

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 55/56 (1910)
Heft: 18

Artikel: Der Konus-Betonpfahl, ein neues Fundierungs-System
Autor: Siegfried, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-28787>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

INHALT: Der Konus-Betonpfahl, ein neues Fundierungs-System. — Denkmalpflege und Gartenkunst. — Wohnhaus J. Zweifel-Kubli in Netstal. — Der Sitterviadukt der Bodensee-Toggenburgbahn. — Miscellanea: Die Lehre vom Zerfall der Atome nach Rutherford. Grundsätze neuzeitlichen Städtebaues. Wasserkräfte für den elektrischen Betrieb von Linien der Schwedischen Staatsbahnen. Schutz von „Ortschaftsbildern“ usw. im Kanton Zürich. Weltausstellung Brüssel 1910. Eine Zusammenstellung über

ausgeführte Zahnradbahnen. Magnetspulen aus blankem Aluminiumdraht für Bahnmotoren. Der Bau der Aethiopischen Eisenbahn. Rheinbrücke in Laufenburg. Neue Brücke in Lausanne. — Nekrologie: J. Mast. O. Schneider. E. Günthard. A. Bosio. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. G. e. P.: Stellenvermittlung.

Tafeln 50 bis 53: Wohnhaus J. Zweifel-Kubli in Netstal.

Band 56.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 18.

Der Konus-Betonpfahl, ein neues Fundierungs-System.¹⁾

Von Oberingenieur W. Siegfried, München.

Der Konus-Betonpfahl, System Stern D. R. P. 214129, ist der typische Vertreter der *schwebenden Pfählung*. Eine konisch geformte Blechrohrhülse wird mit Hilfe von maschineller oder Handrammung vermittelt eines eigens hierzu konstruierten Holzkerns in den Boden gerammt. Alsdann zieht man den Kern heraus, während die Blechrohrhülse im Boden bleibt und ausbetoniert wird. Die Länge der Pfähle schwankt zwischen zwei und vier *m* je nach Bodenbeschaffenheit und verlangter Tragfähigkeit.

In Abbildung 1 ist ein Blechrohr, sowie ein Rammkern mit Spitze ersichtlich. Das autogen geschweisste Blechrohr besteht aus 1 mm starkem Schwarzblech; seine konische Form ist der Art, dass der Verjüngungswinkel nach oben zunimmt. Der untere Durchmesser ist 250 mm. Dort trägt die Hülse einen angeschweissten Winkelleisenring, auf dem bei der Rammung die Spitze des Kerns sich aufsetzt und so die Hülse, die den Kern mit ganz wenig Spiel umschliesst, mit in das Erdreich hinunterzieht. Der Pfahlkern trägt an seinem Kopf eine Schlaghaube zur Milderung der Rammschläge auf das Holz des Kerns. Der Kern mit Schlaghaube ist in der Abb. 2 (S. 237) deutlich ersichtlich. Hat der Pfahl die nötige Tiefe, d. h. den gewünschten Eindringungswiderstand erreicht, so wird der Kern mittels eines Flaschenzuges gehoben, während die Hülse infolge stärkern Anhaftens am Erdreich im Boden sitzen bleibt. Hierauf erfolgt die Ausbetonierung, wobei zur bessern Verbindung zwischen Aufbau und Fundierung eine Armierung mit einbetoniert werden kann.

Die benötigten Rammgeräte sind äusserst kompensiös, ob nun Hand- oder Maschinenrammung angewendet wird, sodass die „Konuspfähle“ auch unter örtlich äusserst schwierigen Verhältnissen hergestellt werden können. Bei beiden Arten der Rammung bildet ein rund 7 m hoher Dreibock das Rammgerüst, das jenachdem einen Rammbar mit Führungsspindel für Handrammung oder eine eigens konstruierte Dampftramme aufnimmt. Abbildung 2 zeigt links eine solche Rammung von Hand und rechts eine Dampftramme. Bei letzterer kann die ganze Baustelle bei nicht allzugrosser Ausdehnung von einem Dampfkessel aus durch Verbindung mit Dampfschläuchen bedient werden.

Bei Andrang von Grundwasser kann die Blechrohrhülse nach erfolgter Rammung und nachdem der Kern entfernt ist, leergeschöpft, oder bei starkem Andrang durch kleine Pumpen trocken gehalten werden bis zur fertigen Ausbetonierung, sodass in jedem Fall der Beton einwandfrei eingebracht werden kann.

Wie bereits eingangs erwähnt wurde, bilden die „Konus-Betonpfähle“ eine schwebende Pfählung. Sie verfolgen also eine ganz neue Richtung, indem sie die Last nicht direkt, säulenartig, auf den tragfähigen Baugrund übertragen, diesen vielmehr bei ihrer geringen Länge gar nicht erreichen. Der Erfinder, Baudirektor Stern in Wien ging bei der Konstruktion von dem Gedanken aus, dass Pfähle viel mehr durch ihren *Verdrängungswiderstand* befähigt sind, eine Last aufzunehmen, als durch die Reibung am umgebenden Erdreich. Wird ein Pfahl gerammt, so erzeugt er unter sich eine bedeutend komprimierte Erdzone. Bei jeder weiteren Hitze wird die Eindringung kleiner, mit andern Worten, es wächst der Eindringungswiderstand

eines Pfahles in einem progressiven Verhältnis zu der von ihm aufgenommenen mechanischen Arbeit. Nun ist dieser Eindringungswiderstand, wie Theorie und Praxis übereinstimmend erwiesen, schon nach einer, der Rammtiefe von zwei bis drei Metern entsprechenden Anzahl von „Hitzten“ ein derart grosser, dass er auch von beträchtlich grössern, ruhenden Lasten nicht mehr überwunden werden kann.

Wie die nachstehend aufgeführten Bemerkungen über die statische Berechnung der Tragfähigkeit zeigen, ist es leicht, diese für jeden Konus-Betonpfahl aufs genaueste durchzuführen, so dass es möglich wird, trotz eines von Pfahl zu Pfahl wechselnden Bodens für jeden Pfahl die Eindringungstiefe zu bestimmen, die der vorgeschriebenen Pfahlbelastung entspricht. Es ist daher leicht erkennbar, dass durch diese Möglichkeit spätere ungleiche Setzungen ausgeschlossen werden.

Von den ältern Rammformeln, die einer wissenschaftlichen Kritik standhalten, wird die *Eytelweinsche Formel* am meisten verwendet. Für kleine Werte von τ (Eindringung pro Schlag) aber ergibt die Formel zu grosse Werte und gerade bei den „Konuspfählen“ sind die Eindringungen oft verhältnismässig klein. Deshalb darf die Eytelweinsche Formel für gewisse Werte von τ nicht mehr für die Berechnung der Konuspfähle verwendet werden. Bekanntlich ist die genannte Formel abgeleitet auf Grund des Stosses *unelastischer Körper*. Leitet man die Rammformel ab unter der wirklich zutreffenden Voraussetzung für *unvollkommen elastische Körper*, so erhält man die allgemeine Rammformel.¹⁾

Abb. 1. Rammkern und Blechrohr des Konus-Betonpfahls. — 1:30.

Bezeichnet: R das Rammbargewicht in kg , Q das Pfahlkerngewicht in kg , h die Hubhöhe in cm , τ die Eindringung pro Rammschlag in cm , L die Gesamtlänge des Pfahlkerns in cm , F die Fläche des Pfahlquerschnittes in cm^2 , E das Elastizitätsmass des Pfahlbaustoffes in kg/cm^2 , η die Stosselastizitätsziffer, $k = \frac{L}{F \cdot E}$ den Verkürzungsfaktor in cm/kg und W den Eindringungswiderstand des Pfahles in kg , so lautet die Eytelweinsche Formel:

$$W = \frac{R^2 \cdot h}{\tau (R + Q)} + R + Q \quad (1)$$

und die allgemeine Rammformel für den unvollkommen elastischen Stoss:

¹⁾ Aus mehreren Gründen erfuh die Veröffentlichung dieser Arbeit eine unliebsame Verzögerung.

Die Red.

¹⁾ Siehe: Ottokar Stern: „Das Problem der Pfahlbelastung“, Berlin bei Wilhelm Ernst und Sohn.

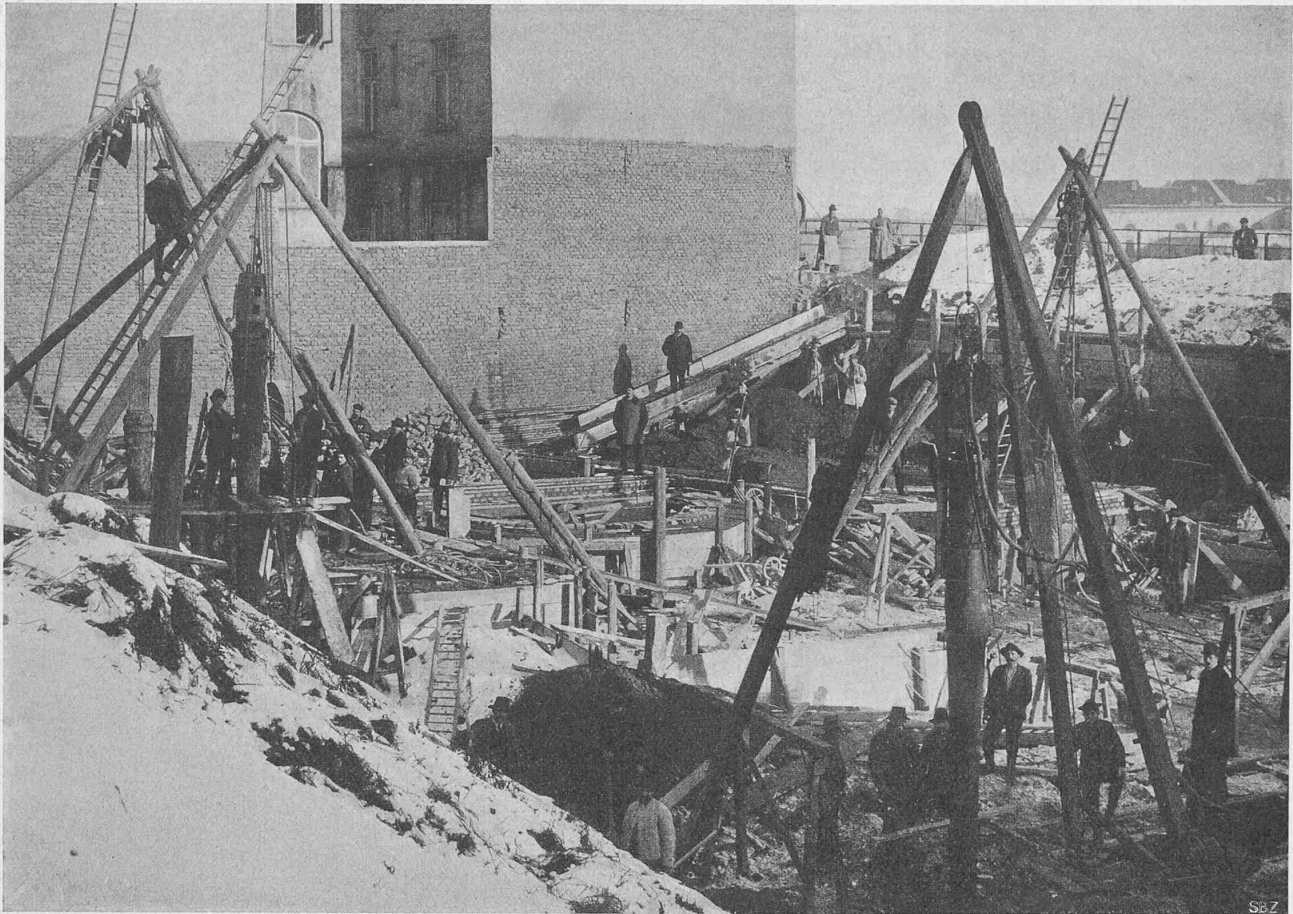


Abb. 2. Hand- und Dampftrammung von Konus-Betonpfählen.

Form eingegangen werden. Diese bezweckt die Erhöhung des Eindringungswiderstandes oder mit andern Worten die Verkleinerung der Eindringungstiefe r . Der Beweis hierfür liegt in folgendem: A und B mögen zwei einander genau gleiche zylindrische Körper darstellen, zwischen denen blos

der Unterschied bestehen möge, dass Körper A mit der ebenen Fläche ab , und Körper B in einer genau passenden Bodenhöhlung mit der Kegelfläche $a' b' c$ auf dem Boden aufruht. Die hierdurch auf das Erdreich übertragene Last sei in beiden Fällen dieselbe (Abb. 4).

Tabelle der Eindringungswiderstände.

Hitze No.	Hubhöhe cm	Absenkungstiefe cm	Eindringung pro Schlag	Eindringungswiderstand W in kg
1	60	28	1,3	8940
2	60	56	0,9	12260
3	90	74	0,6	24600
4	120	88	0,5	35500
5	120	102	0,5	35500
6	130	115	0,4	43000
7	120	129	0,5	35500
8	120	141	0,4	40480
9	120	152	0,4	40480
10	130	163	0,4	43000
11	140	175	0,4	45500
12	130	186	0,3	43000
13	130	196	0,4	49000
14	130	207	0,4	43000
15	140	218	0,3	45500
16	140	227	0,17	51640
17	90	232	0,17	46800
18	100	237	0,17	47100
19	110	242	0,17	52200
20	120	247	0,17	56250
21	120	253	0,20	59900
22	140	258	0,17	63180

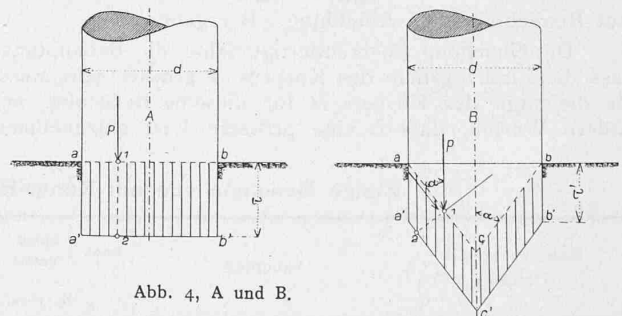


Abb. 4. A und B.

Infolge der Verschiebbarkeit der Bodenteilchen (Zusammendrückbarkeit des Erdreichs) wird die Grundfläche $a b$ von A in den Boden eindringen und in die Lage $a' b'$ gelangen, während die Grundfläche $a c b$ von B aus demselben Grunde in die Lage $a' c' b'$ kommen wird.

Sieht man diese Vorgänge vorläufig als vollständig reibungslos an, so gelten hierfür die bekannten hydrostatischen Gesetze, wonach die den letztern unterworfenen Körper befähigt sind, solche äussere Druckkräfte aufzunehmen, die senkrecht zur Begrenzungsfläche des Stoffes gegen den drückenden Körper wirken. Bei A wird daher beispielsweise zur Verschiebung des Bodenteilchen 1 nach 2 die ganze auf dasselbe entfallende Druckkraft p wirksam werden, während bei B das Bodenteilchen 1 nur von der zur Tangentialebene in $a c$ senkrecht stehenden Seitenkraft ($p' \cdot \sin \alpha$) der auf dieses Bodenteilchen entfallenden ge-

samtan Druckkraft p' bis in die Lage nach 2 verschoben werden kann.

Voraussetzungsgemäss sind die Gesamtdrücke P bei beiden Körpern A und B gleich gross. Während P aber bei A auf dessen Grundfläche von der Grösse $\frac{d^2 \pi}{4}$ wirkt und daher auf die Flächeneinheit den Druck $p = \frac{P}{\frac{d^2 \pi}{4}}$ ergibt, wirkt P bei B auf dessen kegelförmige Grundfläche von der Grösse $\frac{d^2 \pi}{4} \cdot \frac{1}{\sin \alpha}$, sodass sich der Druck auf die Flächeneinheit ergibt zu

$$p' = \frac{P}{\frac{d^2 \pi}{4} \cdot \frac{1}{\sin \alpha}} = \frac{P}{\frac{d^2 \pi}{4}} \cdot \sin \alpha = p \cdot \sin \alpha \quad (4)$$

Die Beziehung (4) lässt erkennen, dass auf ein Bodenteilchen unter dem Körper B eine kleinere Druckkraft $p' = p \cdot \sin \alpha$ entfallen muss, als auf ein gleich grosses Bodenteilchen unter dem Körper A . Die gemäss obiger Auseinandersetzung beim Körper B zur Wirksamkeit gelangende Seitenkraft ist aber nur $p' \sin \alpha$ und durch p ausgedrückt:

$$p' \sin \alpha = p \cdot \sin^2 \alpha \quad (5)$$

Diese wirksame Seitenkraft wird daher um so kleiner, je kleiner der Scheitelwinkel α ist und zwar nimmt sie mit dem Sinus dieses Winkels im quadratischen Verhältnis ab.

Nimmt man eine unmittelbare Proportionalität zwischen der wirksamen Druckseitenkraft und der von ihr hervorgebrachten, in ihrer Krafrichtung liegenden Verschiebung des Bodenteilchens an, so kann man auch statt der unter dem Körper A wirksamen Druckkraft p die unmittelbare Verschiebung τ eines Bodenteilchens einsetzen. Dementsprechend kann für die Verschiebung eines Bodenteilchens unter dem Körper B von 1 nach 2 als Verschiebungsgrösse gesetzt werden: $\tau \cdot \sin^2 \alpha$, woraus sich für die Eindringungstiefe des Körpers B die Grösse $\tau_1 = \frac{CC'}{\sin \alpha} = \frac{1-2}{\sin \alpha} = \frac{\tau \cdot \sin^2 \alpha}{\sin \alpha} = \tau \cdot \sin \alpha$ (6)

laut Betrachtung der Abbildung 4B ergeben muss.

Die Gleichung (6) rechtfertigt daher die Behauptung, dass die Eindringtiefe des Körpers A grösser sein muss, als diejenige des Körpers B für dieselbe Belastung, mit andern Worten, dass B eine grössere Last aufzunehmen

vermag, als A . Auf Grund vorstehender Erörterungen lässt sich sofort einsehen, woher die enorme, fast unbegreifliche Tragfähigkeit der „Konus-Betonpfähle“ rührt, ohne dass sie den tragfähigen Boden erreichen, speziell im Vergleich mit gewöhnlichen Pfählen, die sich auf den tragfähigen Boden stützen. *Bei diesen wirkt auf Verdrängung nur das verhältnismässig kurze Stück der konischen Spitze mit ihrem kleinen Durchmesser.* Von dort weg ist der Pfahl zylindrisch und erhöht dadurch, wie sich leicht einsehen lässt, den Verdrängungswiderstand in keiner Weise. Der zylindrische Schaft nützt bloss die Reibung des umgebenden Erdröcks aus und welch' unzuverlässige und absolut unbestimmbare Grösse diese darstellt, ist wohl in Fachkreisen zur Genüge und oft auf Grund bitterer Erfahrungen bekannt. Darin liegt der tiefe

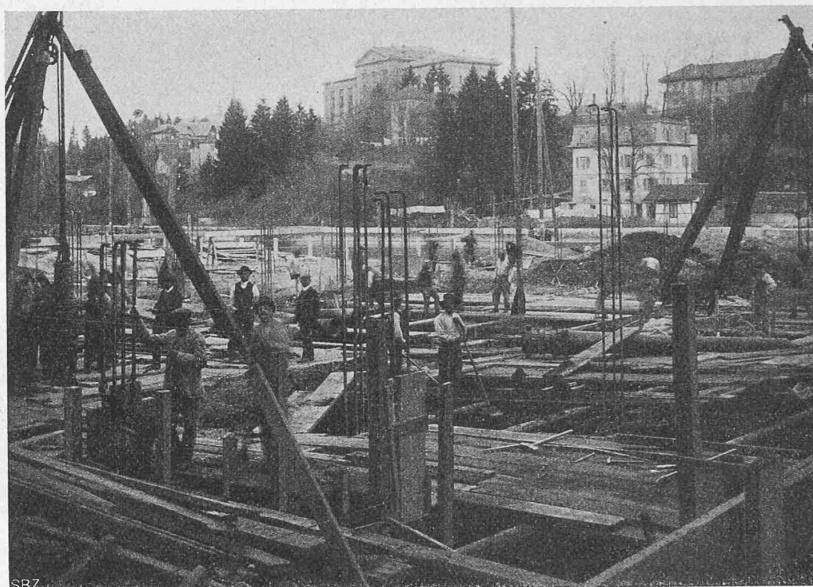


Abb. 8. Gesamt-Ansicht der Baustelle im Gaswerk der Stadt Bern.

nicht zu überbrückende Unterschied zwischen den Konus-Pfählen und allen übrigen, zylindrischen Pfahlsystemen.

Die Abbildung 1 des Pfahlkernes, wie er zum Eintreiben der Blechrohrhülsen verwendet wird, zeigt, in welcher Art und in welchem Mass die konische Form verwendet wird. Der obere Teil ist ziemlich viel stärker konisch als der untere. Genau dem Kern entsprechend sind die Blechrohrhülsen und damit die betonierten Pfähle selbst.

Einige Beispiele von mit Konus-Betonpfählen ausgeführten Gründungen.

Bezeichnung des Objektes	Baugrund	Anzahl	Maximalbelastung	Länge	Bauleitung	Anmerkung
Industriehaus, Wien, III., Schwarzenbergplatz	Etwa 12 m Anschüttung im alten Wienflussbette; darunter Schotter.	862	30	3,30	Architekt Karl König, o. ö. Prof. a. d. K. k. Techn. Hochschule, Wien.	Durch die Gründung mit pat. Beton-Blechrohrpfählen wurde nicht nur jeder tiefe Fundamentaushub vermieden, sondern auch eine mit Rücksicht auf die Steinfassaden notwendige absolute Sicherheit gegen ungleichmässiges Setzen erzielt.
K. k. Museum für Kunst und Industrie, Wien, I., Wollzeile.		355	40	3,30	K. k. Oberbaurat Architekt Ludwig Baumann, Wien.	
Kranbahn in der Kesselschmiede für die Maschinenfabrik A.-G. vormals G. Sigl, Wiener-Neustadt.	2 m Formsand, darunter Schotter und Grundwasser.	86	10	2,50	Architekt Karl Lang, Wiener-Neustadt.	In diesem Falle wurde die Fundierung innerhalb eines Fabrikraumes während des Betriebes durchgeführt, wodurch insbesondere die leichte Anwendbarkeit selbst in den beengtesten Baustellen erwiesen ist.
Wohnhaus, Wien, XX., Karl Czernygasse.	2 m trockene Anschüttung 8 m angeschwemmter Sand, viel Grundwasser.	43	28	2,30	Architekt Jakob Modern, Wien.	Anwendung der pat. Beton-Blechrohrpfähle wegen des Schwimmsandes und des Grundwassers.

Der Konus-Betonpfahl.

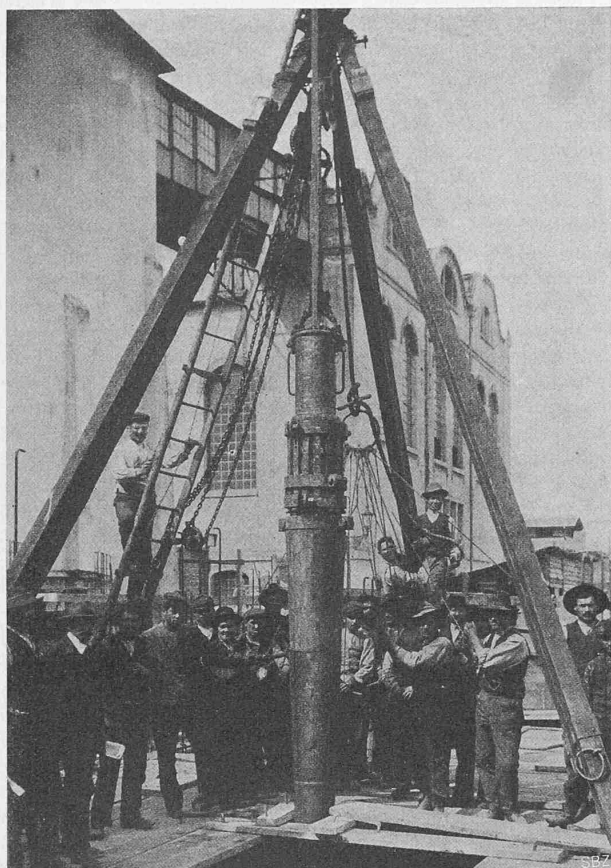


Abb. 7. Kohlensilo-Fundation im Gaswerk der Stadt Bern; Rammkern mit Blechrohr bei Beginn der Rammung.

In der nebenstehenden Tabelle sind Ausführungen von *Konus-Betonpfahl-Fundierungen* zusammengestellt. Es ist daraus die Bodenbeschaffenheit, die Länge und die zulässige Belastung der Pfähle ersichtlich. Ueberall tritt der feste Baugrund erst viel tiefer auf, als die Pfähle reichen, sodass nirgends die Last direkt übertragen wird. Da zudem die Belastung pro Pfahl eine z. T. ganz bedeutende ist, beweisen die praktischen Ergebnisse die Richtigkeit der theoretischen Erörterungen.

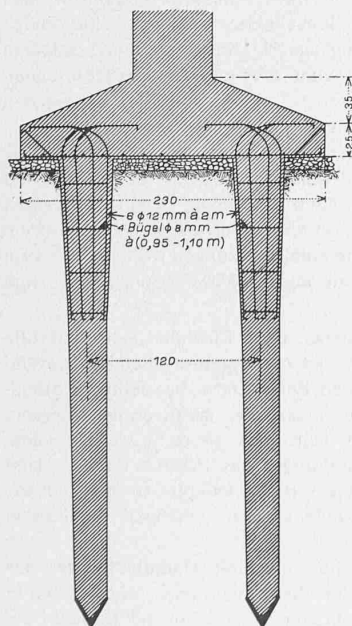


Abb. 5. Fundamentplatten-Verankerung mit Konus-Betonpfählen. — 1 : 50

Die Abbildungen zeigen einige Ausführungen. Auffallend ist hierbei der kleine Bedarf von Geräten und Maschinen, was die Anwendung von Konus-Betonpfählen überall, selbst in tiefen Baugruben gestattet. Die Art und Weise der Pfahlverteilung bei Gründungen ist natürlich genau dieselbe wie bei andern Pfahlgründungen.

Von besonderem Interesse für die Leser der schweizerischen Fachzeitschrift dürfte die jüngste Anwendung der Konus-Betonpfahl-Gründung beim Bau des Kohlensilos im Gaswerk der Stadt

Bern sein. Hier handelte es sich darum, auf einem sehr schlechten und wechselnden Baugrund über einem frühern Flusslauf der Aare (Schutt, Kies und Schlackenauffüllungen) ein Kohlensilobäude zu errichten. Da bereits 1,50 m unter Bodenoberfläche Grundwasser stand wäre die Ausschachtung einer Baugrube zur Gewinnung des tragfähigen Untergrundes mit ganz erheblichen Kosten und Umständen verbunden gewesen. Die Gaswerkdirektion in Verbindung mit der Bauleitung und der Unternehmung entschloss sich daher zur Anwendung der schwebenden Pfahlgründung mittels Konus-Pfählen. Für diese wurden je 30 t als Belastung zugelassen, sodass sich eine Gesamtzahl von 180 Pfählen in 15 Gruppen zu je 12 Pfählen ergab. Die Pfahlköpfe jeder Gruppe sind zu 6×2 in einer Eisenbetonplatte kräftig verankert (Abbildung 5). Für jede dieser Fundamentplatten wurde bis auf den Grundwasserspiegel eine Baugrube ausgehoben, auf deren Sohle die 3,5 m langen Konuspfähle eingerammt wurden. Abbildung 6 zeigt eine solche Grube mit den eingerammten Blechrohrhülsen, in denen das Grundwasser steht. Dieser Umstand erforderte ein sorgfältiges Einbringen des Betons mittels unten verschliessbaren

Trichters, wie ebenfalls in der Abbildung 6 zu erkennen. Trotz dieser verhältnismässig grossen Schwierigkeiten konnten mit zwei Handrammen bis zu 20 Pfähle im Tag geschlagen und die ganze Ausführung in 21 Tagen, von Ende März bis Mitte April dieses Jahres bewerkstelligt werden (Abb. 7 u. 8).

Die *Kosten von Fundierungen* mit Konus-Betonpfählen sind, wie sich erwarten lässt, überall viel niedriger als diejenigen anderer Fundierungsarten, da die Pfähle stets nur kurz, also unabhängig von der Tiefenlage des tragfähigen Bodens sind. Es wird dieser Umstand neben allen andern Vorzügen des Systems der „Konus-Betonpfähle“ wohl stets der ausschlaggebende sein. Das alleinige Ausführungsrecht der „Konus-Betonpfähle“ System Stern ist übertragen für Oesterreich-Ungarn an die Bauunternehmung A. Porr, G. m. b. H. in Wien, für Deutschland, Frankreich, Italien, Schweiz und Belgien an Ackermann & Cie., Unternehmung für Hoch- und Tiefbau in München, und für Russland an Prochniki und Reniberg in Warschau.

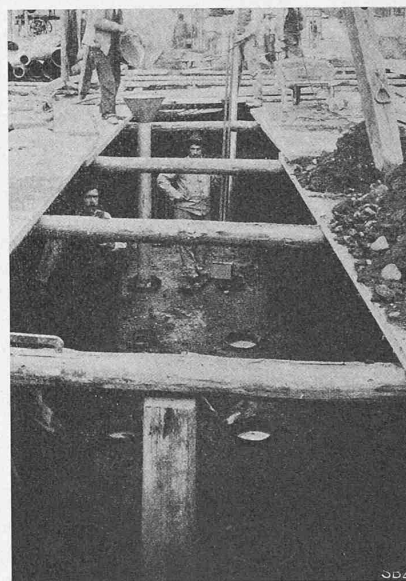


Abb. 6. Ausbetonieren der geschlagenen und gleichmässig abgeschnittenen Blechrohre.

Denkmalpflege und Gartenkunst.

Ueber diesen Gegenstand sprach anlässlich des *XI. Tages für Denkmalpflege in Danzig* am 29. Sept. d. J. Prof. Dr. Gradmann, Landeskonservator in Stuttgart. Da sein anregender Vortrag die Beziehung der Gartenkunst nicht nur zur Denkmalpflege, sondern zur Architektur überhaupt und auch zum Städtebau erörtert, geben wir im Folgenden ein kurzes Referat seiner wie auch der Ausführungen von Prof. Dr. Göcke in Berlin, die sich anschliessend hauptsächlich auf Gartenkunst und Städtebau bezogen.

Dr. Gradmann führte etwa folgendes aus:

Es kann uns nicht gleichgültig sein, was für Grünanlagen unsere Monumente umgeben. Auch von den Gärtnern ist gesündigt worden (geometrische Flächanlagen auf altdeutschen Plätzen, Wald-