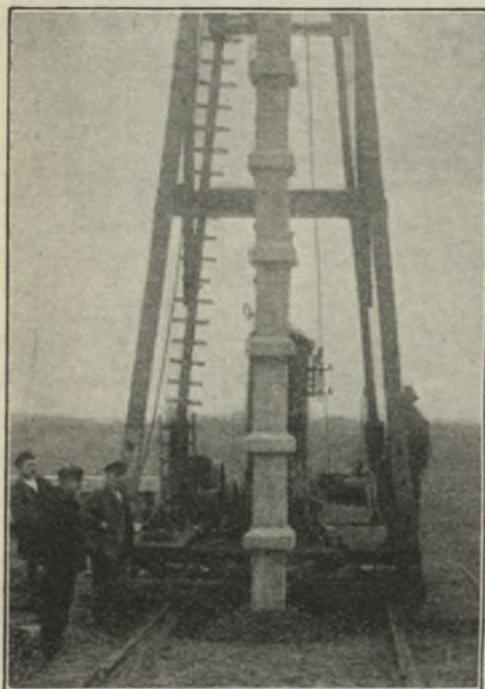


Abb. 71. Eisenbetonpfahlgründung nach System Takechi.

einiger Sicherheit ermittelt werden können, und ist die für das Abbinden der Betonpfähle erforderliche Zeit vorhanden, so bietet die Gründung mittels fertiger Pfähle Vorteile. Die Rammungen können ohne weiteren Zeitverlust hintereinander durchgeführt werden: Zeitverluste entstehen nur, wenn unvorhergesehene Änderungen in der Tiefenlage der tragfähigen Bodenschichten Verlängerungen oder Verkürzungen des fertigen Pfahlmaterials bedingen (Abb. 70).

Als eine Sonderkonstruktion, die sich bei schwebenden Gründungen vor allem bei ausgesprochen weichem Baugrund bewährt hat, ist die Pfahlgründung nach System Takechi¹⁾ bemerkenswert. Bei diesem Verfahren wird ein Eisenbetonpfahl von quadratischem Querschnitt, der in Abständen von etwa 1 m konsolartig Erbreiterungen erhält, in den weichen Boden eingetrieben.

¹⁾ Ausführung der Fa. Dyckerhoff und Widmann AG., Wiesbaden-Biebrich.

Beim Einrammen wird Kies- oder Schottermaterial, das rings um den Pfahl gelagert wird, durch diese auskragenden Konsolen in den Boden eingepreßt und dadurch eine Verfestigung des Baugrundes bewirkt. Der so entstehende Pfahlkörper, der aus einem Eisenbetonkern und einem umgebenden verdichteten Kiesmantel besteht, besitzt eine erhöhte Tragfähigkeit, so daß die Möglichkeit der Verringerung der Anzahl der einzutreibenden Pfähle oder der Anordnung kürzerer Pfähle besteht (Abb. 71).

Bei den Ortbetonpfählen wird der frische Beton durch das Rohr in den Untergrund eingebracht und muß dort abbinden. Bei einigen Konstruktionsweisen wird das Rohr entsprechend dem Einbringen des Betons gezogen, so daß dieser unmittelbar mit dem Boden in Berührung tritt, was bei chemisch nicht einwandfreiem Baugrund bedenklich ist.

Der frisch in den Boden eingebrachte Beton benötigt ferner zum Abbinden eine gewisse Zeit, ehe die Fundamentarbeiten weiter fortgesetzt werden können. Vorteilhaft ist, daß mit dem Bau nach Auftragserteilung sofort begonnen werden kann, daß keine schweren Rammen nötig werden und somit Belästigungen der Nachbarschaft und Schädigungen an benachbarten Gebäuden ausgeschlossen sind. Die Pfähle können ferner immer je nach Lage der tragfähigen Bodenschicht genau in der erforderlichen Länge hergestellt werden.

Ortbetonpfähle können ferner an örtlich stark beengten Stellen, in Kellerräumen und in tiefen Baugruben, Verwendung finden, ein Umstand, der bei Abstützungsarbeiten, Fundamentverstärkungen und Tiefergründungen bestehender Gebäude von Bedeutung sein kann. Bei Ortbetonpfählen, bei denen der Erdaushub mittels Bohrgeräts erfolgt, werden ferner wichtige Aufschlüsse über die Beschaffenheit des durchfahrenen Bodenmaterials erzielt.

Häufige Verwendung finden im Hochbau die nachstehend aufgeführten Ortbetonpfähle, deren Ausführungsrecht die je-

weils unten angeführten Firmen sich für Deutschland durch Lizenzerwerb gesichert haben.

Die folgende Zusammenstellung führt nur einige der charakteristischsten Ausführungsweisen vor. Eine genaue Beschreibung aller Systeme und bewährten Konstruktionsmöglichkeiten muß der einschlägigen Fachliteratur vorbehalten bleiben.

Der Straußpfahl¹⁾.

Die Gründung erfolgt durch Absenkung eines eisernen Leitrohrs bis zur tragfähigen Bodenschicht. Die Beseitigung des

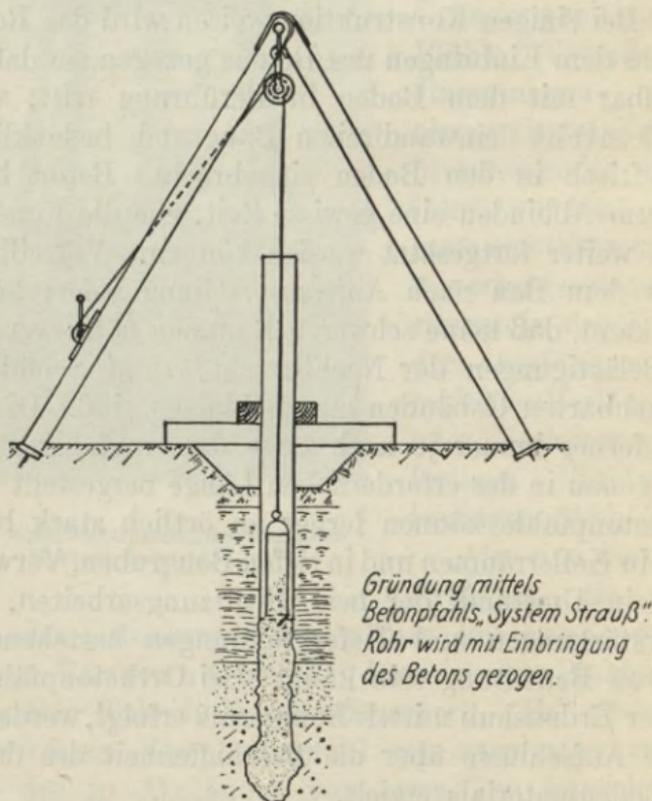


Abb. 72. Betonpfahl „System Strauß“.

¹⁾ Ausführungsrecht der Firma Dyckerhoff und Widmann, Biebrich/Rh.

Bodens geschieht mittels Bohrgeräts, das Einbringen des Betons mittels Blechbüchse mit aufklappbarem Boden, das Stampfen des Betons mittels Fallstößels unter langsamem Hochziehen des Leitrohrs. Der Beton tritt dabei etwas über den Rand des Rohrs, wodurch die Außenseite des Pfahls, je nach Art der durchfahrenen Bodenschichten, eine rauhe Beschaffenheit, häufig unter Bildung starker Wülste, erhält. (Abb. 72.)

Der Simplexpfahl¹⁾.

Durch Eintreibung eines unten geschlossenen, mit aufklappbarer Spitze versehenen, eisernen Mantelrohrs bis zum tragfähigen Baugrund findet die Bodenverdrängung statt. Die Einführung des Betons erfolgt durch das Rohr, das beim Einbringen langsam gezogen wird. Bei Grundwasserandrang findet statt der aufklappbaren Spitze ein gußeiserner Schuh Verwendung, der im Boden verbleibt. Der Pfahlkopf wird beim Eintreiben mit einer Schlaghaube aus Stahlguß versehen, die eine Ausfütterung aus hartem Holz erhält.

Der Sternpfahl²⁾.

Der Sternpfahl hat eine konische Form, die eine günstige Lastverteilung auf die ganze Pfahllänge ermöglicht. Ein Blechmantel wird mittels eines Rammkerns, der mit einer eisernen Spitze versehen ist, beim Einrammen in den Boden mitgenommen. Der Blechmantel verbleibt nach dem Ziehen des Rammkerns im Boden zurück, während der entstandene Hohlraum mit Beton ausgefüllt wird.

Der ABA-Lorenz-Betonbohrpfahl³⁾.

Ein eisernes Blechmantelrohr von 32 cm Durchmesser wird im Bohrverfahren eingetrieben. Mittels eines besonderen

¹⁾ Ausführungen der Firma Wayss und Freytag, Neustadt a. d. H. und Köhnke u. Co., Bremen.

²⁾ Ausführung der Firma Ackermann u. Co., München.

³⁾ Ausführung der Firma Allgemeine Baugesellschaft Lorenz & Co. m. b. H., Berlin.

Bohrwerkzeugs wird am unteren Rande des Rohrs eine kugelförmige Verbreiterung im Erdreich geschaffen, so daß beim Einfüllen des Betons ein sog. „Klumpfuß“ entsteht. Das Rohr verbleibt im Boden. (Abb. 73.)

Der Mastpfahl¹⁾.

Der Mastpfahl besteht aus einem dünnen Blechrohr mit massiver Spitze, dessen unterer Teil einen Holzkern enthält. Das Einrammen erfolgt mittels eines Rammkerns, der nach

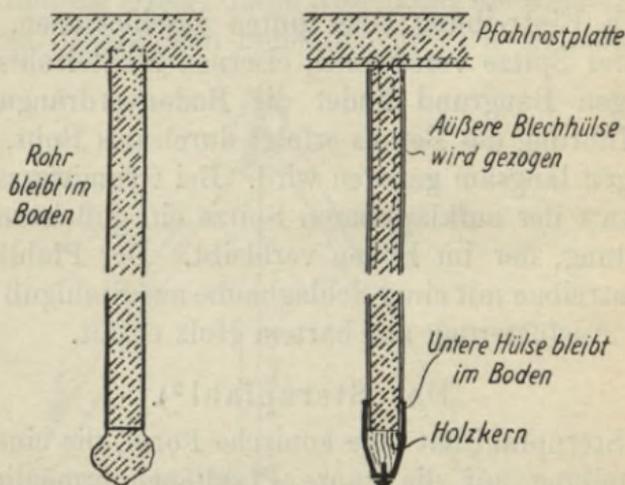


Abb. 73. ABA-Betonpfahl.

Abb. 74. Betonpfahl „System Mast“.

erreichter Tiefe gezogen wird. Der entstandene Hohlraum wird ausbetoniert; die untere Hülse verbleibt im Boden. Die Spitze des Pfahls muß dauernd im Grundwasser stehen.

Das Einrammen mittels des Rammkerns oder der Rammjungfer verursacht verhältnismäßig geringe Erschütterungen im Boden und der Nachbarschaft, da zwischen Rammkern und Blechrohr ein Spielraum vorhanden ist, so daß die durch die Rammschläge hervorgerufenen Schwingungen nicht unmittelbar auf die umgebenden Bodenschichten übertragen

¹⁾ Beton- und Tiefbaugesellschaft „Mast“ m. b. H., Berlin.

werden. Infolge der glatten äußeren Rohrwand geht das Einrammen leicht vonstatten. (Abb. 74.)

Der Wolfsholz-Preßbetonpfahl¹⁾.

Ähnlich wie der Straußpfahl erzeugt der Wolfsholz-Preßbetonpfahl eine sehr raue, je nach der Bodenart mit vielen Wülsten versehene Pfahlaußenfläche.

Der Preßbetonpfahl wird im Bohrverfahren hergestellt. Nach Beseitigung des Bodens erfolgt die Verdrängung des Wassers bei oben geschlossenem Rohr mittels Druckluft. Unter gleichzeitigem Hochdrücken des Mantelrohrs wird der Beton durch ein besonderes Rohr in den Hohlraum eingepreßt, wodurch gleichzeitig eine teilweise Versteinerung der angrenzenden Bodenschichten erzielt wird.

e) Der Eisenbetonpfahlrost.

Bei ungünstigem Baugrund kann, wie in Kap. 4, S. 48 näher ausgeführt, die Übertragung der Bauwerkslasten durch Anordnung einer Fundamenterbreiterung in der Form eines Streifen- oder Schwellenfundamentes erfolgen, oder man stellt das ganze Bauwerk oder besonders schwer belastete Gebäudeteile auf eine Fundamentplatte. Als Baumaterial für diese Plattenausbildungen kommt, da meistens Biegungsspannungen mit aufzunehmen sind, Eisenbeton in Frage. Bei wichtigen Bauten und großer Belastung genügt diese Grundmauererbreiterung häufig nicht, so daß diese biegungsfest hergestellten Platten noch mit einer Pfahlgründung vereinigt werden müssen, damit die Lastübertragung bis in die tragfähige Bodenschicht hinein erfolgen kann. Unter besonders stark belasteten Bauteilen wird dann die Anordnung von Pfahlgruppen erforderlich, deren obere Enden (Pfahlköpfe) in die Eisenbetonplatte einbinden. Es entsteht auf diese Weise ein Eisenbetonpfahlrost.

¹⁾ August Wolfsholz, Preßzementbau AG., Berlin.

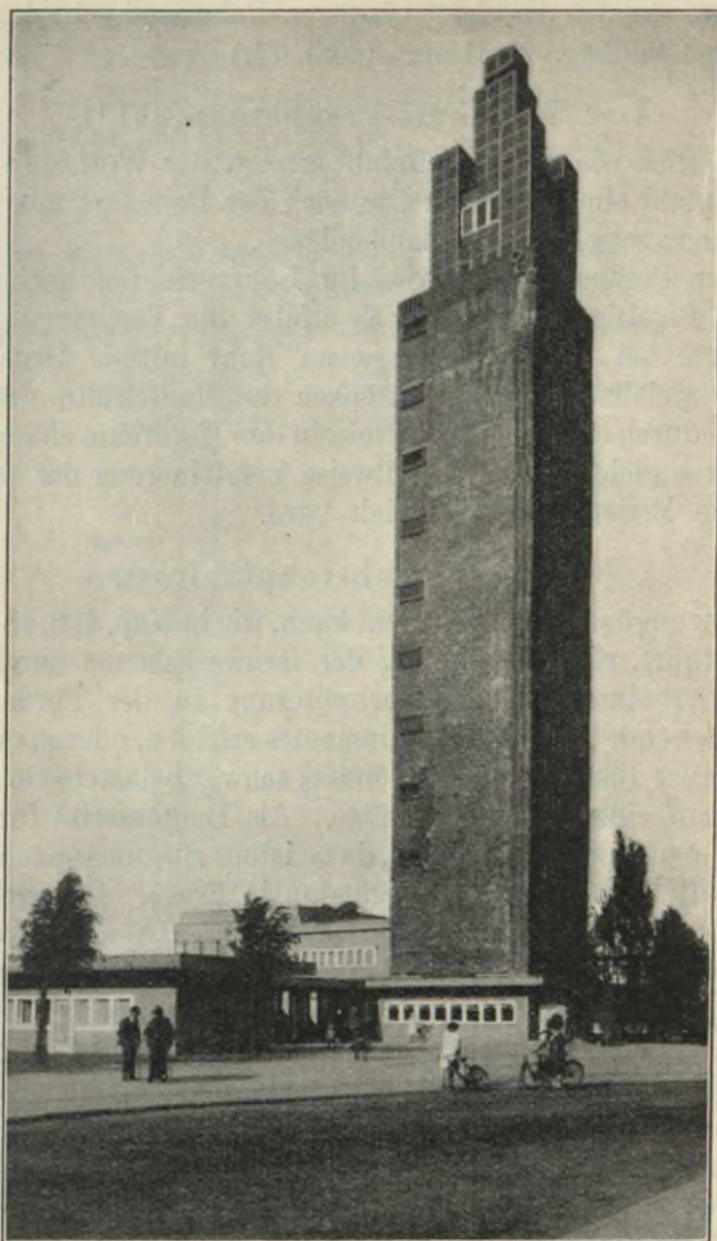


Abb. 75. Ausstellungsturm in Magdeburg. (Arch. Prof. Albinmüller, Darmstadt).

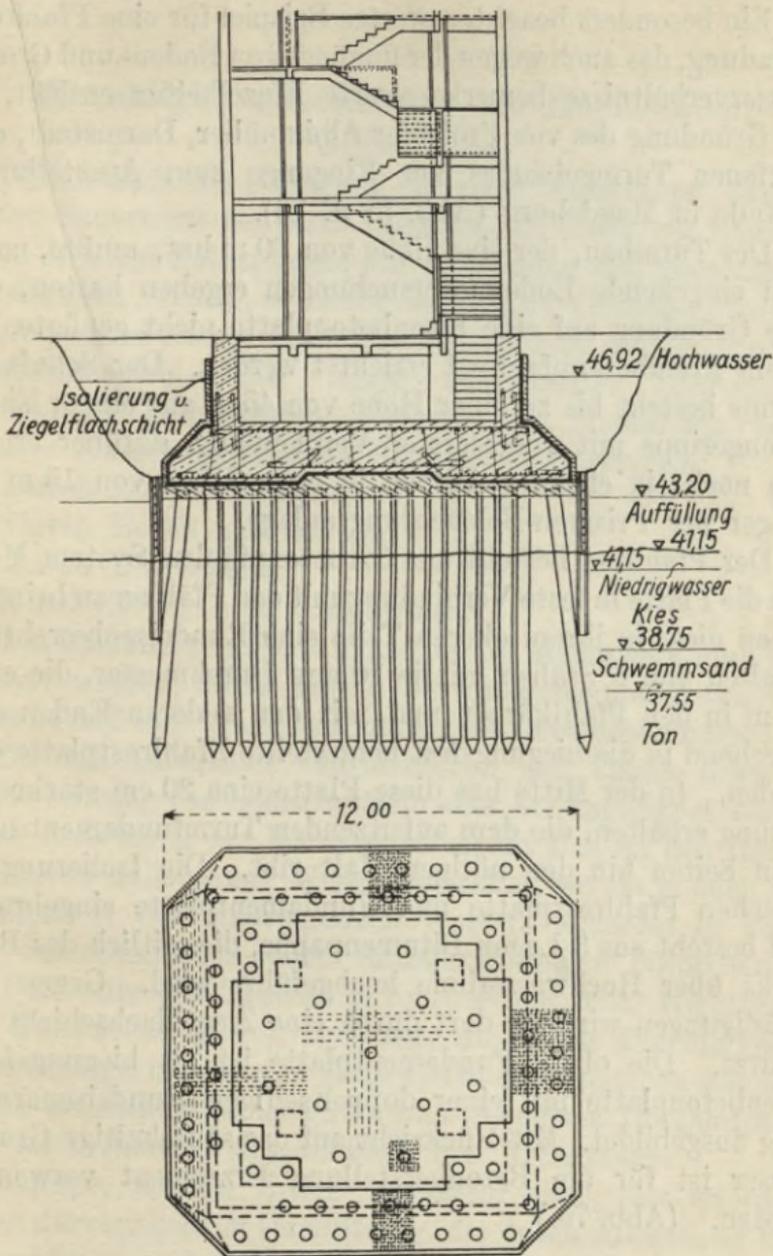


Abb. 76. Fundierung des Ausstellungsturmes in Magdeburg (Grundriß und Schnitt). Arch. Prof. Albinmüller, Darmstadt. Ausf. Beton- und Monierbau A.-G., Berlin.

Ein besonders beachtenswertes Beispiel für eine Pfahlrostgründung, das auch wegen der ungünstigen Boden- und Grundwasserhältnisse bemerkenswerte Einzelheiten enthält, ist die Gründung des von Professor Albinmüller, Darmstadt, entworfenen Turmgebäudes am Eingange zum Ausstellungsgelände in Magdeburg (Abb. 75 u. 76).

Der Turmbau, der eine Höhe von 60 m hat, mußte, nachdem eingehende Bodenuntersuchungen ergeben hatten, daß eine Gründung auf eine Eisenbetonplatte nicht genügte, auf einem Eisenbetonpfahlrost errichtet werden. Der Schaft des Turms besteht bis zu einer Höhe von 45 m aus einem Eisenbetongerippe mit vorgesetzter Verblendung, darüber erhebt sich noch ein eiserner Aufbau in einer Höhe von 15 m als Träger der Prismen-Beleuchtungsanlage.

Der Pfahlrost besteht aus Ortbetonpfählen System Mast. Um die Platte in feste Verbindung mit den Pfählen zu bringen, haben diese in ihrem oberen Teile eine Rundeisenbewehrung erhalten von 6 Stäben mit je 10 mm Durchmesser, die etwa 2,0 m in den Pfahlkörper und mit den anderen Enden entsprechend in die biegungsfest hergestellte Pfahlrostplatte einbinden. In der Mitte hat diese Platte eine 20 cm starke Erhöhung erhalten, die dem aufsitzenden Turmfundament nach allen Seiten hin den nötigen Halt gibt. Die Isolierung ist zwischen Pfahlrostplatte und Fundamentplatte eingebracht und besteht aus 3 Lagen Bitumenpappe, die seitlich des Bauwerks über Hochwasserlinie hochgeführt wird. Gegen Beschädigungen wird sie dort durch eine Ziegelflachsicht geschützt. Die obere Fundamentplatte ist als biegungsfeste Eisenbetonplatte mit einer doppelseitigen Rundeisenarmierung ausgebildet. Mit Rücksicht auf das säurehaltige Grundwasser ist für die Betonherstellung Erzzement verwendet worden. (Abb. 76.)

II. Abschnitt.

Feuchtigkeits-Isolierung von Hochbauten.**Allgemeines.**

Wenn auch die Befolgung der alten Maurerregel, daß ein gutes Mauerwerk die beste Isolierung darstelle, ein Bauwerk nicht in allen Fällen gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen vermag, so bildet sie doch die Grundlage für alle Isolierungsarbeiten. Tatsächlich ist die Zahl der aus geringer Materialkenntnis oder falsch angewandter Sparsamkeit mangelhaft ausgeführten Kelleranlagen erstaunlich hoch.

Der Wasserzutritt in ein Bauwerk kann erfolgen:

Durch Luftfeuchtigkeit.

Durch Regen und Schnee.

Durch Hochwasser.

Durch Boden- und Grundwasser.

Der Eintritt von Feuchtigkeit in das Mauerwerk muß verhindert werden, da sie dessen Verwitterung und Zerstörung bewirkt und sich den Innenräumen des Gebäudes mitteilt, die sie für den Aufenthalt von Menschen und Tieren, sowie zu Aufbewahrung von Lebensmitteln aller Art ungeeignet macht. Diese Zersetzung des Mauerwerks macht sich an den Innenwänden in unliebsamer Weise bemerkbar, wo sie je nach Beschaffenheit des eindringenden Wassers zunächst in Form von Schmutzflecken oder Salzausblühungen (Gipstreiben) am Putz oder den Tapeten in Erscheinung tritt. Wichtig für die Beschränkung von Schäden, die durch Feuchtigkeitsniederschläge im Inneren eines Gebäudes entstehen können, ist die Möglichkeit einer guten und bequemen Durchlüftbarkeit aller Räume, einschließlich der Kellerräume.

Dumpfe, muffige Keller ermangeln häufig der erforderlichen durchgehenden Querlüftung, die durch Anordnung von Luftschlitzen und Luftkanälen leicht herzustellen ist.

Wie in Kapitel 2 näher beschrieben, scheidet frisches Mauer-

werk beim Abbinden überschüssiges Wasser aus (Baufeuchtigkeit). Erfolgt der Verputz eines Rohbaues zu frühzeitig, so können sich die obengenannten Schäden auch bei sonst einwandfrei hergestellten Neubauten bemerkbar machen. Im Sommer verschwindet bei trockenem Wetter die Baufeuchtigkeit schnell, so daß mit dem Verputz schon kurz nach der Rohbaufertigstellung begonnen werden kann. Wird der Rohbau erst im Spätherbst fertig, so wird sich häufig eine künstliche Austrocknung des Baus empfehlen, falls man nicht vorzieht, diesen, bei gut verschalten Fenster- und Türöffnungen, den Winter über stehen zu lassen.

Gegen atmosphärische Niederschläge aller Art ist ein Bauwerk nur zu schützen durch die Auswahl wetterfester Baustoffe. Auf die Art der Dacheindeckung und das zu wählende Eindeckungsmaterial, die Herstellung von Gesimsen, Sohlbänken, Sockel und Abdeckungen, auf das sachgemäße Einsetzen der Fenster und die Herstellung eines vollfugigen Mauerwerks ist dabei sorgfältig Bedacht zu nehmen.

Bei Herstellung von Klinkermauerwerk ist bei Verwendung von dichtem, hartgebranntem Steinmaterial mit gesinterter Brennhaut ganz besonderer Wert auf die Ausbildung der Mörtelfuge zu legen, die als der schwächere und unzuverlässigere Teil des Mauerwerks anzusehen ist. Die Herstellung vollfugigen Mauerwerks unter Verwendung von hydraulischem Mörtel, dem man zweckmäßig etwas Traß zusetzt, ist hierbei unbedingt erforderlich. Das Ausfugen hat mit wasserdichtem Zementmörtel etwa 1:2 zu erfolgen.

Um jeden Neubau entsteht, je nach dem Umfang der Ausschachtung, nach dem Zuschütten der Baugrube eine lockere Bodenschicht, in die das anfallende Oberflächenwasser leichter eindringt als in das umgebende, fester gelagerte Erdreich. Während an den, dem Luftzutritt ausgesetzten Bauteilen Niederschlagswasser rasch verdunstet, geht diese Verdunstung im Erdreich nur sehr langsam vonstatten. Das sich um das

Bauwerk ansammelnde Wasser zieht sich bei größerem Wasserandrang in das Mauerwerk hinein, wenn dessen Beschaffenheit dies zuläßt. Oberflächenwasser ist daher von dem Grundmauerwerk möglichst schon an der Erdoberfläche abzuweisen und am Eindringen in den Boden zu verhindern. Von Vorteil ist dabei ein größerer Dachüberstand, eine gute Dachentwässerung in nicht zu engen Dachrinnen und Abfallrohren, mit unmittelbarem Anschluß an die Kanalisation oder eine sonst geeignete Vorflut.

Die Sorge um die Abführung des anfallenden Wassers muß bereits während der Herstellung des Rohbaus einsetzen.

Ist ein ordnungsgemäßer Kanalanschluß noch nicht möglich, so muß das auf dem Baugrundstück anfallende — besonders aber das durch die Dachabfallrohre gesammelte — Regenwasser durch Herstellung einer provisorischen Ableitung von den Kellermauern des Gebäudes ferngehalten werden, eine Regel, gegen die bei der Ausführung von Neubauten häufig verstoßen wird.

In unmittelbarer Nähe des fertiggestellten Bauwerks kann man die Wasserabweisung durch Herstellung einer Abpflasterung, durch Ausführung erhöhter Bankette mit Plattenbelag, oder einer Betonunterlage mit Asphaltbelag bewirken. Diese Anlagen müssen mit Gefälle nach einer Rinne verlegt werden, die das Wasser einer Vorflut zuleitet.

Mittel gegen aufsteigende Feuchtigkeit.

Lockereres, porenreiches Steinmaterial und Mörtel in magerer Mischung saugen die Bodenfeuchtigkeit auf und halten sie bei geringem Luftzutritt fest.

Für Grund- und Kellermauerwerk sind diese Baustoffe daher auszuschließen. Um das Aufsteigen des Bodenwassers im Mauerwerk zu verhindern, schließt man dieses durch eine waagrecht durchgehende wasserundurchlässige Schicht nach unten ab. Dies kann geschehen:

1. Durch Aufmauerung einer horizontal durchlaufenden Klinkerschicht in wasserdichtem Zementmörtel in einem Mischungsverhältnis nach Raumteilen von 1 Zement : $\frac{1}{4}$ Kalk : 2—3 Sand.

2. Durch Aufbringen mehrerer Lagen von Asphalt-Isolierpappe, Dachpappe oder präpariertem Juteleinen.

3. Durch Einlegen von Isolierplatten (Filzplatten, mit Asphaltpräparaten getränkt).

4. Durch Aufbringen einer 1 bis 2 cm starken Gußasphaltschicht (5 Teile Asphaltmastix, 1 Teil Goudron, 2 Teile Sand).

5. Durch Einlegen von Walzbleiplatten, Asphaltbleiplatten oder Siebels Patent-Bleisolierung.

Die unter 1 angeführte Dichtungsart erfordert dichtes Klinkermaterial und

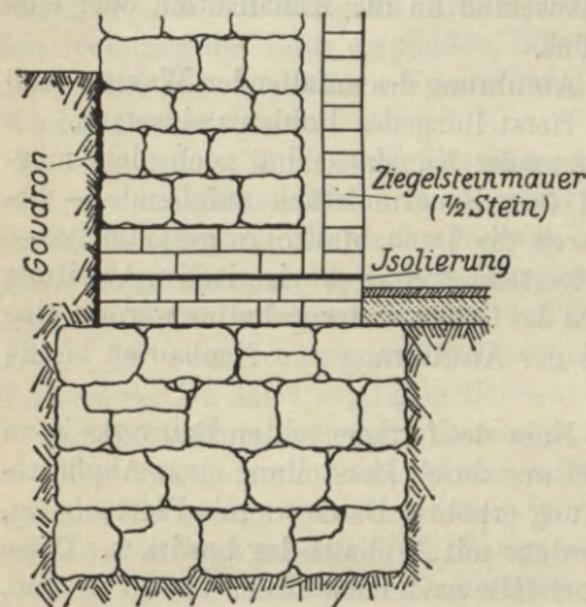


Abb. 77. Isolierung und Anordnung einer Luftschicht bei Bruchsteinmauerwerk.

sorgfältige Arbeit, sonst bleibt die Dichtungsart zweifelhaft.

Bei Bruchsteinmauerwerk ordnet man häufig mehrere horizontal durchgehende Ziegelsteinschichten an, die man in verlängertem Zementmörtel verlegt, zwischen zwei Schichten bringt man mehrere Lagen Asphaltpappe ein. (Abb. 77.) Gußasphalt kann nur auf trockenem Mauerwerk aufgebracht werden. Die Isolierung mittels gewalzter Bleiplatten ist zuverlässig, aber teuer.

Die unter 2 und 3 angeführten Dichtungsarten finden am häufigsten Anwendung und haben sich bei sorgfältiger Ausführung bewährt.

Mittel gegen seitlich eindringende Feuchtigkeit.

Liegt das Grund- und Kellermauerwerk zeitweise oder dauernd unter Grundwasser, so ist das Außenmauerwerk auch gegen seitlichen Wasserandrang zu schützen. Mittel hiergegen sind:

1. Einbringung einer Schicht von Ton oder fettem Lehm in einer Stärke von 30—60 cm. Vor die Tonschicht legt man Drainrohre möglichst in eine Schicht aus grobem Kies oder Schotter.

2. Herstellung eines wasserdichten äußeren Zementputzes.

3. Anordnung einer Isolierschicht, bestehend aus mehreren Lagen Bitumenpappe oder präpariertem Juteleinen.

4. Aufbringung eines doppelten Goudronanstriches auf die äußeren Mauerflächen.

Goudron besteht aus Asphalt mit etwa 20% Rückständen aus Petroleum oder Paraffin; es haftet nur auf trockenem Mauerwerk.

Wahl der Dichtungsart.

Die Kosten eines Bauwerks können durch die zu wählende Dichtungsart erheblich beeinflußt werden. Man wird daher zu berücksichtigen haben:

1. Den Zweck des Bauwerks,
2. Die Höhe des Grundwasserstandes, insbesondere, ob das Bauwerk dauernd oder nur zeitweise im Grundwasser liegt.

Dient der ganz oder teilweise im Boden liegende Bauwerksteil dem Aufenthalt von Menschen (Wohnungen, Küchen, Werkstätten, Maschinenräume) oder zur Lagerung von Lebensmitteln und Waren aller Art, die durch Zutritt von Wasser oder

feuchter Luft geschädigt werden können, so wird eine vorsichtiger Dichtungsart anzuwenden sein als bei Kellerräumen untergeordneter Art. Ebenso wird man Kellerräume, die nur vorübergehend kurze Zeit unter Hoch- oder Grundwasser liegen, nicht in dem Maße abzudichten und zu sichern haben, als Räume, die dauernd unter hohem Grundwasserdruck stehen.

Grundsätzlich soll Bodenwasser, wenn möglich, bereits an den Außenmauern abgefangen werden.

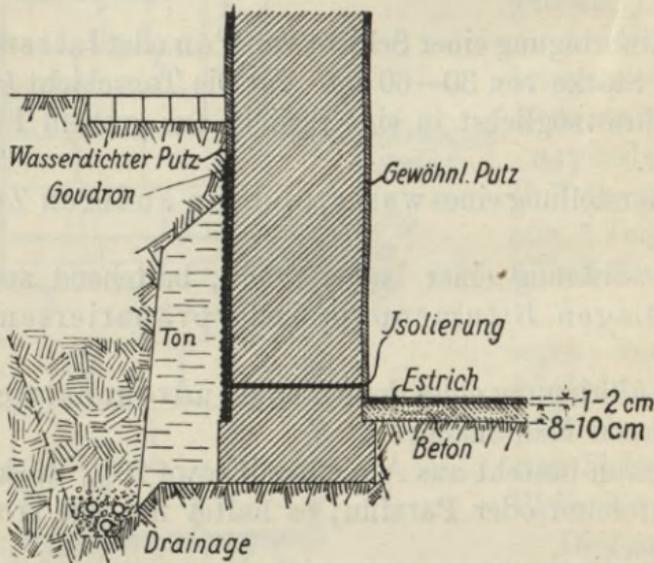


Abb. 78. Isolierung von Ziegelmauerwerk.

Bei Bauwerken, die nicht in offener Baugrube hergestellt werden, ist meistens eine sorgfältige Abdichtung von außen nicht möglich, und man muß sich mit der Anordnung eines wasserdichten Putzes an den Innenseiten der Umfassungsmauern begnügen. Bei Ausschachtungen in offener Baugrube ist man in der Wahl der Grundwasserabdichtung nicht beschränkt. In den meisten Fällen wird die Anbringung eines wasserdichten äußeren Putzes in Verbindung mit einer Horizontalisolierung gegen die aufsteigende Bodenfeuchtigkeit

das Kellermauerwerk vor Durchfeuchtung schützen. Für die Herstellung der Kellersohle genügt häufig eine 10 cm starke Betonsohle mit 1—2 cm starkem, wasserdichtem Zementestrich. Bei größerem Wasserdruck auf die Sohle ist die Anordnung von Gegengewölben oder einer Betonplatte erforderlich, die eine besondere Isolierung (vgl. Abb. 38, 42, 43, 45, 59, 76) erhalten müssen.

Die Außenmauern können ferner durch doppelten Goudronanstrich oder durch Einbringung eines Lehm- oder Tonschlags mit vorliegender Drainage geschützt werden (Abb. 78).

Die horizontale Isolierschicht wird bei unterkellerten Räumen unmittelbar über den Plattenbelag oder Betonfußboden, bei Holzfußboden in Höhe der Unterkante der Lagerhölzer gelegt.

Nicht unterkellerte Räume, die dem dauernden Aufenthalt von Menschen dienen, sind mit besonderer Sorgfalt abzudichten. Zweckmäßig legt man die Balkenlagen des Fußbodens auf kleine Pfeiler aus Ziegelsteinmauerwerk, so daß zwischen dem Kellerboden und dem Holzwerk ein Luftraum entsteht, der durch besondere Lüftungsschlitze mit der Außenluft in Verbindung gebracht werden muß. Der Betonboden des Kellers erhält einen wasserdichten Putz- oder Asphaltbelag, die kleinen Pfeiler unter dem Holzfußboden werden mit Asphaltpappe abgedichtet. Bei derartigen Räumen ist in den Außenmauern ferner eine Luftisolierschicht anzuordnen.

Luftisolierschichten werden in Stärken von 6—8 cm ausgeführt und so angelegt, daß sie außerhalb der Flucht des Erdgeschosses liegen (Abb. 79).

Bei Bruchsteinmauerwerk legt man die Luftschicht nach den Innenräumen zu und schließt sie zweckmäßig gegen diese durch eine $\frac{1}{2}$ Stein starke Ziegelsteinwand ab (Abb. 77).

Bei Ziegelsteinmauerwerk legt man die Vormauerung

in Stärke von $\frac{1}{2}$ bis 1 Stein nach außen. Die Verbindung der Vormauerung mit dem Kellermauerwerk kann durch Bindersteine erfolgen, die man vor der Verwendung in heißen Asphalt taucht, oder durch starke, verzinkte Drahtlitzen

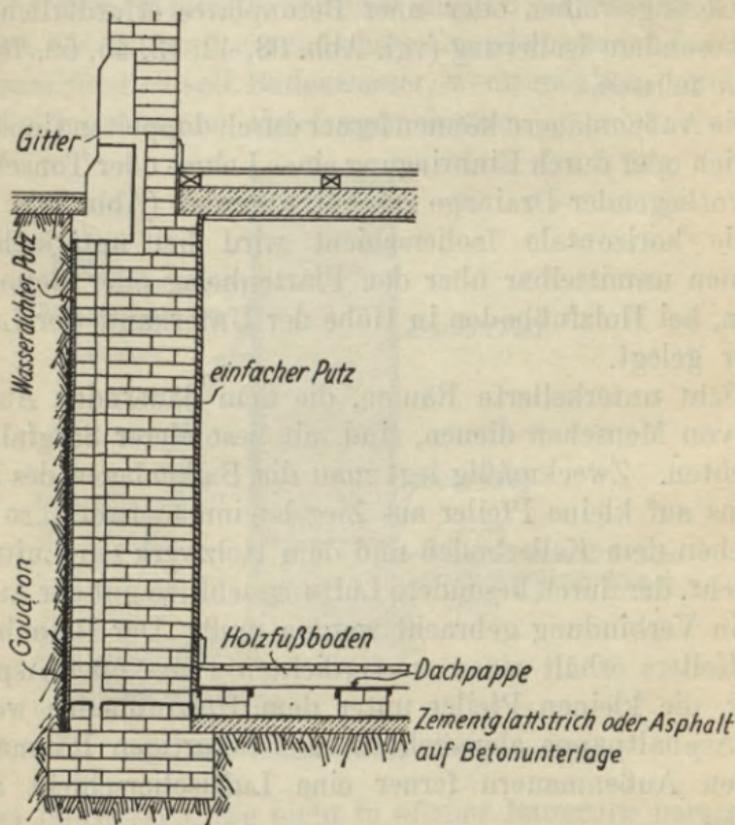


Abb. 79. Isolierung und Anordnung einer senkrechten Luftschicht bei Ziegelmauerwerk.

(Luftschicht-Anker), die den Vorteil haben, daß Feuchtigkeit aus der Vormauerung auf die Grundmauer nicht leicht übertragen werden kann. Bei der Herstellung von Mauerwerk mit Luftschicht ist gut darauf zu achten, daß kein Mörtel in die Hohlräume, besonders aber auf die Bindersteine und Luftschichtanker fällt, da hierdurch wieder eine Verbindung

der beiden Mauerteile entstehen kann, durch die die Weiterleitung von Feuchtigkeit gefördert wird.

Ein großer Vorzug der Anordnung von Luftschichten im Außenmauerwerk ist ferner der Umstand, daß in Ruhe befindliche Luft als schlechter Wärmeleiter anzusprechen ist und daher den schnellen Temperatúrausgleich der Außen- und Innenluft in den Räumen verhindert.

Bei Bauwerken aus Beton- und Eisenbetonmauerwerk kann durch Auswahl besonders geeigneter Baustoffe, insbesondere bei reichlicher Verwendung von Portlandzementen und ausgesuchtem Zuschlagsmaterial, auch unter Beimischung von Traß und künstlicher Dichtungsmittel, neben hoher Festigkeit auch große Dichtigkeit erzielt werden. Wasserdichter Beton ist meist nur durch sehr fette Mischungen zu erzielen, wobei es noch sehr auf die Art der Verarbeitung und die Beschaffenheit der Zuschlagstoffe ankommt.

Aus wirtschaftlichen Gründen wird man sich, je nach dem Zweck und der Größe des Bauwerks, hinsichtlich der Dichtigkeit meist mit einer Sicherung der Innen- oder Außenflächen begnügen müssen und den Beton für die eigentliche Tragkonstruktion in einem Mischungsverhältnis herstellen, das für die erforderliche Festigkeit ausreichend ist.

Für die Art der Dichtung von Betonmauerwerk ist die Höhe des Grundwasserspiegels, insbesondere der Wasserdruck der auf das Bauwerk ausgeübt wird, von Bedeutung.

Handelt es sich nur um vorübergehende Ansammlungen von Sickerwasser um das Bauwerk, Rückstau von Hochwasser und dgl., so wird meist die Ausführung eines wasserdichten Zementputzes, möglichst an den Außenflächen des Grundmauerwerks, genügen. Hat das Bauwerk hohen Grundwasserdruck auszuhalten, so ist zunächst die Frage zu prüfen, ob sich mit vertretbaren Kosten eine Senkung

des Grundwasserspiegels ermöglichen läßt, etwa durch Herstellung einer Drainage oder der Kanalisation. Bei größeren Industriebauten und Siedlungsflächen hat sich auch die Errichtung einer kleinen Pumpstation bewährt, die nach Fertigstellung der Bauten in Betrieb bleibt. Die Kosten derartiger Anlagen, einschließlich der Betriebs- und Amortisationskosten, können erheblich geringer werden, als die Kosten, die für eine sorgfältige Isolierung der Gebäude aufzuwenden sind.

Kommt eine derartige Senkung des Grundwasserspiegels nicht in Frage, und ist die Herstellung unbedingt wasserdichter Räume erforderlich, so muß zur Sicherung gegen das Eindringen von Feuchtigkeit eine besondere Isolierung der Sohle und der Außenmauern des Gebäudes vorgenommen werden.

Von den angeführten Isolierungsmitteln kommt bei Ausführung von Betonmauerwerk die Isolierung mittels Asphaltkitts zwischen mehreren Lagen Teerpappe oder Juteleinen wohl am meisten zur Ausführung. Sie hat sich auch bei hohem Grundwasserdruck, bei sachgemäßer Ausführung, gut bewährt. Das die Dichtungsmasse (Asphaltkitt) aufnehmende Gewebe besitzt eine gewisse Dehnbarkeit und schützt das Mauerwerk auch bei Auftreten kleiner Schwind- oder Setzrisse noch genügend. Beim Einbringen der Isolierung ist zu beachten, daß der Unterbeton, auf den die Papplage aufgebracht wird, vollkommen trocken sein muß. Die Absenkung des Grundwassers unter die Sohle des Bauwerks muß daher so lange durchgeführt werden, bis das Kellermauerwerk vollständig abgebunden hat.

Auf die ebene mit einem Glattstrich versehene Oberfläche des Unterbetons wird die erste Papplage mittels heißflüssigen Asphaltkitts dicht angeklebt, wobei zu beachten ist, daß keine Blasen und Luftsäcke entstehen. An den Stößen werden die einzelnen Papprollen um etwa 10 cm überlappt und gut

verklebt. Je nach dem Wasserdruck klebt man 2—4 Papplagen in gleicher Richtung übereinander, wobei jede einzelne Lage einen dichten Deckanstrich mit heißem Asphaltkitt erhält. Die Stöße der einzelnen Rollen versetzt man gegeneinander, sowohl seitlich als auch übereinander, um keine durchlaufenden Fugen zu erhalten.

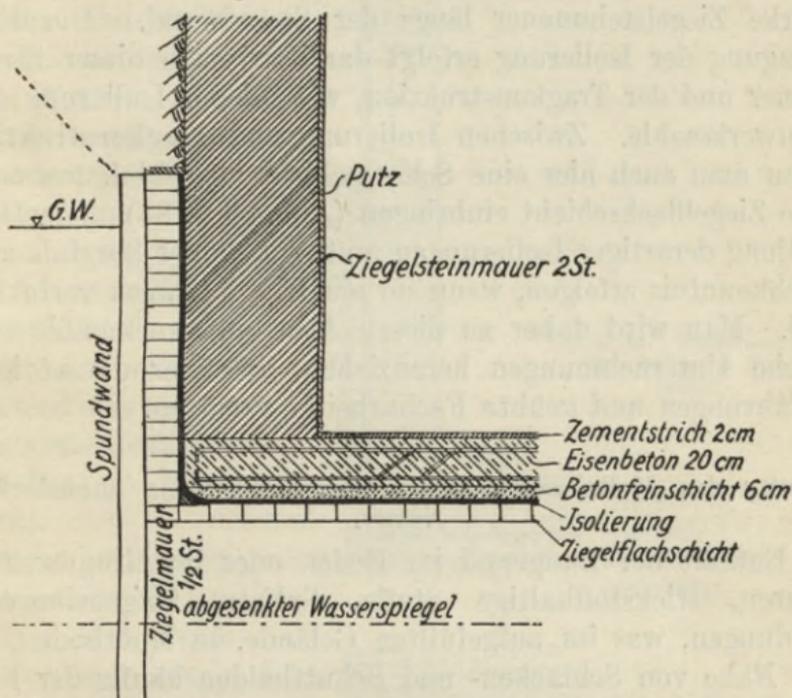


Abb. 80. Grundwasserabdichtung eines Kellers bei abgespundeter Baugrube.

Um eine Beschädigung der Isolierung zu verhindern, schützt man diese durch eine Ziegelflachschiicht oder eine etwa 5 cm starke Betonfeinschicht, auf die man dann erst die eigentliche Tragkonstruktion einbringt. Mit besonderer Sorgfalt ist der Anschluß der Isolierung der Bauwerkssohle mit den äußeren Kellermauern herzustellen. Die seitliche Isolierung des Kellermauerwerks muß bis über den höchsten Grund- oder Hochwasserstand hinausgeführt werden.

Wird das Bauwerk in offener Baugrube hergestellt, so schützt man die an der Außenfläche der Kellermauern angebrachte Isolierung durch eine Ziegelflachschiicht (Abb. 76 und 81).

Wird die Baugrube ringsum durch Spundwände abgeschlossen, so tritt an Stelle des Unterbetons eine $\frac{1}{2}$ Stein starke Ziegelsteinmauer längs der Spundwand. Die Einbringung der Isolierung erfolgt dann zwischen dieser Stirnmauer und der Tragkonstruktion, wie bei der Isolierung der Bauwerkssohle. Zwischen Isolierung und Tragkonstruktion kann man auch hier eine Schutzschicht aus Feinbeton oder eine Ziegelflachschiicht einbringen (Abb. 80 u. 82). Die Herstellung derartiger Isolierungen muß mit großer Sorgfalt und Sachkenntnis erfolgen, wenn sie nicht ihren Zweck verfehlen soll. Man wird daher zu diesen Arbeiten zweckmäßig nur solche Unternehmungen heranziehen, die über die nötigen Erfahrungen und geübte Facharbeiter verfügen.

Schutz des Kellermauerwerks gegen Einflüsse chemischer Natur.

Enthält der Baugrund im Boden oder im Grundwasser Säuren, stickstoffhaltige Stoffe, Sulfate, Magnesiumverbindungen, was im aufgefüllten Gelände, in Moorböden, in der Nähe von Schlacken- und Schutthalden häufig der Fall ist, so kann Mörtel- und Betonmauerwerk infolge seines Kalkgehaltes durch diese Stoffe schädlich beeinflusst werden. Da die gewöhnlichen Isolierungsmittel hierbei meist nicht ausreichen, müssen in diesen Fällen zum Schutze des Kellermauerwerks besondere Maßnahmen getroffen werden. Sind die schädigenden Stoffe in zufließendem Bodenwasser oder im Grundwasser enthalten, so kann, wenn die nötige Vorflut vorhanden ist, durch Anordnung einer Entwässerung oder einer Drainage häufig eine Abweisung des Zuflusses oder eine Senkung des Grundwassers erreicht werden. Sind die schädli-

genden Stoffe im Boden enthalten, und ist Grundwasser nicht vorhanden, so kann durch Abgraben des Bodens und Herstellung einer Sandbettung oder durch Einstampfen einer Schicht aus plastischem Ton ein Schutz des Bauwerks herbeigeführt werden.

Bei starker Zersetzung des Baugrundes mit aggressiven Stoffen muß das Bauwerk noch besonders geschützt werden durch eine Ummauerung mit säurefesten Klinkern, die in Asphalt zu verlegen sind und eine starke Bitumenschicht einschließen (Abb. 81 u. 82).

Bei geringerem Säuregehalt des Bodens empfiehlt sich die Verwendung möglichst dichter Mörtel- und Betonmischungen, unter Verwendung kalkarmer Portlandzemente, Hochofenzemente oder des Michaelischen Erzzementes.

Die Dichtigkeit des Mörtels und des Betons kann noch bei Verwendung künstlicher Dichtungsmittel erhöht werden. Diese Zusatzstoffe bezwecken eine Erhöhung der Dichtigkeit des Mörtels teils auf mechanischem, teils auf chemischem Wege.

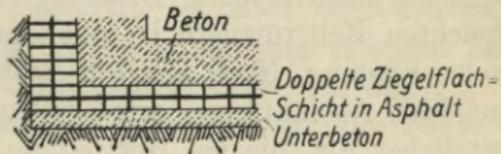
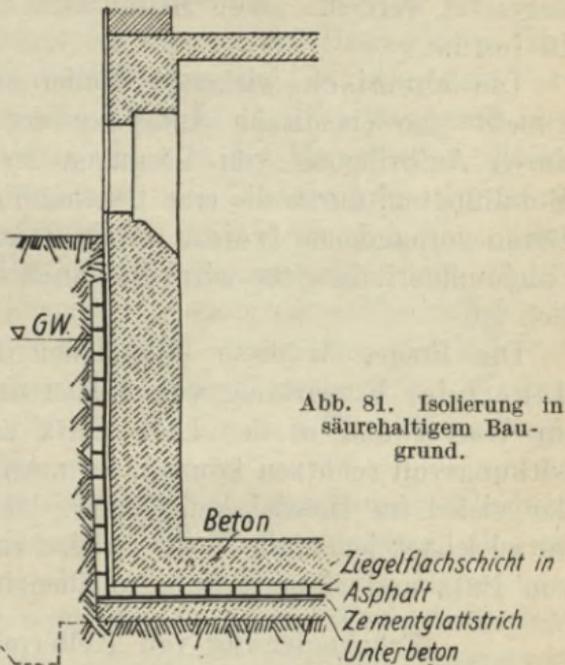


Abb. 82. Isolierung in säurehaltigem Baugrund.

Die mechanische Dichtung von Putz, Mörtel oder Beton kann erfolgen durch Überstreichen der zu schützenden Flächen mit einer Emulsion aus Teer, Spiritus, Asphalt, Kautschuk und dgl., oder durch Stoffe, die dem Mörtel oder Mörtelwasser zugesetzt werden. Diese Mittel wirken vorwiegend porenfüllend.

Die chemisch wirkende Isolierung (Fluatierung) bezweckt eine chemische Änderung der äußeren Putzfläche durch Aufbringung von Lösungen kieselaurer Salze und Metallfluaten, durch die eine Umwandlung der im Putz oder Beton vorhandenen freien Kalkbestandteile zu säurefestem Calciumfluorit bewirkt wird, das auch im Wasser nicht löslich ist.

Die Frage, ob diese künstlichen Dichtungsmittel, bei dauernder Einwirkung von Salzen und verdünnter Säure im Wasser und in der Luft, Putz und Betonmauerwerk wirkungsvoll schützen können, ist umstritten. Eine Anzahl der vielen im Handel befindlichen künstlichen Dichtungsmittel leistet jedenfalls in der kritischen Zeit des Abbindens von Putz und Mauerwerk gute Dienste ¹⁾.

Trockenlegung von Kellermauerwerk.

Die nachträgliche Dichtung und Trockenlegung von feuchten Kellermauern ist umständlich und erfordert meist hohe Kosten. Nach den am Anfang dieses Abschnitts gemachten Ausführungen wird einleuchten, daß Fehler grundsätzlicher Art, die bei Herstellung eines Bauwerks gemacht wurden, später mit kleinen Mitteln nicht beseitigt werden können. Die Feuchtigkeit in Kellermauern von Gebäuden, die ohne Horizontalisolierung und mit wasserdurchlässigem Mauerwerk hochgeführt wurden, läßt sich nicht durch vertikal angewandte Behandlung mit künstlichen

¹⁾ Zusammenstellungen der gebräuchlichsten künstlichen Schutz- und Isolierungsmittel nebst Verzeichnis der herstellenden Firmen befinden sich u. a. im Deutschen Baukalender, Teil II. Verlag der Deutschen Bauzeitung, Berlin.

Dichtungsmitteln mechanischer oder chemischer Natur beseitigen. Auch durch Bekleidung feuchter Innenwände mit Korksteinplatten, Isolierfalzpappen u. a. mehr kann man Wandfeuchtigkeit wohl verdecken, aber in ihrer Wirkung nicht behindern.

Tritt die Feuchtigkeit im Inneren des Bauwerks nur an einzelnen Stellen der Wandflächen auf, so kann das Vorhandensein von Sand- oder Kiesschichten im Baugrund oder von Spalten und Klüften, wie z. B. bei Mergelboden, die zu gewissen Zeiten Wasser führen, die Ursache sein. In diesen Fällen hat man mit Erfolg die im Abschnitt I, Kap. 4 beschriebenen Versteinerungsverfahren angewandt.

Die nachträgliche Einbringung eines wasserdichten Zement-Innenputzes führt, bei stärkerem Grundwasserdruck, meist nicht zu dem erstrebten Ziel, da der Putz durch den Wasserdruck von außen häufig von der inneren Wandfläche abgedrückt oder beschädigt wird.

Mehr Erfolg ist bei einer vollständigen Innenverkleidung der Umfassungswände mit einer Eisenbetonwand, die mit diesen fest verankert wird, zu erwarten. Die Herstellung der Wandbekleidung muß, um die nötige Wasserdichtigkeit zu erhalten, nach dem Betonspritzverfahren (Torkretverfahren)¹⁾ erfolgen. Voraussetzung ist auch hier, daß der Grundwasserspiegel bis zur Fertigstellung der Arbeiten bis unter die Sohle des Bauwerks abgesenkt werden kann.

Um die in die Kellermauern eingedrungene Feuchtigkeit zu beseitigen und dauernd fern zu halten, wird man sich in vielen Fällen dazu entschließen müssen, das nachzuholen, was früher versäumt wurde.

Man wird zunächst feststellen müssen, ob das Kellermauerwerk gegen aufsteigende Feuchtigkeit sorgfältig isoliert ist. Fehlt die Horizontalisolierung, oder ist sie mangelhaft, so muß sie nachträglich eingebracht oder erneuert werden.

¹⁾ Vgl. Abschnitt I, Kap. 4.

Mittels Grundmauersäge muß dann ringsum im Mauerwerk eine waagrechte Fuge—immer in Länge von etwa 1 m—ausgesägt werden, in die man am besten Bleiisolierplatten einlegt. Zwischenräume zwischen Isolierung und Mauerwerk sind sorgfältig mit Zementmörtel zu vergießen und gut zu verkeilen. Es wird weiter meist erforderlich sein, den inneren

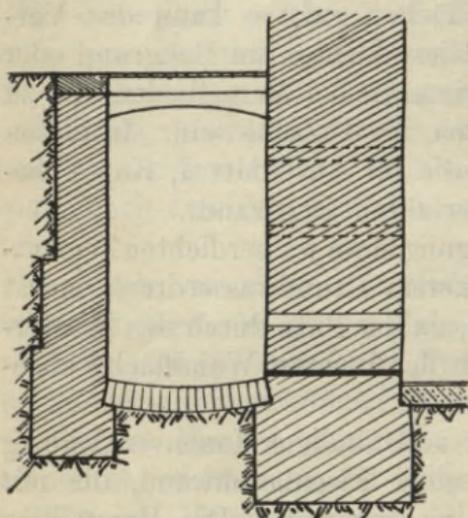
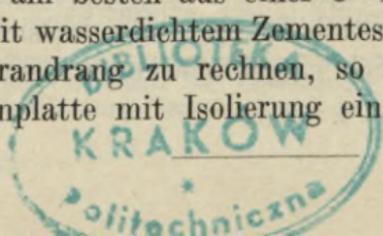


Abb. 83. Isoliergraben.

Wandputz zu beseitigen und das Mauerwerk längere Zeit dem Luftzutritt auszusetzen; auch künstliche Trocknung ist angebracht. Besteht das Mauerwerk der Außenmauern aus porigem, wasserdurchlässigem Stein- und Mörtelmaterial, so müssen die Außenmauern freigelegt und nach genügender Austrocknung nach einem der oben beschriebenen Isolierungsverfahren abgedichtet werden. Bei zu großer Mauerfeuchtigkeit ist die Anlage eines Isoliergrabens längs der feuchten Kellermauern erforderlich. Durch Öffnungen, die in das Kellermauerwerk gestemmt werden, kann die Austrocknung des feuchten Mauerwerks gefördert werden (Abb. 83). Ist der Kellerfußboden durchnäßt, so muß er beseitigt werden, ebenso wie das darunterliegende feuchte Erdreich, das man etwa 50 cm tief abgräbt und durch eine trockene Sand- oder Kiesschicht oder einen ca. 30 cm starken Ton-schlag ersetzt. Hierauf kann die Kellersohle dann eingebracht werden, die am besten aus einer 8—10 cm starken Betonunterlage mit wasserdichtem Zementestrich besteht. Ist mit Grundwasserandrang zu rechnen, so ist eine entsprechend starke Betonplatte mit Isolierung einzubringen.



Register.

- ABA-Lorenz-Betonbohrpfa**hl 75.
Abböschen der Baugrube 28.
Abmessungen der Fundamente 22. 45.
Abramen des Baugrundes 16.
Absenkung von Brunnen 59.
Absteifen der Baugrube 28.
Abtransport des Bodenmaterials 39.
Abtreppen von Felsboden 23.
Anmachwasser für Mörtel und Beton 42. 44.
Asphalt-Bleiplatten 84. 96.
Asphalt-Isolierpappe 84. 85. 90.
Atmosphärische Niederschläge, Schutz gegen 82.
Aufgeschütteter Boden 9. 92.
Aufsteigende Feuchtigkeit, Bekämpfung der 83.
Ausfugen des Mauerwerks 60. 82.
Aushub des Bodens 27. 39.
Ausweichen, seitliches des Baugrundes 23.
Baggerung bei Brunnengründung 59.
Bankette 22.
Baufeuchtigkeit 25. 82.
Baugrube,
Anlage der 27.
an und im Wasser 31.
Verzimmerung der 28.
Baugrund,
Beschaffenheit des 5.
Güte des 7.
schädliche Einflüsse des 8. 92.
seitliches Ausweichen des 23. 47. 57.
Baugrund,
Tragfähigkeit des 9. 13.
Untersuchung des 10.
Zulässige Beanspruchung des 9.
Verfestigung des 16. 54. 57. 58.
Bergschäden, Sicherung gegen 26.
Beton, im Grundbau 43.
Abbinden des 43.
Isolierung von 89—94.
Mischungen 45.
Wassergehalt 44.
Zemente 43.
Zuschläge 44.
Betonfangedämme 36.
Betonkasten (für Schüttungen) 52.
Betonmischmaschinen 40.
Betonpfähle 69.
Betonplatten 48. 49. 77. 79.
Betonpumpe 40.
Betonsäcke (f. Schüttungen) 51.
Betonschüttung unter Wasser 51—53. 62.
Betonspritzverfahren 58.
Bewältigung des Grundwassers 36.
Bitumenpappe 84. 85. 90.
Bleiplattenisolierung 84. 96.
Bodenuntersuchung 6. 10—15.
Bohrgeräte 11.
Bohrpläne 6.
Bohrungen 13.
Bohrwurm (Bohrmuschel), Gefahren des 66.
Böschung der Baugrube 28.
Bruchsteinmauerwerk, f. Fundamente 41.
Isolierung von 84. 87.
Brunnengründungen 59.
Brunnenkranz 59. 60.
Brunnenmantel 59—64.
Brunnenring (Zement, Eisenbeton) 62.
Caissongründung 64.
Chemische Einflüsse, Schutz gegen 92.
Chemische Isolierung 93. 94.
Compressol-Bauweise 16.
Dachpappe, Isolierung mit 85.
Dichtung, nachträgliche 96.
Dichtungsarten 85.
Drainage 37. 85. 86.
Druckfestigkeit des Baugrundes 8.
Druckluftgründung 64.
Dulac'sche Bauweise 16.
Einschalung der Baugrube 28.
Einschleusen (bei Preßluftgründungen) 64.
Eisenbeton im Grundbau 47—51. 91.
Eisenbetonpfähle 69.
Eisenbetonpfahrost 77.
Eisenbeton-Rammpfähle 69.
Eisenbetonringe (bei Brunnengründungen) 62.
Eisenbetonspundbohlen 33.
Eisenpfähle 67.
Eiserne Absteifungen i. d. Baugrube 29. 30.
Eiserne Spundbohlen 31.
Eiserne Spundwände 34.
Erbreiterung der Fundamente 22. 48.
Erdbögen 46.
Erzzement 80. 93.
Estrich (Kellerfußboden) 45.
Fangedämme 35.
Felsboden 7. 23.
Feuchtigkeits-Isolierung b. Hochbauten 81.
Filzplatten f. Isolierungen 84.

- Flachgründungen (Übersicht) 40.
 Fluatierung 94.
 Frostsicherheit der Fundamente 23.
 Fundamentabsätze 22.
 Fundamentplatten 48—51
 Fundamentschwellen 49.
Gegengewölbe 47.
 Gleitflächen, Gefahr der Bildung von 8.
 Goudron 85.
 Grundmaurererbreiterung 22. 40. 41.
 Grundmauersäge (bei Trockenlegungen von Mauern) 96.
 Gründungsarten (Übersicht) 40.
 Grundwasserbewältigung 36.
 Grundwassersenkung 37. 90. 92.
 Gurtförderer 39.
 Gußasphalt, Isolierung mit 84. 93.
 Gußbeton 40. 44.
Hebetürme 40.
 Hoesch-Spundwand 34.
 Hohlpfähle (Spülpfähle) 70.
 Holzpfähle 65.
 Holzpfehlrostgründung 66.
 Horizontal-Isolierung 84.
 Hydraulischer Mörtel 42. 82.
Isoliergräben 96.
 Isolierplatten 84.
 Isolierung der Bauten gegen Feuchtigkeit 81.
 Isolierung von Fundamentplatten 49. 50. 79. 91. 93.
Joosten'sches Versteinerungsverfahren 58.
 Jungfer (Rammknecht) 66. 67.
 Juteleinen, Isolierung mit 84. 85.
Kantenpressungen 20. 49.
 Kastenfangedämme 35.
 Kellerfußboden 45. 87.
 Kiesbeton 44.
 Klauboden 7. 8.
 Klinkerschichten als Isolierung 84.
 Künstliche Trocknung 96.
Larssen Spundwand 34.
 Lehmboden 7. 8.
 Lehmschlag, als Isolierung gegen seitl. Feuchtigkeit 86. 87.
 Luftschrift-Anker 88.
 Luftschrift-Isolierung 88.
 Luftschieuse (bei Preßluftgründungen) 64.
Mastpfahl 76.
 Mechanische Isolierung 94.
 Mechanische Hilfsmittel 39.
 Mergelboden 7.
 Michaelisscher Erzzement 80. 93.
 Mischung des Betons 44. 45.
 Mittelkraftslinie, Bestimmung der 19.
 Moorboden 8. 55.
 Mörtel f. Fundamentmauerwerk 42.
 Mörtelfuge, Dichtigkeit der 42. 82.
 Mutterboden 8.
 Niederschläge, Sicherung gegen 37. 81. 82.
Ortbetonpfähle 70. 73.
Pfahlgründungen 14. 65.
 Pfahlkopf, Ausbildung des bei Holzpfehlen 66.
 Pfehlrostgründungen, aus Holz 68.
 aus Eisenbeton 77.
 Pfehlschuh, für Holzpfehle 65.
 beim Simplexpfahl 75.
 beim Mastpfahl 76.
 Pfehlspitze, Ausbildung der, bei Holzpfehlen 65.
 bei Eisenpfehlen 67. 68.
 Pfehlwände 33.
 Pfeilergründung 46.
 Plattengründung 48—51.
 Pfeilbetonpfahl (System Wolfsholz) 77.
 Preßluftgründung 64.
 Probelastungen 13.
 Probepfähle 13.
 Pumpensumpf 37.
Quellen in der Baugrube 37.
Rammkern 75. 76.
 Rammknecht (Jungfer) 66.
 Rammpfähle aus Eisenbeton 69.
 Rippen, Verstärkung durch 50.
 Rohrbrunnen 38. 39.
 Rost, liegender aus Holz 68.
 aus Beton 79.
Sandboden 7. 8. 54.
 Sandschüttungen 16. 54.
 Sandstein als Baugrund 8. 9.
 Säurehaltiger Baugrund 93.
 Schachtbrunnen zur Grundwasserabsenkung 37.
 Schadhafte Fundamente, Wiederherstellung von 58.
 Schädliche Bestandteile des Baugrundes 5. 7. 92.
 Schalbohlen, hölzerne 29. 30.
 Schlaghaube (für Rammfähle) 70. 75.
 Schling (Brunnenkranz) 60.
 Schmelzzement 43.
 Schraubenpfahl 68.
 Schürfgaben, Schürflöcher 10.
 Schüttbeton 54.
 Schütttrichter 52.
 Schwebende Gründung 14. 65.
 Schwellenfundament 48. 49.
 Schwellrostgründung 55.
 Schwimmkasten, Gründung mittels 57.
 Seitliche Feuchtigkeit, Bekämpfung der 85.

- Seitliches Ausweichen des Baugrundes 9. 23. 47. 57.
 Senkung des Grundwasser Setzungen eines Bauwerks 24.
 Siebels Patent-Blei-Isolierung 84.
 Simplexpfahl 75.
 Sondiereisen, Bodenuntersuchung mit dem 10.
 Spritzbeton 58.
 Spülpfähle 70.
 Spundbohlen eiserne 33. 34.
 Spundwände, aus Holz 32. aus Eisen 34. aus Eisenbeton 33.
 Stampfbeton 44.
 Statische Berechnung der Fundamente 17.
 Sternpfahl 75.
 Straußpfahl 74.
 Streifenfundament 48. 49.
 Stülpwände 32.
 Sulfathaltiger Baugrund 92.
 Takechpfahl 72.
 Tiefgründungen (Übersicht) 40.
 Tonboden 7. 8. 57. 58.
 Tonerdezement 43.
- Tonschicht, als Isolierung gegen seitl. Feuchtigkeit 86. 87.
 gegen ansteigende Feuchtigkeit (Kellerboden) 96.
 Tonschiefer als Baugrund 7.
 Torfboden 8.
 Torkretverfahren 58.
 Tragfähigkeit des Baugrundes 5. 6. 9.
 Traßmörtel 45. 82.
 Trockenbauverfahren 39. 51.
 Trockenlegung, nachträgliche von Grund- und Kellermauern 94.
 Tragkonstruktion aus Eisenbeton 51.
- Umgekehrte Gewölbe 47.
 Union-Kanal-Diele 31.
 Union-Kastenwand 34.
 Untersuchung des Baugrundes 6. 7. 10.
- Verbesserung schlechten Baugrundes 16.
 Verbundpfähle 70.
 Verfestigung des Baugrundes 14. 16. 73.
 Verrohrung der Bohrlöcher 13.
- Versteinerungsverfahren 57.
 Versuchsbrunnen 15.
 Verzimierung der Baugrube 28. 29.
- Wandfeuchtigkeit, Beseitigung von 95.
 Wasserbewältigung in der Baugrube 37.
 Wasserdichter Putz 85. 86. 89. 95.
 Wetterbeständigkeit d. Baustoffe 82.
 Wiederherstellung schadhafter Fundamente 57. 58.
 Wolfsholz-Preßbetonpfahl 77.
- Zement 43.
 Zementringe (Brunnenringe) 62.
 Ziegelmauerwerk f. Fundamente 42.
 Zugspannungen im Fundament 21.
 Zulässige Beanspruchung, des Baugrundes 9. der Baumaterialien 18.
 Zusatzstoffe im Anmachewasser des Mörtels u. d. Betons 94.

Über unsere drei Spezial-Ausführungen:

Chemische Verfestigung

nach Dr. JOOSTEN D. R. P.

siehe Seite 58

Betonrammpfahl

System MAST

mit Moorsäureschutz D. R. P.

siehe Seite 76

Preßbetonbohrpfahl

System MICHAELIS-MAST

D. R. P.

bitten wir ausführliche Druckschriften
einzufordern



**Beton- u. Tiefbau-
Gesellschaft MAST
Berlin SW 68**

Chemische Verfestigung

mit Dr. JOOSTEN D. R. P.

Seite 34-35

Betonraumpfahl

System MAST

mit Honorarbesitzer D. R. P.

Seite 36-37

Preßbetonbohrpfahl

System MICHAELIS-MAST

D. R. P.

Bitte um schriftliche Druckgenehmigung anfordern



Beton- u. Tiefbau-
Gesellschaft MAST
Berlin SW 68

S-96

31

8.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



I-301429



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000295754