



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Universitätsbibliothek Paderborn

Lehrbuch des Hochbaues

Grundbau, Steinkonstruktionen, Holzkonstruktionen, Eisenkonstruktionen ,
Eisenbetonkonstruktionen

Esselborn, Karl

Leipzig, 1908

§ 9. Verbreiterung der Fundamentsohle

[urn:nbn:de:hbz:466:1-50294](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-50294)

liegenden festen Baugrund übertragen werden soll, oder, wenn dieser nicht erreichbar ist, wo durch das Eintreiben der Pfähle oder Pfeiler der Baugrund so verdichtet wird, daß er dadurch genügende Tragfähigkeit erlangt. Tiefgründungen sind: Die Gründung auf Pfahlrost, entweder auf tief- oder hochliegendem, der Beton- und Eisenbeton-Pfahlrost, eiserne Schraubenpfähle, die Brunnen- und Senkrohrgründung, sowie die Druckluftgründung.

Die bei Hochbauten am häufigsten zur Anwendung kommende Gründungsart besteht darin, daß man bei nicht zu großer Tiefenlage des tragfähigen Bodens diesen durch Abheben der obern, lockern Bodenschichten freilegt und auf ihn dann ohne weiteres das Fundament aufmauert (vgl. § 7, a).

Die Wahl des anzuwendenden Gründungsverfahrens hängt von der Art des zu errichtenden Bauwerks, von den örtlichen Verhältnissen, von der festgesetzten Bauzeit, den vorhandenen Baustoffen und maschinellen Hilfsmitteln, sowie von den zur Verfügung stehenden Geldmitteln ab. Dabei sind die Fälle zu unterscheiden, ob der feste Baugrund erreichbar ist oder nicht, wobei jedesmal noch berücksichtigt werden muß, ob sich Wasser vorfindet, oder ob dieses fehlt. Stellt man ferner je nach der geringern oder größern Tiefenlage des festen Baugrunds, sowie je nach der Art des Vorkommens von Wasser noch weitere Unterabteilungen auf, so ergibt sich für die den Boden- und Wasserverhältnissen entsprechenden möglichen Gründungsarten die umstehende Tabelle.³²⁾

Doch dürfen im Grundbau nur solche Baustoffe verwendet werden, die genügende Widerstandsfähigkeit und Unvergänglichkeit besitzen, weshalb das Holz, wie z. B. beim Schwell- und Pfahlrost, nur dann einen bleibenden Bestandteil des Fundaments bilden darf, wenn es stets unter Wasser und hierdurch den es zerstörenden wechselnden Einflüssen von Luft und Wasser entzogen wird. Außerdem müssen die zu Seebauten, wie beispielsweise bei Badeanstalten und Leuchttürmen verwendeten Hölzer gegen die gefährlichen Angriffe der Bohrwürmer und anderer Holzzerstörer³³⁾ geschützt werden, was durch eine Umhüllung mit Rohren³⁴⁾ oder Metallplatten, durch dicht stehende kupferne Nägel mit großen Köpfen, oder auch mittels Durchtränken der Hölzer mit Kreosot geschehen kann.

§ 9. Verbreiterung der Fundamentsohle. Ist die Tragfähigkeit des Baugrunds (vgl. § 4) geringer als der von dem Fundamentmauerwerk ausgeübte Druck, was, von widerstandsfähigem Fels abgesehen, in der Regel der Fall ist, so kann durch eine angemessene Verbreiterung der Fundamentbasis die Beanspruchung für die Flächeneinheit des Bodens auf die zulässige geringere vermindert werden. Diese Verteilung des Druckes auf eine größere Fläche ist durch Abtreppung des Grundmauerwerks, durch umgekehrte Gewölbe oder durch Sand- und Steinschüttungen zu erreichen.

a) **Die Abtreppung des Grundmauerwerks**, d. h. die Fundamentverbreiterung mittels sog. Fundamentabsätze wird bei gemauerten Fundamenten fast immer ausgeführt, wodurch auch dem Bauwerk eine größere Standfestigkeit verliehen wird. Nur darf das Verhältnis der Breite der einzelnen Absätze zu deren Höhe kein zu großes, am

³²⁾ Dem »Handb. d. Ing.-Wissensch.«, 4. Aufl. 1906, 1. Teil, 3. Bd., Kap. I: »Der Grundbau«, bearbeitet von Prof. L. VON WILLMANN, entnommen.

³³⁾ »Limnoria lignorum und andere Holzzerstörer an den Nordseeküsten« im Zentralbl. d. Bauverw. 1886, S. 266.

³⁴⁾ »Schutz hölzerner Pfähle gegen den Seewurm durch Röhrenbekleidung« im Zentralbl. d. Bauverw. 1885, S. 540.

Tabelle I. Übersicht der den Wasser- und Bodenverhältnissen entsprechenden möglichen Gründungsarten.

| | | B. Wasser vorhanden. | | | |
|--------------------------------|--|--|---|--|--|
| A. Wasser nicht vorhanden. | | α) als Grundwasser. | β) als offenes, stilles oder bewegtes Wasser, aber ausschöpfbar. | γ) als offenes, stilles oder bewegtes Wasser, aber nicht ausschöpfbar. | |
| Holz nicht verwendbar. | | Holz unter Wasser zulässig; genaue Zimmerarbeit möglich. | | Holz unter Wasser zulässig, aber weniger genaue Zimmerarbeit möglich. | |
| I. Fester Baugrund erreichbar. | a) In geringerer Tiefe. | Ausheben bis zur Frosttiefe u. unmittelbare Ausführung des Grundmauerwerks. | 1. Ausgraben, Umschließen und Ausschöpfen der Baugrube, dann: unmittelbare Ausführung des Grundmauerwerks. 2. Wie unter 1. und Betonierung, wenn Quellen vorhanden sind. 3. Wie unter 1. u. Ausführung einz. Pfeiler mit Erdbogen. 3. Absenken d. Wasserspiegels und Betonierung oder Ausmauerung. | 1. Umschließung und Trockenlegung der Baustelle, Abgraben der lockern Bodenschichten, dann Unter Umständen: 3. Steinkisten. 4. Senkkasten. 5. Mantelgründung. | 1. Ausbaggerung und Steinschüttung oder 2. Betonschüttung. 3. Betonbereitung unter Wasser n. KINIPPLE. 4. Betongründung mittels Säcken. 5. Senkkasten. 6. Mantelgründung. 7. Steinkisten. 8. Druckluftgründung. |
| | b) In größerer Tiefe. | 1. Ausgraben bis zum festen Boden, dann unmittelbare Ausführung des Mauerwerks. 2. Wie unter 1. und Herstellung einzeln. Pfeiler m. Erdbogen. 3. Senkbrunnen- und Senkrohrgründung. 4. Beton- und Eisenbetonpfähle. 5. Eiserne Pfähle. 6. Sandpfähle. | 1. Ausgraben bis unter den Grundwasserspiegel und tiefer Pfahlrost. 2. Desgl. und Beton zur Dichtung d. Quellen. 3. Beton- und Eisenbetonpfähle. 4. Senkbrunnen oder Senkrohrgründung. Unter Umständen: 5. Druckluftgründung. 6. Gefriergründung. | 1. Ausgraben, Umschließen u. Trockenlegen der Baugrube, dann tiefer oder hoher Pfahlrost. 2. Eiserne Schraubenpfähle. Unter Umständen: 3. Steinkisten. 4. Senkkasten. 5. Mantelgründung. | 1. Druckluftgründung. 2. Senkbrunnen- und Senkrohrgründung. 3. Hoher Pfahlrost. 4. Tiefer Pfahlrost mit Senkkasten. 5. Schraubenpfähle. 6. Eisenbetonpfähle. 7. Pfahlrost mit Beton und Eiseneinlage. 8. Zusammengesetzte Gründung. Unter Umständen: 9. Gefrierverfahren. |
| | II. Fester Baugrund nicht erreichbar. Starke Senkung des Bauwerks ist vorauszu- sehen und von vornherein zu berücksichtigen. | 1. Fundamentverbreiterung durch: a) Abtreppung, b) umgekehrte Gewölbe, c) Sandschüttung, d) breite Betonschicht ohne oder besser mit Eiseneinlagen. e) Beton- und Eisenbetonpfähle. 2. Verdichtung des Bodens mit Ausnahme des Einrammens von Pfählen. | 1. Ausgraben bis unter d. niedrigsten Grundwasserspiegel, Ausschöpfen u. Schwellrost. 2. Desgl. und Sandschüttung. 3. Desgl. und Betongründung. 4. Desgl. und tiefer Pfahlrost. 5. Desgl. und umgekehrte Gewölbe. 6. Desgl. und Beton- u. Eisenbetonpfähle. 7. Desgl. und Verdichtung des Bodens. | 1. Umschließung und Trockenlegung der Baugrube, Ausgraben auf angemessene Tiefe u. Schwellrost. 2. Desgl. und Betongründung. 3. Desgl. und Sandschüttung. 4. Pfahlrost od. Pfähle zum Dichten des Bodens und Betonschicht. 5. Beton- und Eisenbetonpfähle. 6. Hoher Pfahlrost. 7. Eiserne Schraubenpfähle. | 1. Belastung d. Bodens um den Grundbau herum und Anordnung breiter Fundamentflächen. 2. Senkkasten mit Boden von großer Grundfläche. Unter Umständen: 3. Pfahlrost mit Beton und Eiseneinlagen. 4. Druckluftgründung. 5. Senkbrunnen- und Senkrohrgründung. 6. Hoher Pfahlrost. 7. Eisenbetonpfähle. 8. Eiserne Schraubenpfähle. |

besten zwischen 1:1 und 1:2 liegend sein, damit ein Abscheren der vorspringenden Stufe vom Kern des Mauerwerks nicht zu befürchten ist.

Bezeichnet man mit k den an der Mauersohle auf die Flächeneinheit wirkenden Druck, der an der Fundamentsohle auf die für den Baugrund zulässige Beanspruchung k_1 herabgemindert werden soll, und nimmt man eine gleichmäßige, freilich nicht immer vorhandene Druckübertragung an, so ist nach Abb. 74³⁵⁾ $b \cdot k = b_1 \cdot k_1$, woraus sich die Breite b_1 der Fundamentsohle ergibt:

$$b_1 = \frac{b \cdot k}{k_1}. \quad (4)$$

Bei symmetrischer Anordnung der Fundamentverbreiterung berechnet sich dann die Gesamtausladung a auf jeder Seite zu:

$$a = \frac{b_1 - b}{2} \quad (5)$$

und deren Höhe h , wenn das Verhältnis der Breite zur Höhe der Abtrepfung zu dem unter allen Umständen genügenden 1:2 angenommen wird zu

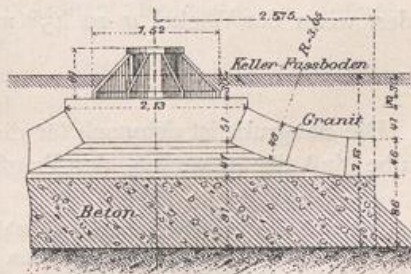
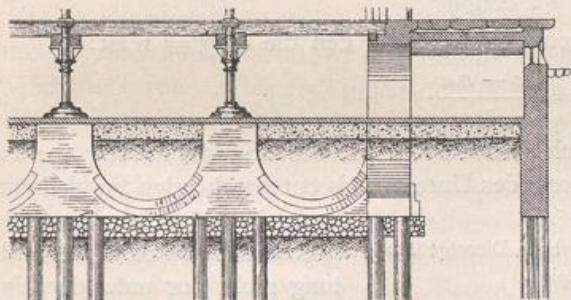
$$h = 2a. \quad (6)$$

b) Umgekehrte oder Sohlengewölbe, die gewöhnlich als Tonnengewölbe, seltener als Klostergewölbe, sog. Erdkappen, zwischen die Grundmauern, oder als Gurtbogen zwischen die Fundamente einzelner Pfeiler gespannt werden und als Wölblinie³⁶⁾

Abb. 75 u. 76. Fundamentverbreiterung durch umgekehrte Gewölbe.

Abb. 75. Speicherbau am Kaiserkai in Hamburg. M. 1:200.

Abb. 76. Gründung der Säulenreihe im Worldgebäude in New York. M. 1:100.



meistens den Stichbogen (Abb. 76),³⁷⁾ weniger häufig den Halbkreis (Abb. 75)³⁸⁾ besitzen, sollen die Last eines Gebäudes, bzw. den Druck einer Freistütze auf die ganze von dem Bauwerk bedeckte bzw. auf eine vergrößerte Fläche übertragen.

Die zwischen jenen, Erdbogen oder Gegenbogen genannten Gurtbogen liegenden Felder werden ebenfalls häufig mit umgekehrten Gewölben versehen, wobei der Erd-

³⁵⁾ Abb. 74 ist ESSELBORN, »Lehrbuch des Tiefbaues«, 2. Aufl. 1907, Kap. II: »Grundbau«, bearbeitet von Prof. L. VON WILLMANN, entnommen.

³⁶⁾ M. KOENEN, »Über Form und Stärke umgekehrter Fundamentbögen« im Zentralbl. d. Bauverw. 1885, S. 11 f.

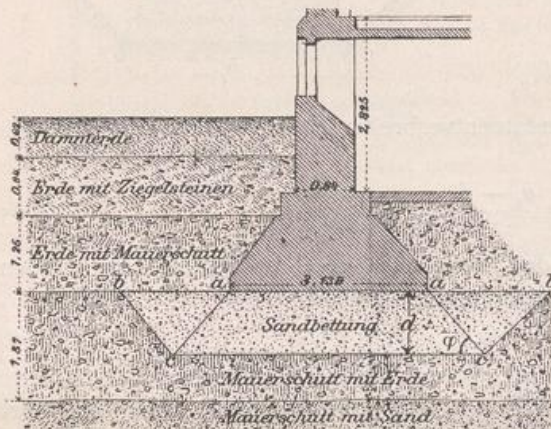
³⁷⁾ O. LEITHOLF, »Die Konstruktion hoher Häuser in den Vereinigten Staaten von Amerika« in der Zeitschr. f. Bauw. 1895, S. 234 u. Bl. 31.

³⁸⁾ FRANZ GRUBER, »Der Speicherbau am Kaiserkai in Hamburg« in der Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1874, S. 242 u. Bl. 40.

boden genau der untern Wölfläche entsprechend ausgehoben, oder diese Form durch eine Steinpackung oder Sand- und Betonschüttung hergestellt wird. Nicht selten verbindet man die Widerlager dieser Sohlengewölbe und der Erdbogen durch Anker aus Eisenstangen miteinander.

c) **Sandschüttungen** aus reinem, grobem und scharfkörnigem Quarzsand, im trocken nicht unter 0,75 m und nicht über 3,0 m stark auf nachgiebigem Baugrund ausgeführt,

Abb. 77. Sohlenverbreiterung durch Sandschüttung für die Kaserne an der Esplanade in Wesel. M. 1:250.



bieten eine wirksame Verbreiterung der Fundamentsohle dar, weil der, alle Unebenheiten des Bodens gut ausgleichende Sand (vgl. § 2, a, γ) unter der Belastung nicht seitlich ausweicht, sondern sogar eine festere Lagerung erhält, und weil sich der Druck von der Grundfläche des Mauerwerks aus in einer dem Böschungswinkel entsprechenden Richtung, d. h. annähernd unter 45° nach unten überträgt.

Wird mithin die tragende Fläche einer offenen Baugrube um die Ausladung der natürlichen Böschung des Sandes vergrößert (Abb. 77),³⁹⁾ so ist, wenn cc die genügend verbreiterte Sohlfläche und φ den Böschungswinkel des

Sandes bedeutet $cc = aa + 2d \cdot \cotg \varphi$, woraus sich die erforderliche Dicke der Sandschüttung ergibt:

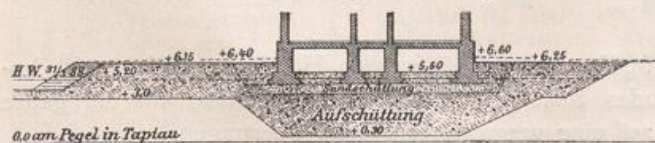
$$d = \frac{cc - aa}{2 \cotg \varphi}, \quad (7)$$

oder, wenn der Winkel φ zu 45° angenommen wird, für den die $\cotg = 1$ ist:

$$d = \frac{cc - aa}{2}. \quad (8)$$

Die Baugrube ist demnach für die, auch Sandkoffer genannte Sandschüttung um das halbe Maß der gesamten, der Tragfähigkeit des Untergrunds entsprechenden Fundament-

Abb. 78. Sohlenverbreiterung durch Sandschüttung beim Dienstgebäude für die Wasserbauinspektion in Tapiau.



verbreiterung tief auszugraben. Manchmal wird die Sandschüttung nicht nur unter den einzelnen Mauern eines Gebäudes, sondern unter dessen ganzer Grundfläche hergestellt (Abb. 78).⁴⁰⁾

Der gut ausgewaschene Sand ist, um sein Zusammenpressen und damit auch das Setzen des Mauerwerks zu verringern, in wagerechten, 20 bis 30 cm dicken Schichten einzubringen, die mit Wasser begossen und eingestampft oder besser eingewalzt werden. Sandschüttungen, die keinem starken Auftrieb des Wassers ausgesetzt werden dürfen, erfordern bei Gründungen im Wasser die Umschließung der Baugrube mit einer bleibenden, dichten Spundwand.

³⁹⁾ GOLDMANN, »Verschiedene Gründungen und Untersuchungen in betreff deren Tragfähigkeit« in der Zeitschr. f. Bauw. 1863, S. 630 ff. u. Bl. U.

⁴⁰⁾ »Dienstgebäude für die Wasserbauinspektion in Tapiau« im Zentralbl. d. Bauverw. 1895, S. 395.

d) **Steinschüttungen**, aus genügend großen Steinen oder künstlichen Blöcken aus Beton hergestellt, dienen hauptsächlich zur Herstellung von Schüttkörpern auf festem Untergrund unter Wasser, die Damm- oder Kaimauern aufnehmen sollen (Abb. 79),⁴¹⁾ für die eine andere Gründungsart starken Stromangriffs und Wellenschlags wegen nicht gewählt werden konnte.

Abb. 79. Steinschüttung des Hauptwellenbrechers im Hafen von Bilbao. M. 1 : 1000.

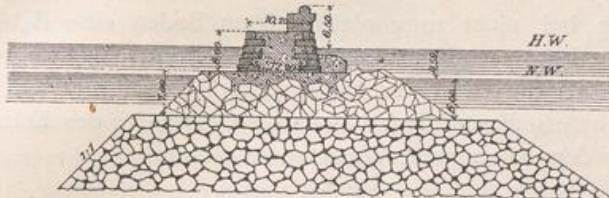


Abb. 80 u. 81. Doppelter Bohlenrost. M. 1 : 100.

Abb. 80. Querschnitt.

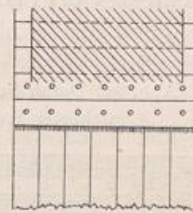
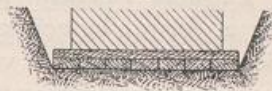


Abb. 81. Grundriß.

§ 10. Gründung auf liegenden Rosten. Die bei nachgiebigem Boden und bei unter Wasser liegender Fundamentsohle zur Anwendung kommenden liegenden Roste bieten den darauf gestellten Bauwerken eine, etwaige ungleichmäßige Beschaffenheit des Baugrunds ausgleichende Unterlage, dem Grundmauerwerk in wagerechter Richtung einen guten Zusammenhalt und verteilen auch bis zu einem gewissen Grad den Druck auf eine größere Fläche.

a) **Bohlenroste.** In seiner einfachsten Gestalt besteht der liegende Rost entweder aus einer einzigen oder besser aus zwei sich unter rechtem Winkel kreuzenden, 7 bis 10 cm starken Bohlenlagen (Abb. 80 u. 81), von denen die eine parallel zur Längsrichtung der Mauer liegt und für diese eine Verankerung bildet.

Der einfache Bohlenrost kann nur für untergeordnete Bauwerke in Betracht kommen, und auch der doppelte besitzt bloß eine Tragfähigkeit von 1,0 bis 1,5 kg/qcm, die in holzreichen Ländern durch Verwendung stärkerer Hölzer vergrößert wird.

Abb. 82 u. 83. Holz-Schwellrost. M. 1 : 150.

Abb. 82. Querschnitt.

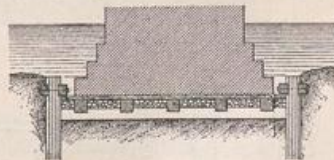
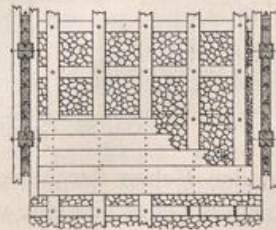


Abb. 83. Grundriß.



b) **Holzschwellroste.** Die Herstellung der Schwellroste, die, wo Unterspülungen zu befürchten sind, durch Spundwände gesichert werden müssen, erfolgt nach Umschließung und Trockenlegung der Baugrube, sowie nach Entfernung der obern, lockern Bodenschichten in der Weise, daß auf die eingeebnete Baugrubensohle gewöhnlich zuerst die 22/22 bis 30/30 cm starken Querschwellen und auf diese die 25/25 bis 33/33 cm starken Langschwellen, je nach der Last des Bauwerks in Abständen von 0,75 bis 1,0 m verlegt werden (Abb. 82 u. 83).

Auf die Langschwellen wird der, je nach der Größe der Belastung 5 bis 12 cm starke, das überall in gleicher Höhe auszuführende Mauerwerk tragende Bohlenbelag mit hölzernen Nägeln aufgenagelt, nachdem vorher die, Rostfelder genannten Hohlräume zwischen den sich kreuzenden Schwellen bis

⁴¹⁾ *Verbesserung des Hafens von Bilbao« im Zentralbl. d. Bauverw. 1889, S. 338.