

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 79 (1961)  
**Heft:** 11

**Artikel:** Gerammte und gebohrte Ortsbetonpfähle System Franki  
**Autor:** Pfenninger, Walter  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-65485>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### 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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### 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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.02.2026

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

Toilette und ein Waschraum. Die wichtigsten Daten lauten wie folgt: Länge über Puffer 23 700 mm, Drehzapfenabstand 16 300 mm, Wagenbreite 2920 mm, Tara 39,5 t, total 72 Sitzplätze bzw. 54 Liegeplätze. Die oberen Betten werden für den Tagesbetrieb gegen die Wand aufgeklappt; die Rückseite des mittleren Bettes dient dabei als Rücklehne zur Sitzbank. Das

obere Bett fügt sich unauffällig in die Wand ein, so dass das Abteil in der Tagesstellung kaum von einem normalen Abteil 2. Klasse zu unterscheiden ist. Die Heizung kann unter allen europäischen Stromsystemen betrieben werden, wobei die Wahl der Stromsysteme beim Uebergang von Land zu Land automatisch erfolgt.

## Gerammte und gebohrte Ortsbetonpfähle System Franki

Von Walter Pfenninger, dipl. Bauing., in Firma Locher & Cie. AG., Zürich<sup>1)</sup>

DK 624.154.3

Es sind viele Jahre her, seit der Referent mit einer der Pfahlungsgruppen von Locher & Cie die Erstellung eines Bohrpfahles während eines ganzen Tages und der darauf folgenden Nacht mit grossen Sorgen miterlebte. Es handelte sich um einen Pfahl in einem Fabrikgebäude, dicht am Rande eines grossen Flachfundamentes. Der Kampf mit dem Schlamm sandboden war derart, dass am folgenden Tag das Bohrgerät eingepackt und hierauf eine Frankiramme im ersten Stock des Fabrikgebäudes montiert wurde. Damit konnten einwandfreie gerammte Frankipfähle erstellt werden, ohne dass Schäden am Gebäude verursacht worden wären. Nur ganz wenige Jahre her sind es, als bei einem umfangreichen Bauprojekt Bohrpfähle mit grossem Durchmesser zum Vorschlag kamen mit einem Kostenbetrag von rd. 900 000 Fr., weil der Baugrund sich für gerammte Pfähle nicht eigne. Angesichts der hohen Summe entschloss sich der Bauherr noch für Vorversuche mit gerammten Frankipfählen. Das Endergebnis war eine Abrechnungssumme für die gesamte Franki-Pfahlfundation, einschliesslich Vorversuche, von 350 000 Fr., das heisst 40 % der Bohrpfahl-Lösung.

Muss aus solchen Erlebnissen nicht zwangsläufig bei den Erstellern der gerammten Frankipfähle eine richtige Zuneigung zu diesem Pfahl erwachsen? Und liegt nicht darin die Erklärung dafür, dass dieser Pfahl trotz seinem 40jährigen Alter noch immer jung und frisch geblieben ist?

### 1. Bohrpfähle der Frankipfahlfirmen

Locher & Cie AG hat bisher nebst dem gerammten Franki-Pfahl und eigenen Varianten hierzu Bohrpfähle nur

1) Referat an der Herbsttagung der Schweiz. Gesellschaft für Bodenmechanik und Fundationstechnik vom 11. November 1960.

mit Rohren von 40 cm Durchmesser erstellt. Das Erdmaterial wird dabei mit Bohrer und Kiespumpe ausgehoben, die Rohre durch Drehen und Belasten oder leichtes Schlagen abgeteuft. Das Betonieren geschieht ähnlich wie beim gerammten Franki-Pfahl. Man war sich von Anfang an bewusst, dass die einfache Einrichtung den Pfahl nur für Arbeiten kleinen Umfangs geeignet macht oder für solche im Inneren von Gebäuden, wo weder Rammen noch grössere Bohrmaschinen montiert werden können.

Vor mehreren Jahren hat die internationale Franki-Gesellschaft in Lüttich eine Maschine für Bohrpfähle mit grossen Durchmessern entwickelt. Bild 1 zeigt die Einrichtung bei der Ausführung von Pfählen von rd. 1,30 m Durchmesser. Mit einem besonderen Greifgerät werden ganz erstaunliche Bohrleistungen erzielt, sowohl im Trockenen als auch unter Wasser. Es arbeitet erschütterungsfrei, da es auf die Wirkung des freien Falles verzichtet. Dies gilt natürlich nur solange, als nicht gemeisselt werden muss. Die brasilianische Frankifirma hat bereits sehr viele Bohrpfähle mit grossem Durchmesser ausgeführt, darunter solche mit 1100 t Nutzlast. Das Betonieren der grosskalibrigen Pfähle erfolgt in wasserhaltigen Böden mit grossen Betonglocken, Tauchrohren oder nach dem Prepkaktverfahren oder mit Betonpumpen. Das einwandfreie Betonieren macht die Bohrpfähle teuer.

Unsere eingehenden und für viele Fälle angestellten Preisvergleiche haben ergeben, dass die gerammten Ortspfähle ganz allgemein in den meisten Fällen wirtschaftlichere Lösungen ergeben, auch mit Berücksichtigung der Ueberkonstruktion. Damit soll nicht in Abrede gestellt werden, dass in einzelnen Fällen Gründe für die Wahl von Bohr-

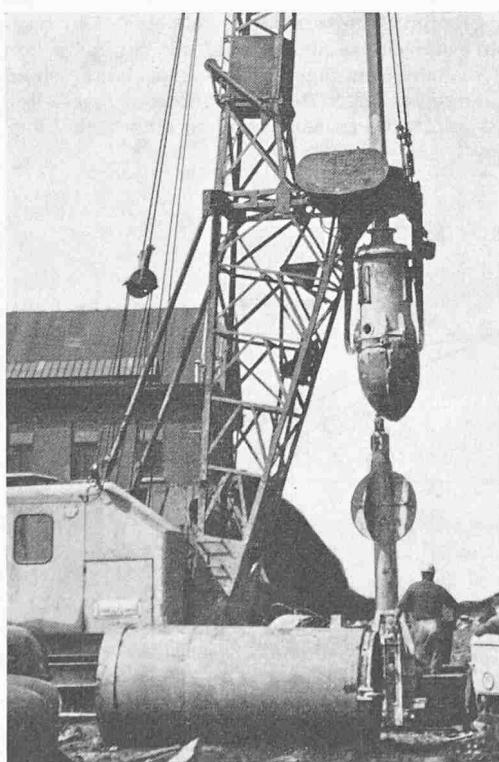


Bild 1. Bohrmaschine für Rohrdurchmesser 1,30 m

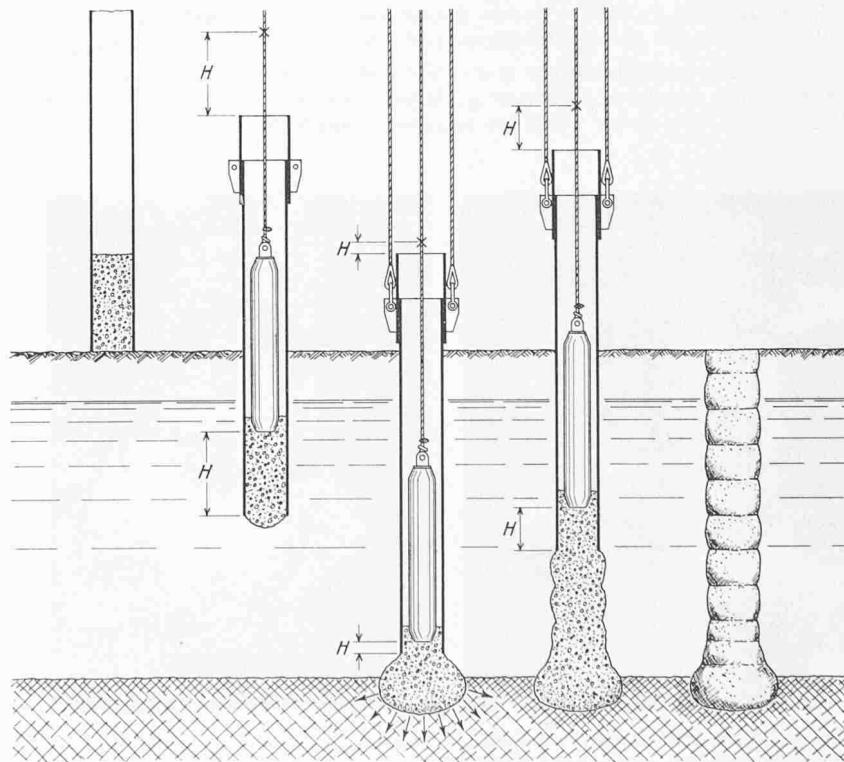


Bild 2. Schema der Herstellung gerammter Frankipfähle

pfählen vorliegen können und dass vor allem mit den grossen Durchmessern neue Möglichkeiten geschaffen werden.

## 2. Der gerammte Franki -Pfahl

### a) Herstellungsverfahren

Die Herstellung des Franki-Pfahles ist aus Bild 2 ersichtlich. Das Abteufen des eisernen Mantelrohres geschieht in der Weise, dass zuerst am unteren Rohrende ein Trocken-gemisch aus Kiessand und Zement durch Stampfen zu einem dichten Ppropfen verfestigt wird. Der im Rohr freifallende Rammbär schlägt auf diesen Ppropfen und zieht dadurch das Rohr ins Erdreich. Das Erdmaterial wird nicht ausgehoben sondern verdrängt. Nach Erreichen der gewünschten Tiefe wird das Rohr durch starke Rückhalteseile am weiteren Einsinken gehindert, und der Ppropfen aus dem Rohr herausgestossen. Er bildet einen ersten Teil des Pfahlfusses. Durch sukzessives Nachfüllen von erdfeuchtem Beton und intensives Stampfen desselben erhält man, unter einem Druck von mehreren hundert Tonnen, die gewünschte kräftige Fussverbreiterung. Damit wird zugleich eine Bodenverdichtung erreicht. Das Ergebnis dieses Vorganges muss in all jenen Fällen, wo eine Verdichtung bzw. Vorbelastung der tragenden Zone als günstig erachtet wird, in einer geringeren Setzung des Pfahlfusses bestehen gegenüber einem blos aufgelegten Fundamentbeton gleicher Fläche. Nach Ausführung des Fusses folgt das Betonieren des Schaftes, indem abschnittweise Beton in das Rohr eingefüllt wird, das Rohr um die entsprechende Höhe gezogen und der Beton sukzessive gestampft wird. Die Höhe des im Rohr sich befindenden Betons wird ständig unter Kontrolle gehalten mittels einer Marke am Bärseil (Mass H in Bild 2).

Ausser der Fussausbildung und der Bodenverdichtung sind mit dem Verfahren folgende Eigenschaften verbunden:

1. der ständige Abschluss des Rohres von A bis Z verhindert Grundbrüche und Lockerungen;
2. es fällt kein Aushubmaterial an, womit sowohl zusätzliche Verschmutzung der Baustelle als auch die Abfuhr in Wegfall kommen;
3. da der Rammbär nicht auf Eisenteile aufschlägt, sondern auf Beton und zwar im Fuss des Rohres, entsteht kein lästiger Lärm. Als auffallendstes Geräusch ist dasjenige des Aufzugkübels zu konstatieren;
4. der Umstand, dass das Rohr nicht gestossen, sondern gezogen wird, scheint die Ursache zu sein, dass selbst bei relativ grossen Fallhöhen keine übermässigen, das heisst, keine schädlichen Erschütterungen auftreten;
5. bei Beginn des Betonierens steht man nicht vor einem mit Wasser und teilweise Schlamm gefüllten Bohrloch wie bei Bohrpählen, wo dieser Umstand besondere Massnahmen er-

fordert, welche sich in den Gestaltungskosten bemerkbar machen;

6. es ist möglich, schiefe Franki-Pfähle 5:1 (mit einer Ramme sogar 3½:1) auszuführen. Ebenso gestattet das Verfahren, die Pfähle einwandfrei mit Längseisen und Spiralen zu armieren;
7. die Einfachheit des Verfahrens gestattet die Ausführung vielerlei Varianten zur Anpassung an Spezialfälle (Einsatz vorfabrizierter Pfähle oder Rohre mit Bitumenanstrich, teilweises Vorbohren usw.).

### b) Ausgegrabene Pfähle

Die Bilder 3 und 4 sind die neuesten fotografischen Aufnahmen, welche wir von ausgegrabenen Franki-Pfählen besitzen. Bei der Herstellung dieser Pfähle hatte niemand eine Ahnung davon, dass sie freigelegt würden. Bild 3 zeigt kurze Franki-Pfähle, welche im Flughafen Kloten für die Erweiterung des Aufnahmegebäudes erstellt wurden. Im Bereich, in dem die Pfahlfüsse zu betonieren waren, betrug der Rammwiderstand rd. 600 t, war also sehr erheblich. Der Grund, weshalb diese Pfähle freigelegt wurden, bestand darin, dass der Architekt nach Erstellen der Pfahlfundation genötigt war, noch einen zusätzlichen Kellerraum zu schaffen.

Bild 4 zeigt einen Pfahlfuss der Baustelle Krankenhaus «Obere Waid» in Zürich, welche sich an einem stark geneigten Abhang befindet. Hier wollte sich die Bauleitung darüber vergewissern, ob die Pfähle nicht etwa in der festen Moräne oder auf Molasseabsätzen stecken geblieben seien. Sie hat das Freilegen eines von ihr gewählten Pfahles veranlasst und war über das Ergebnis höchst befriedigt. Dr. H. Knecht † hat persönlich die Grenze zwischen Moräne und Molasse durch die im Bild sichtbare Kerbe markiert. Der rechnerische Rammwiderstand der letzten Hitze betrug rd. 800 t. Das Verhältnis der Kosten gerammte Frankipfähle : Bohrpfähle war 2:3.

### c) Tragfähigkeit

Die Tragfähigkeit der Franki-Pfähle variiert selbstverständlich je nach Baugrund. Meistens kann eine zulässige Belastung von 80 bis 90 t angenommen werden. Die Pressung zwischen Fuss und verdichteter Unterlage beträgt dabei 10 bis 15 kg/cm<sup>2</sup>. Bild 5 zeigt die Resultate von zwei erst kürzlich durchgeführten Probebelastungen auf der Baustelle Kantonsschule Winterthur. Dort wurden die Franki-Pfähle durch weiche Gehängelehmsschichten hindurch bis auf die Oberfläche einer dichten Schotterschicht getrieben. Der bauleitende Ingenieur wünschte eine Bestätigung der auch von ihm erwarteten kleinen Setzungen, sowie den Unterschied der beiden dort angewandten Rohrdurchmesser feststellen zu können. Die Resultate veranlassten ihn zu einer Erhöhung

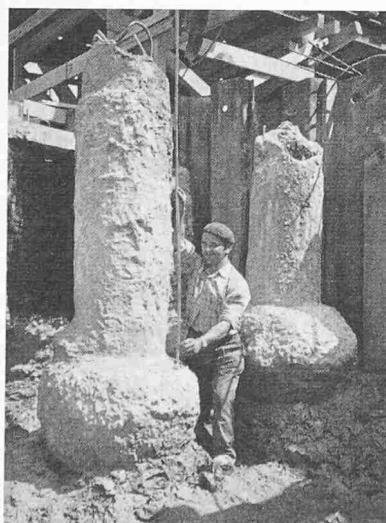


Bild 3. Ausgegrabene Frankipfähle, Erweiterung des Aufnahmegebäudes im Flughafen Kloten

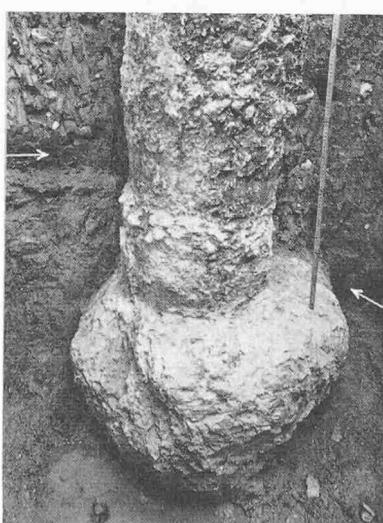


Bild 4. Ausgegrabener Frankipfahl Krankenhaus «Obere Waid», Zürich  
(Photos H. Wolf-Bender's Erben)

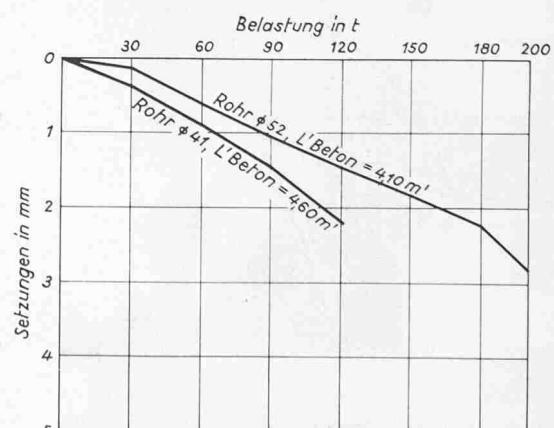


Bild 5. Belastungsproben der Pfähle für die Kantonsschule Winterthur

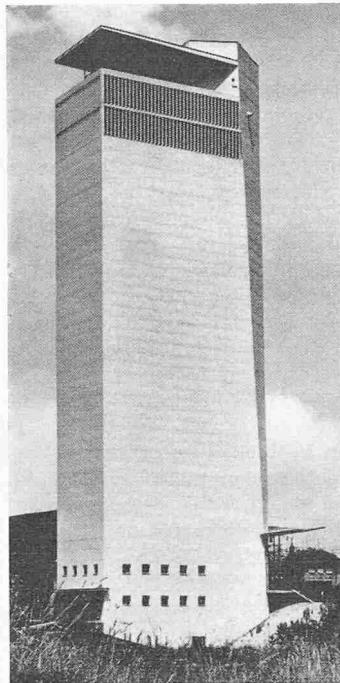


Bild 6. Der 62 m hohe Getreidesilo U. S. A. R. in Renens (Photo M. Vulliemin, Lausanne)



Bild 7. Ramme auf der Baustelle Kantonsschule Winterthur (Photo E. Järmann)



Bild 8. Ramme neben Hochkamin, Buchs/SG (Photo K. Buchmann)

der zulässigen Pfahlbelastung von 90 auf 110 t für die Pfähle mit Rohrdurchmesser  $\varnothing$  52 cm. Die Resultate waren:

Rohr $\varnothing$ 52 cm 4,10 m langer Pfahl	unter 90 t 1,1 mm Pfahlkopfsetzung
	unter 200 t 2,8 mm Pfahlkopfsetzung
Rohr $\varnothing$ 41 cm 4,60 m langer Pfahl	unter 60 t 1,0 mm Pfahlkopfsetzung
	unter 120 t 2,2 mm Pfahlkopfsetzung

Die Belastungsproben wurden selbstverständlich stufenweise mit Abwarten der jeweiligen Ruhezustände durchgeführt. Ebenso erfolgten Zwischenentlastungen. In Bild 5 sind, der Uebersicht halber, für jede Stufe nur die Endsetzungen eingetragen. Die bleibenden Setzungen nach Durchführung aller Belastungszyklen, bezogen auf die erste Ausgangslage, betrugen: Rohr  $\varnothing$  52 cm (nach 200 t) = 0,8 mm; Rohr  $\varnothing$  41 cm (nach 120 t) = 0,5 mm. Diese Ergebnisse wurden ohne Einbindelänge erzielt. Dementsprechend ergaben sich sehr niedrige Kosten, nämlich 186 Fr. für den ganzen Pfahl  $\varnothing$  52 cm, das heisst, Fr. 1.70/t bei Annahme einer zulässigen Belastung von 110 t, das heisst, einer Setzung von weniger als 2 mm.

Etwas anders geartet waren die Bodenverhältnisse bei dem in Bild 6 dargestellten Getreidesilo in Renens. Unter den oberen, sehr weichen, lehmigen Schichten von rd. 4 m Mächtigkeit folgten Sandschichten, welche im Bohrprofil vorwiegend als «sable fluent», teilweise auch als lehmig bezeichnet waren. Der Rammwiderstand nahm ab 4 m Tiefe langsam zu. Die Fundation erfolgte mit 98 Franki-Pfählen von rd. 7 m Länge. Sie wurden gespreizt angeordnet, um die Lasten auf eine möglichst grosse Bodenfläche zu verteilen. Die Belastung je  $m^2$  Bau-Grundrissfläche betrug rd. 45 t/ $m^2$  und je Pfahl 100 t.

#### d) Beurteilung der Tragfähigkeit

Ursprünglich war das einzige Mittel, sich über die Tragfähigkeit eines ausgeführten Frankipfahles Rechenschaft zu geben, eine Belastungsprobe. Anhand der Setzungsdigramme kann die zulässige Belastung entweder durch Wahl einer max. zulässigen Setzung (beim Einzelpfahl) oder durch Wahl eines Sicherheitsgrades in bezug auf die Grenztragfähigkeit festgesetzt werden. Da meistens statisch unbestimmte Bauwerke zu fundieren sind, für welche möglichst starre Fundationen verlangt werden, ist der erste Weg der

häufigere. Auf Grund vieler Vergleiche der Setzungen von Probepfählen mit den beim Einrammen des Rohres gemessenen Eindringungen konnten mit der Zeit für das Frankirammgerät gewisse Beziehungen zwischen Rammeindrang und zulässiger Belastung ermittelt werden. Es ergab sich die Erfahrung, dass in kiesig-sandigen Böden die zulässigen Belastungen in bezug auf die gemessenen Rammeindränge höher angesetzt werden dürfen als dort, wo die Pfähle im Silt oder Lehm abgestellt werden. Zur Beurteilung genügt somit der Zahlenwert des Rammeindranges allein nicht. Trotzdem bildet er die Grundlage und hat sich dessen Messung in der Praxis als überaus nützlich erwiesen. Bei Ausführung der Frankipfähle sind auch Beobachtungen über den Bodenwiderstand zu Beginn und am Ende des Ausstampfens der Fussverbreiterung wertvoll.

Eine gefährliche Fehlerquelle liegt beim Rammen in federnden Böden, wenn nur kleine Fallhöhen des Bären angewendet werden. Unter den 600 in der Schweiz ausgeführten Franki-Pfahlfundationen tanzt ein Extremfall in bezug auf Federung ganz aus der Reihe, indem dort Fallhöhen von  $2\frac{1}{2}$  m zonenweise einen Rammfortschritt von nur 1 mm je Schlag ergaben, das Rohr aber unter der Wirkung jedes einzelnen Schlages momentan 10 bis 20 cm einsank und sich nahezu um das gleiche Mass wieder hob. Die doppelte Fallhöhe bewirkte einen bis 19fachen Rammfortschritt. In solchen Fällen versagen die Rammformeln, ganz besonders bei kleinen Produkten (Bärge wicht  $\times$  Fallhöhe). Es versagen aber nicht nur die Rammformeln, sondern auch Rammssysteme mit engbegrenzten Fallhöhen. Schon seit langem registrieren wir nicht nur die Eindränge der letzten Hiten, sondern beobachten auch die Federbewegung, um zu vermeiden, dass Franki-Pfähle in solchen federnden Schichten mit scheinbar grossen Rammwiderständen abgestellt werden. Im erwähnten Extremfall konnten die gerammten Pfähle nur dank der Anwendungsmöglichkeit sehr grosser Fallhöhen mit Erfolg ausgeführt werden.

Die Wahl der zulässigen Belastung der Frankipfähle vollzieht sich in der Praxis so, dass eine erste Annahme — vor Einsatz der Ramme auf der Baustelle — auf Grund der Bodensondierungen (am besten Rammsondierungen und Schlüsselbohrung) getroffen wird. Hierzu stehen für die Sondiergeräte, die sich eingebürgert haben, unterschiedliche Erfahrungszahlen zur Verfügung. Die definitive Wahl der zulässigen Belastung erfolgt auf Grund der Rammergebnisse

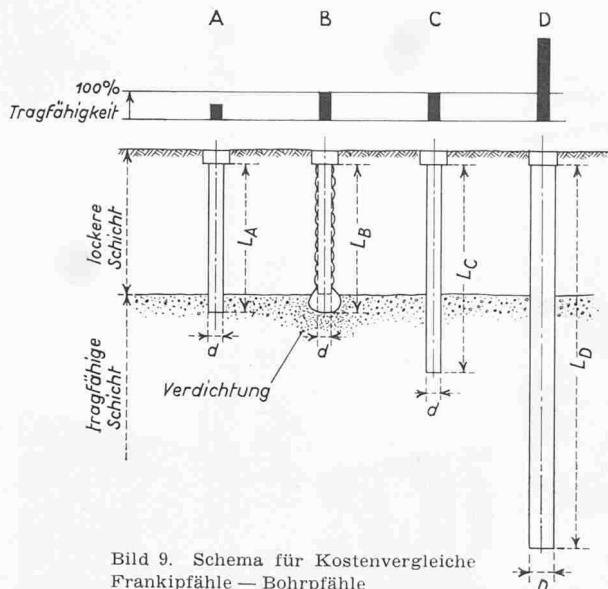


Bild 9. Schema für Kostenvergleiche  
Frankipfähle — Bohrpfähle

beim Einrammen des Frankirohres. Lediglich in Zweifelsfällen müssen Probebelastungen vorgeschlagen werden. Die Stern'sche Rammformel ziehen wir vor allem dann zu Rate, wenn es gilt, sich Rechenschaft zu geben über die Einflüsse verschiedener Bär- und Rohrgewichte sowie über die Energieverluste infolge der Deformationsarbeit.

#### e) 20jährige Erfahrung bezüglich Ramm-Erschütterungen

Bezüglich der sogenannten «Ramschäden» sind zwei Dinge deutlich auseinander zu halten. Erstens die Vibrativen, welche manchmal in Nachbarhäusern in einem Abstand von der Baustelle verspürt werden können, und zweitens die Fälle mit eigentlichen Eingriffen in die direkt anstossenden Nachbarhäuser. Zu diesen zählen Untergrabungen von Brandmauern oder sonstwie Schwächungen von Fundamenten vor oder während der Pfählsarbeiten, ebenso das Rammen von Spundwänden sehr nahe an bestehenden Fundamenten. In solchen Fällen kommt es vor, dass Fundamentflächen unter Brandmauern weggenommen werden und dadurch zusätzliche Setzungen eintreten können. In so geringen Abständen von Bauwerken ist aber auch das Erstellen von Bohrpählern mit ebensogroßen Risiken verbunden, insbesondere in Feinsandböden. Die grössten, dem Referenten persönlich bekannten Setzungen von Nachbargebäuden sind während der Erstellung von Bohrpählern entstanden. Dies trifft zu, obschon er viel mehr Fälle kennt, in denen Frankipfähle an Brandmauern gerammt wurden, als entsprechende Fälle mit Bohrpählern.

Die blossen Vibrativen auf Entfernung führen zu keinen Schäden, was hinsichtlich der Frankirammen mit Ueberzeugung gesagt werden kann. Je genauer und häufiger man die Untersuchungen durchführt, desto deutlicher kommt man zu diesem Schluss. Das verschiedenartige Verhalten der zusammengebauten Baustoffe, Schwinderscheinungen und Temperatureinflüsse erzeugen in den Gebäuden viel grössere Zusatzspannungen und Veränderungen als die minimen Vibrativen.

Würden diese Ausführungen nicht auf langjährigen konkreten Erfahrungen beruhen, könnte man nicht wagen, Arbeiten wie die in den Bildern 7 und 8 dargestellten, auszuführen. Bild 7 zeigt das alte Kantonsschulgebäude in Winterthur neben der Franki-Pfahlbaustelle. Auch hier blieben die über kräftigen Rissen angebrachten Kontrollsiegel intakt. Besonders gewagt erscheint aber die Ausführung von Frankipählern unmittelbar am Rand eines Hochkamin-Flachfundamentes (Bild 8).

#### 3. Kostenvergleiche: gerammte Franki-Pfähle — Bohrpähle

Bei der Wahl der geeigneten Pfahlart werden in den meisten Fällen die Kosten eine ausschlaggebende Rolle spielen. Da für verschiedene Pfahldurchmesser und verschiedene

Pfahlsysteme unterschiedliche Pfahlängen erforderlich sind, um gleiche Setzungen einzuhalten, sind einwandfreie Kostenvergleiche gar nicht so einfach. Selbstverständlich sind auch die Kosten der Ueberkonstruktionen zu berücksichtigen, wobei grosse Einzellasten im allgemeinen Pfähle mit grossem Tragvermögen begünstigen, im Gegensatz zu Wandlasten. Bild 9 zeigt, was beim Vergleich der eigentlichen Pfahlkosten zu beachten ist. Die beiden mittleren Pfähle B und C stellen einen Franki-Pfahl von der Länge  $L_B$  und einen Bohrpahl gleichen Durchmessers von der grösseren Länge  $L_C$  dar, welche die gleiche Tragfähigkeit aufweisen. Der Bohrpahl A ganz links mit dem selben Durchmesser und der Länge  $L_B$  hat eine kleinere Tragfähigkeit, weil der verbreiterte Fuß und die Verdichtung fehlen. Mit dem Bohrpahl D ganz rechts dagegen kann eine höhere Tragfähigkeit erzielt werden. Er weist sowohl einen grösseren Querschnitt als auch eine grössere Länge auf.

Der Vergleich zwischen den Pählern B und D durch Versuchspähle auf der selben Baustelle war bisher erst einmal möglich. Das Resultat bestand darin, dass der Bohrpahl mit um rd. 60 % grösserem Rohrquerschnitt und um rd. 30 % grösserer Länge, das heisst, zirka doppelten Kosten gegenüber dem Franki-Pfahl, noch keine bessere Tragfähigkeit aufwies als der Franki-Pfahl. Unter 60 t waren die Setzungen beider Pähle gleich, unter 90 t beim Bohrpahl um 15 % geringer und unter 150 t beim Franki-Pfahl um 15 % geringer.

## Buchbesprechungen

**Momenten-Einflusszahlen für Durchlaufträger mit beliebigen Stützweiten.** Von H. Graudenz. 3. Aufl. 90 S. mit 80 Zahlentafeln und 14 Abb. Berlin 1960, Springer-Verlag. Preis geb. DM 7.50.

In Tabellen geordnet werden von durchlaufenden Trägern die Stützenmomente vorgelegt, die sich ergeben, wenn über einer der Innenstützen ein Moment  $M = 1$  angebracht wird. Dem Gedanken der Cross-Methode folgend, erhält man mit diesen Stützenmomenten nach Multiplikation mit dem tatsächlich vorhandenen Knotenrestmoment — und nachdem man dies für jede Innenstütze durchgeführt hat — die endgültigen Stützenmomente durch Summation an jeder Stütze. Die zu Recht unbeliebte Zahenschreiberei beim Momentenausgleich nach Cross wird so umgangen. Die Tabellen umfassen Träger mit 2, 3 und 4 Feldern, und zwar jeweils mit einer genügenden Anzahl von verschiedenen Verhältnissen der reduzierten Stützweiten  $l/J$  der einzelnen Felder, wobei das Trägheitsmoment als feldweise konstant vorausgesetzt wird. Sie erlauben eine rasche und genügend genaue Berechnung der Stützenmomente von durchlaufenden Balken unter beliebigen Lasten. Für gleichmässig verteilte Belastung sind die Tabellenwerte noch weiter spezialisiert worden, wodurch die Berechnung des Knotenrestmomentes entfällt und die Rechnung besonders einfach wird. Mit Hilfe eines kleinen Kunstgriffs wird bei nur wenig grösserem Rechenaufwand der Anwendungsbereich der Tabellen auf beliebige Felderzahl erweitert. — Das Buch kann für die Arbeit im Büro bestens empfohlen werden.

Jörg Schneider, dipl. Ing., Ass. ETH, Zürich

**Druckstollenbau.** Von Alois Kieser. 218 S., 135 Abb. Wien 1960, Springer-Verlag. Preis geb. Fr. 55.30.

Wenn ein guter Kenner des Druckstollenbaues uns seine reiche Erfahrung in Buchform in die Hände legt, muss dies als ein seltener Glücksfall bezeichnet werden. Eine Durchsicht des Literaturverzeichnisses zeigt nämlich, dass mit einer Ausnahme die umfassenderen Werke aus den zwanziger Jahren datieren. Dabei sind gerade in den letzten Jahren im Stollen- und Tunnelbau ganz enorme Fortschritte zu verzeichnen, die es sicher rechtfertigen, dass über die neuesten Erfahrungen auf diesem Gebiete ausführlich berichtet wird.

Im vorliegenden Buch behandelt der Verfasser alle mit der Auskleidung von Druckstollen zusammenhängenden Probleme. Die vielen Beispiele aus der Praxis vermitteln in lebendiger Weise die Verbindung zwischen dem theoretischen