



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Universitätsbibliothek Paderborn

Lehrbuch des Hochbaues

Grundbau, Steinkonstruktionen, Holzkonstruktionen, Eisenkonstruktionen ,
Eisenbetonkonstruktionen

Esselborn, Karl

Leipzig, 1908

a) Die Rostpfähle

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

heißenden Rostpfähle einen beträchtlichen Teil ihrer Länge über den Boden hervorragen. Holzpfaahlroste müssen stets unter Niedrigwasser liegen, während Betonpfaahlroste und Eisenbeton-Pfaahlroste von dem Wasserstand völlig unabhängig sind.

a) **Rostpfähle** werden, weil sie auf Knickfestigkeit beansprucht sind, in der Richtung des auf sie wirkenden Druckes, bei Hochbauten daher meistens senkrecht, jedoch für, Dachkonstruktionen tragende Freistützen, für die Widerlager flacher Gewölbe, sowie für Stützmauern der Druckrichtung entsprechend eingerammt.

Die Länge der Pfähle wird, wenn diese bis zu dem vorhandenen festen Untergrund hinabreichen sollen, aus dessen durch Bodenuntersuchungen (vgl. § 3) festgestellten Tiefenlage unter der Rostoberfläche, bei fehlendem festen Baugrund jedoch durch eingerammte Probepfähle ermittelt, mit denen Belastungsversuche anzustellen sind. Müßte die Pfaahllänge größer als 12 bis 15 m werden, so sucht man durch eine größere Anzahl einzurammender Pfähle den Boden stärker zu verdichten und dadurch zugleich die von einem Pfahl zu tragende Last zu verringern. Bei dem hochliegenden Pfaahlrost wird die Pfaahllänge auch dadurch bestimmt, daß die Pfähle so tief einzurammen sind, als sie über den Boden hinausragen.

α) Holzpfähle werden aus geradegewachsenen astfreien, von der Rinde entblößten Baumstämmen hergestellt und erhalten zum bessern Eindringen in den Boden beim

Abb. 106. Zuspitzung eines Rostpfahls.

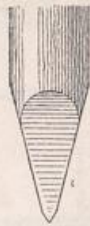
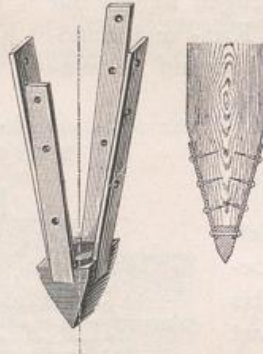


Abb. 107 u. 108. Eiserne Pfaahlschuhe.



Rammen bei nachgiebigem Baugrund, wie Lehm-, Ton- oder Sandboden, eine genau in der Pfaahlachse liegende drei- oder vierseitige (Abb. 106), etwas abgestumpfte Spitze, deren Länge gleich dem $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ fachen des Pfaahldurchmessers ist. Die dreiseitige Spitze verhindert besser das Drehen des Pfahls, während die vierseitige sein Eindringen in den Boden erleichtert.

Bei festem und namentlich steinigem Baugrund müssen die Pfähle mit aufgenagelten eisernen Pfaahlschuhen versehen werden, die aus einer gußeisernen Spitze bestehen, die um vier schmiedeeiserne Bänder gegossen ist (Abb. 107) oder an die diese Bänder angenietet sind (Abb. 108) und auf deren

innern Kern der Pfahl mit abgestumpfter Spitze fest aufsitzen muß. Seltener kommen ganz aus Gußeisen bestehende Pfaahlschuhe in Form hohler Kegel, die durch Dorne mit den Pfählen verbunden werden, zur Anwendung.

Zu den Grundpfählen verwendet man am besten frisch gefälltes, sich weniger leicht als trocknes Holz spaltendes Kiefern-, Buchen- und Ellernholz, während aus Eichenholz nur solche Langpfähle hergestellt werden, die abwechselnd der Einwirkung des Wassers und der Luft ausgesetzt sind. Tannen- und Fichtenholz sind nicht so empfehlenswert wie namentlich das Kiefernholz.

Damit der Pfaahlkopf beim Einrammen nicht zersplittert, muß er, nachdem er genau senkrecht abgeschnitten und an den Kanten abgefast wurde, mit einem geschmiedeten, etwa 25 mm starken und 60 mm hohen, am besten warm aufzutreibenden Pfaahlring versehen werden. Wird nach längerem Rammen das Holz des Pfaahlkopfs schwammig und büstenartig, wodurch eine Abschwächung der Rammschläge eintritt, so ist der zerstörte Teil abzuschneiden und ein neuer Kopf anzuarbeiten.

Wenn zur Erreichung des festen Baugrunds die Länge der Rostpfähle nicht genügt, so muß ein, deren Tragfähigkeit jedoch vermindertes Aufpfropfen der Pfähle vorgenommen werden, das deshalb, besonders bei mehreren nebeneinander stehenden Pfählen

zu vermeiden ist. Das Aufpfropfen erfolgt am besten dadurch, daß beide Hölzer stumpf gegeneinander gestoßen und durch angenagelte eiserne Bänder (Abb. 109) oder durch einen Dorn im Innern und umgelegte Eisenringe (Abb. 110) gegen eine Verschiebung gesichert werden. Auch kann man an der Aufpfropfungsstelle einen gußeisernen Schuh (Abb. 111) einlegen.

Die mittlere, von der Pfahlänge abhängende Stärke der Rostpfähle soll nach PERRONET für Langpfähle von 5 bis 6 m Länge zu 27 cm angenommen und für jedes Meter Mehrlänge um 28 mm vergrößert werden, während für 3 bis 4 m lange Grundpfähle ein mittlerer Durchmesser von 24 cm und für jedes Meter Mehrlänge eine Verstärkung von 14 mm genügt. Hiernach würde ein Langpfahl von 10 m Länge einen mittlern Durchmesser von 38 bis 41 cm, ein 10 m langer Grundpfahl dagegen eine mittlere Stärke von 32 bis 34 cm besitzen müssen.

β) Eiserne Schraubenpfähle, in der ersten Zeit aus Gußeisen, jetzt aus Schmiedeeisen hergestellt, sind dauerhafter als Holzpfähle, nicht wie diese den Zerstörungen der

Abb. 109 bis 111. Aufpfropfungen.
 Abb. 109. Mittels Bändern. Abb. 110. Mittels Dorns. Abb. 111. Mittels Schuhs.

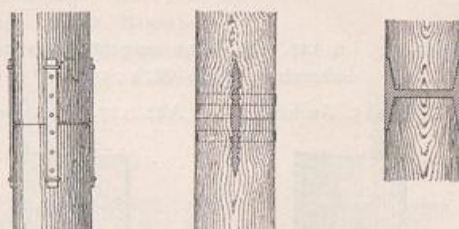


Abb. 112 u. 113. Geschmiedete Pfahlschraube. M. 1 : 20.

Abb. 112. Ansicht.

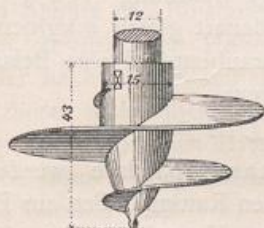


Abb. 113. Grundriß.

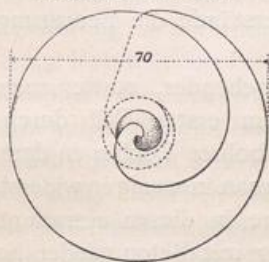
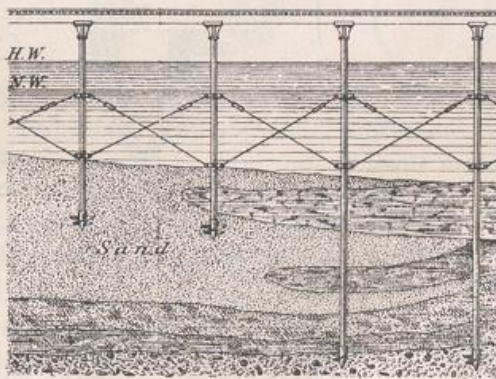


Abb. 114. Landungssteg auf Schraubenpfählen. M. 1 : 400.



Bohrwürmer ausgesetzt und bedürfen keiner Rücksichtnahme auf wechselnde Wasserstände. Sie werden, unten mit gußeisernen oder geschmiedeten, sowohl zum Einschrauben als auch zum Tragen dienenden und deshalb Durchmesser von oft über 1 m besitzenden Pfahlschrauben (Abb. 112 u. 113)⁵⁷⁾ versehen, bei Landungsbrücken (Abb. 114),⁵⁸⁾ kleinern Leuchttürmen, Badeanstalten und dgl. verwendet.

⁵⁷⁾ Verwendet bei einem Viadukt der Eisenbahn von La Guaria nach Caracas in Venezuela.

⁵⁸⁾ F. HEINZERLING, »Bau der Landungsbrücke bei Lewes in den Vereinigten Staaten von Nordamerika« in der Deutschen Bauz. 1874, S. 197.

Die Schraubenpfähle, die für Hochbauten selten Verwendung finden, lassen sich in nicht zu zähe Schichten gut einschrauben und besitzen bei vollen Pfählen bis zu 10 m Länge einen Durchmesser von 12 bis 15 cm, bei größeren Längen bis 15 m eine Stärke bis 20 cm. Ihre Tragfähigkeit kann zu 45 kg für 1 qcm Pfahlkopffläche oder zu 12 kg für 1 qcm Stützfläche angenommen werden.⁵⁹⁾

Auch rohrförmige Schraubenpfähle aus Gußeisen, die nachträglich mit Beton ausgefüllt und deren einzelne Teile mittels Flanschen zusammengeschrubt wurden,

kamen mit unten angegossener Schraube zur Verwendung (Abb. 115 bis 117).⁶⁰⁾

Abb. 115 bis 117. Mit Beton ausgefüllte eiserne Schraubenpfähle. M. 1 : 55.

Abb. 115. Ansicht.

Abb. 117. Querschnitt.

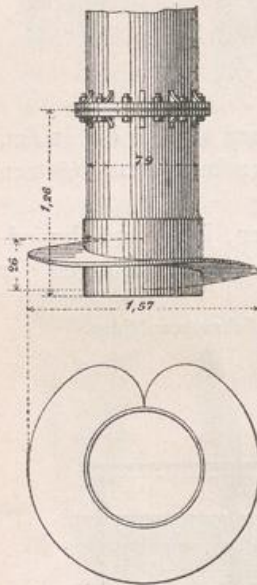


Abb. 116. Grundriß.

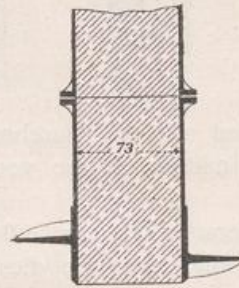


Abb. 118. Gußeiserner Schraubenschuh für Holzpfähle. M. 1 : 30.

Bei Pfahlrosten wird man Schraubenpfähle nur da anwenden, wo das Einrammen von Holzpfählen aus irgendeinem Grund unterlassen werden muß und wo das Einspülen der Pfähle (vgl. § 14, d) ebenfalls nicht möglich ist. Dabei können auch Holzpfähle mit Schraubenschuhen aus Gußeisen (Abb. 118),⁶¹⁾ in denen das Pfahlende befestigt wird, versehen werden.

Die Tragfähigkeit der Schraubenpfähle hängt weniger von der Tiefe ihres Eindringens in den Boden, als hauptsächlich von dessen Tragfähigkeit ab. Sei die Grundfläche der Schraube gleich F qcm und die zulässige Belastung (vgl. § 4) der betreffenden Bodenart gleich σ kg/qcm, so vermag der Schraubenpfahl eine Belastung L in kg zu tragen:

$$L = F \cdot \sigma. \quad (11)$$

γ) Betonstampfpfähle werden in neuerer Zeit neben Rammpfählen aus Eisenbeton ihrer leichten Herstellung, Dauerhaftigkeit

und verhältnismäßigen Billigkeit wegen als Ersatz der eisernen, sowie der hölzernen Pfähle namentlich da verwendet, wo stark wechselnde Wasserstände die Benutzung von Holzpfählen nicht gestatten.

Die Betonstampfpfähle können ohne oder mit vorübergehender, sowie auch mit bleibender Ummantelung ausgeführt werden, indem man im ersten Fall durch eingerammte und wieder herausgezogene Pfähle oder durch Fallbohrer Löcher in dem Baugrund herstellt und diese mit Beton ausstampft, oder indem man in weniger widerstandsfähigem, leicht wieder zusammenfließendem Boden Eisenrohre in diesen einrammt und dann entweder absatzweise unter fortwährender Ausstampfung mit Beton wieder herauszieht oder sie auch zum Schutz der Betonpfähle im Boden stecken läßt.

In ziemlich festem, trockenem Boden kann ein, oben mit widerstandsfähigem Kopf und unten mit einer Stahlspitze versehenes Eisenrohr (Abb. 119)⁶²⁾ in den Boden ein-

⁵⁹⁾ »Handbuch der Architektur«, 3. Aufl. 1901, 3. Teil, 1. Bd., S. 368.

⁶⁰⁾ Verwendet bei der ostpreußischen Südbahn.

⁶¹⁾ E. STUERTZ, »Reiseskizzen aus Holland, Belgien und England« in der Deutschen Bauz. 1870, S. 255 f.

⁶²⁾ Die Abb. 119 bis 122, sowie 127 u. 128, sind dem »Handb. d. Ing.-Wissensch.«, 4. Aufl. 1906, 1. Teil, 3. Bd., Kap. I: »Der Grundbau«, bearbeitet von Prof. L. VON WILLMANN, entnommen.

gerammt und dann wieder herausgezogen werden, worauf die verbleibende Höhlung mit Beton ausgestampft wird (Abb. 120). Der Durchmesser der Stahlspitze ist etwas größer als derjenige des Eisenrohrs, damit sich dieses zur Fertigstellung der Betonpfähle, die in Amerika Simplexpfähle genannt werden, leichter herausziehen läßt.

Ist dagegen der Boden weich und sumpfig, so verwendet man statt der mit dem Rohr fest verbundenen Stahlspitze Betonspitzen mit Metalleinlagen, die nur mit einem Falz in das Eisenrohr eingreifen und bei dessen Herausziehen unter dem herzustellenden Betonpfahl stecken bleiben. Damit sich hierbei das mit Beton auszustampfende Loch nicht mit dem zusammenfließenden Boden füllt, wird das Rohr nur absatzweise um die Höhe einer einzubringenden Betonschicht hochgezogen (Abb. 121).

Sind Betonstampfpfähle unter Wasser herzustellen oder sollen sie über den Wasserspiegel hinausragen, so wird das später wieder herausziehende Rammrohr noch mit einem äußern, bis über die Wasseroberfläche reichenden Blechmantel umgeben, in dessen Schutz das Einstampfen des Betons bis zur gewünschten Höhe erfolgen kann und der nach Herstellung des Betonpfahls, wenn dieser nicht über den Erdboden hervorragen soll, ebenfalls herausgezogen wird, dagegen dem Betonpfahl als Schutzhülle verbleibt, wenn dieser bis über den Wasserspiegel reichen muß.

Die in bleibender Ummantelung ausgeführten, für größere Tiefen verwendbaren Raymondpfähle werden dadurch hergestellt, daß kegelförmig sich verjüngende, fernrohrartig ineinander steckende 2,5 m lange Rohrteile aus Eisenblech, deren unterster mit einer stumpfen Gußstahlspitze versehen ist, in den Boden eingetrieben werden und, mit Beton ausgefüllt, den herzustellenden Betonpfahl liefern (Abb. 122).

ò) Rammfähle aus Eisenbeton, die besonders sorgfältig herzustellen sind, bestehen aus einem mit Beton umstempelten Eisengerippe, das meistens nach HENNEBIQUE aus der Länge nach durchlaufenden Rundeisen besteht, die in Abständen von 20 bis 30 cm durch Ankerschlingen aus Eisendraht zusammengehalten werden und am untern Pfahlende zu einer Spitze zusammenlaufen (Abb. 123 bis 126).⁶³⁾

Das Umstampfen des Eisengerippes mit Beton erfolgt in aus Brettern hergestellten Formen am besten in der Längsrichtung des Pfahls, dessen Kopf beim Einrammen durch eine Rammhaube geschützt wird. Diese

Abb. 119 u. 120. Herstellung eines Beton-Stampfpfahls in festem Boden.

Abb. 119. Eingerammtes Rohr.
Abb. 120. Mit Beton ausgestampfte Höhlung.

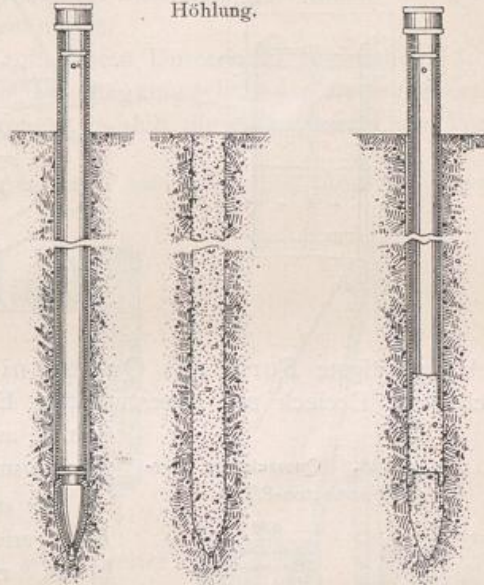
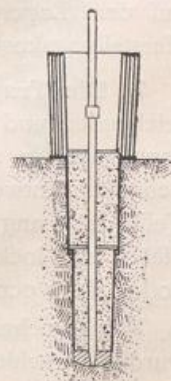


Abb. 121. Herstellung eines Beton-Stampfpfahls in weichem Boden.



Abb. 122. Zum Teil hergestellter Raymond-Pfahl.



⁶³⁾ »Betonisenpfähle unter Grundmauern« im Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 560.

kann in verschiedener Weise z. B. als Metallkappe ausgebildet werden, innerhalb der sich eine den verjüngten Pfahlkopf überdeckende und umgebende, einige Zentimeter hohe Schicht von Sand oder Sägespänen befindet. Soll der Pfahl mittels Wasserspülung (vgl. § 14, d) eingetrieben werden, so erhält seine Spitze ein Loch zur Einführung des Wasserrohrs.

Abb. 123 bis 126. Rammfahl aus Eisenbeton.

Abb. 123. Pfahlkopf.

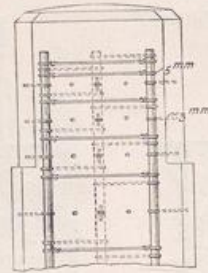
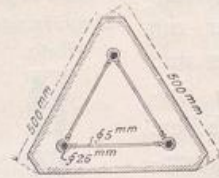
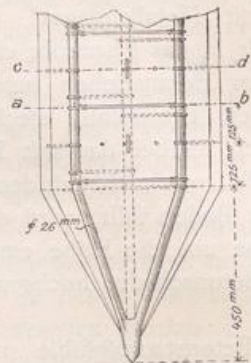
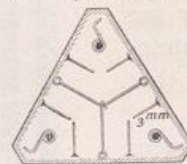
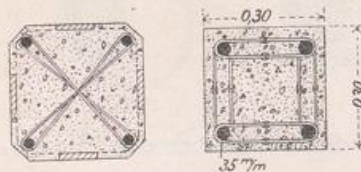
Abb. 124. Schnitt *ab*.

Abb. 126. Pfahlspitze.

Abb. 125. Schnitt *cd*.

Als günstigste Form des Querschnitts der Eisenbeton-Pfähle hat sich das gleichseitige Dreieck mit abgestumpften Ecken (vgl. Abb. 124 u. 125) ergeben; doch kommt auch vielfach der quadratische Querschnitt zur Ausführung (Abb. 127 u. 128).

Abb. 127 u. 128. Querschnitte vierseitiger Eisenbeton-Pfähle.



Die in den Abb. 123 bis 126 abgebildeten, beim Amtsgerichts-Gebäude Wedding in Berlin angewendeten, bis zu 8 m langen Eisenbetonpfähle wurden aus bestem Portland-Zement und reinem, scharfem Flußkies von mittlerer Größe im Verhältnis von 1 : 3 hergestellt, wobei das Einstampfen der sorgfältig gemischten Betonmasse in 20 cm hohen Schichten erfolgte. Die fertigen Pfähle

wurden unter ständiger Anfeuchtung 7—8 Tage in der Form gelassen, dann außerhalb dieser noch weitere 8—10 Tage fortwährend angefeuchtet und hierauf 4 Wochen lang auf dem Lagerplatz erhärten lassen, ehe sie zur Verwendung kamen. Die Gesamt-Herstellungskosten betragen etwa 10 M für das Meter Pfahllänge.

b) Die Tragfähigkeit eingerammter Pfähle.⁶⁴⁾ Die bis in den festen Untergrund reichenden und somit auf diesen die Last des Bauwerks unmittelbar übertragenden Pfähle kann man je nach der Beschaffenheit der den tragfähigen Baugrund überlagernden Schichten entweder nur auf Druck oder, wie die über den Erdboden hinausreichenden Teile der Langpfähle, auf Knicken berechnen. Die zulässige Belastung darf für lange Pfähle und lockern Boden zu 20 kg, für kurze Pfähle und weniger lockern Boden zu 40 kg für 1 qcm Pfahlkopffläche angenommen werden.⁶⁵⁾

Zur Berechnung der Pfähle, die nicht bis zum festen Untergrund eingetrieben werden, wurden verschiedene Formeln aufgestellt, die aus dem Maß des Eindringens der Pfähle

⁶⁴⁾ Vgl. auch BUBENDEY, »Die Tragfähigkeit gerammter Pfähle« im Zentralbl. d. Bauverw. 1896, S. 533 f. u. 545 ff.

⁶⁵⁾ »Handbuch der Architektur«, 3. Aufl. 1901, 3. Teil, 1. Bd., S. 371.