

Fundation eines Hochhauses mit geramnten Ortsbetonpfählen System Züblin-Alpha

Autor(en): **Ferrario, F.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **79 (1961)**

Heft 13

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-65491>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

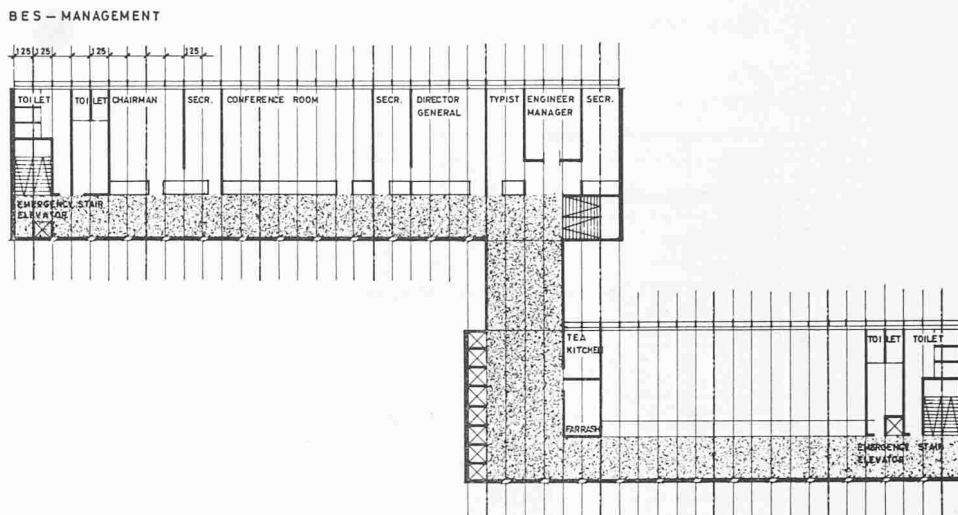
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

2. Die klare Anordnung der verschiedenen Abteilungen auf den Stockwerken ergibt gute innere Verbindung und Beziehung.
3. Die Orientierung ist befriedigend.
4. Die Stellung des Gebäudes in bezug auf Sicht ist ausgezeichnet.
5. Die eigenwillige Vertikalkomposition der Baukörper gibt eine grosse Beweglichkeit in der Nutzung des Gebäudes. Immerhin geben die Lage und die Dimensionen der Korridore und Querverbindungen in den erhöhten Blocks Anlass zu Zweifel in bezug auf die Wirtschaftlichkeit.
6. Eine klare Anlage der Haupteingänge. Der Publikums-Eingang zur Kassa-Halle und zur Auskunftsabteilung liegt an der Al-Wathba-Strasse. Der Eingang für die Direktion sowie für das höhere Personal liegt auf der Seite der Naaman-Strasse. Der Zugang für das übrige Personal und Warenannahmen liegen unter der erhöhten Terrasse. Treppenhäuser, die zu den auf der erhöhten Terrasse angeordneten Eingängen führen, sind an der Al-Wathba-Strasse und der Al-Khaizaran-Strasse vorgesehen. Eine Rampe für Autos und Fussgänger, die zu der erhöhten Terrasse führt, ist von der Al-Naaman-Strasse her in Aussicht genommen. Das Preisgericht schätzt die Klarheit der Eingänge, beanstandet aber die Abtrennung des Beamteneinganges vom Publikums-eingang. Dies kann zu Verwirrungen führen und muss bei der Ausführung verbessert werden.
7. Eine kräftige und klare architektonische Haltung des ge-



Das 10. Hochhaus-Geschoss, Masstab 1:500

deckten Raumes durch geometrische und regelmässige Gestaltung der grossen erhöhten Terrasse, welche die ganze Parkfläche deckt, zeichnen das Projekt aus. Der einfache Umriss der erhöhten Terrasse überwindet den Nachteil, der in der Unregelmässigkeit des Grundstückes liegt. Unter dem grossen Dach fliesst der Verkehr leicht, und die vielen Parkierungsplätze sind gut erreichbar. Hier sind auch die Liefereingänge und Warenzufuhr, verbunden mit den Lifts, wie auch der Eingang für die Zählerableser und das Hausreinigungspersonal, welche die Räume nur stundenweise benutzen. Die Pfeiler des Gebäudes sind gut in die Anordnung der Pfeiler der erhöhten Terrasse eingegliedert.»

Fundation eines Hochhauses mit gerammten Ortsbetonpfählen System Züblin-Alpha

Von F. Ferrario, Bauingenieur in Firma Ed. Züblin & Cie. A.G., Zürich¹⁾

DK 624.154.34

Die Bau- und Holzarbeitergenossenschaft (BAHOGE) erstellte 1957/59 im Rahmen der Gesamtüberbauung Hirzenbach in Zürich-Schwamendingen ein Hochhaus mit 20 Geschossen. Dieses steht 200 m südöstlich der Kreuzung Winterthurer-Ueberlandstrasse und 200 m südlich der Glatt. Nach Angabe von Ing. W. von Ins, welcher die Ingenieurarbeiten ausführte, ist das Gebäude durch folgende Hauptdaten charakterisiert: Höhe über Boden 53 m, Kellertiefe 2½ m, Grundriss 16 × 21 m bzw. 336 m², Gebäudelast 9000 t, Flächenbelastung 2,7 kg/cm².

Die allgemeinen Baugrundverhältnisse der Glattebene im Gebiet Schwamendingen sind gekennzeichnet durch starke Wechsel der Bodenschichten und deren Tragfähigkeit sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung. Ing. W. Schaad hat hierüber bereits an der Tagung 1958 in seinem Vortrag über die Plattenfundation des ersten Backstein-Wohnturmes berichtet. Letzterer steht weiter südlich in rund 200 m Distanz (s. SBZ 1959, H. 21, S. 331).

Zur Abklärung der örtlichen Baugrundverhältnisse wurden am Standort des Hochhauses 13 Rammsondierungen und eine 35 m tiefe Bohrsondierung ausgeführt. Bild 1 zeigt einige typische Rammwiderstandsdiagramme, welche dem Schlussgutachten von Dr. A. von Moos entnommen sind. Bei den unverrohrten Rammsondierungen steigen die Widerstände in 4 bis 5 m Tiefe sukzessive an und erreichen in 6 bis 9 m Tiefe Werte von über 300 kg/cm², so dass die Sondierungen abgebrochen wurden. Die verrohrte Rammsondierung zeigt erst in 12 m eine eindeutige Zunahme der Rammwiderstände. Die Ergebnisse der Bohrsondierung waren dagegen wesentlich ungünstiger. Nach den ersten 5 m schien ausschliesslich locker gelagertes, fein- bis schlammiges

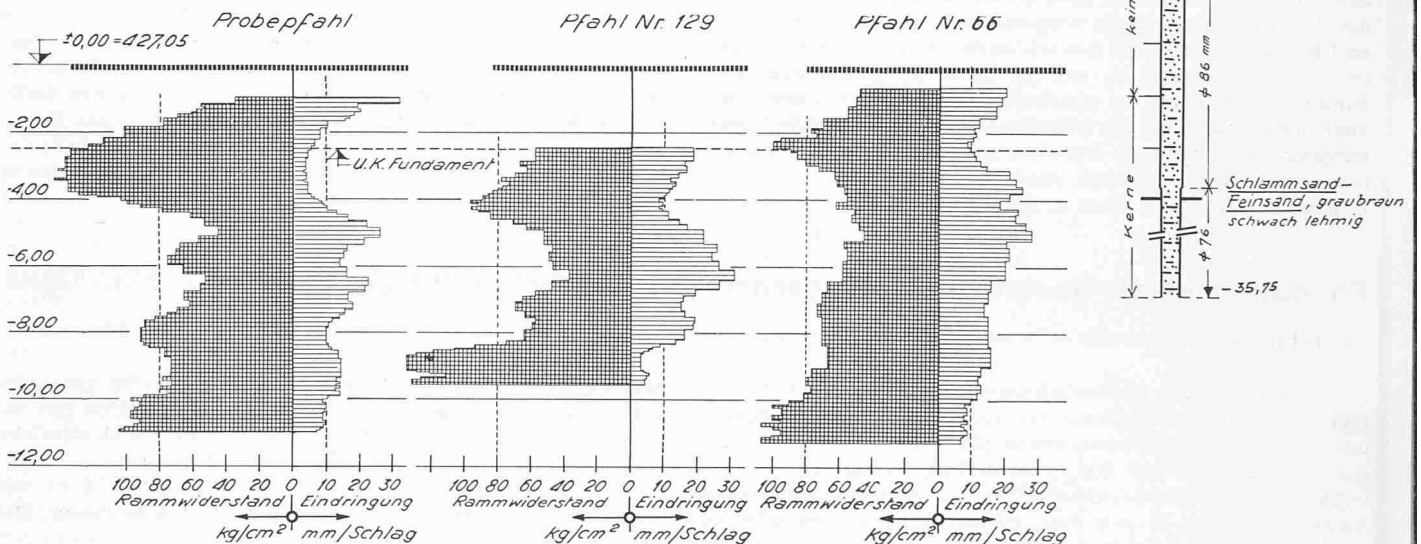
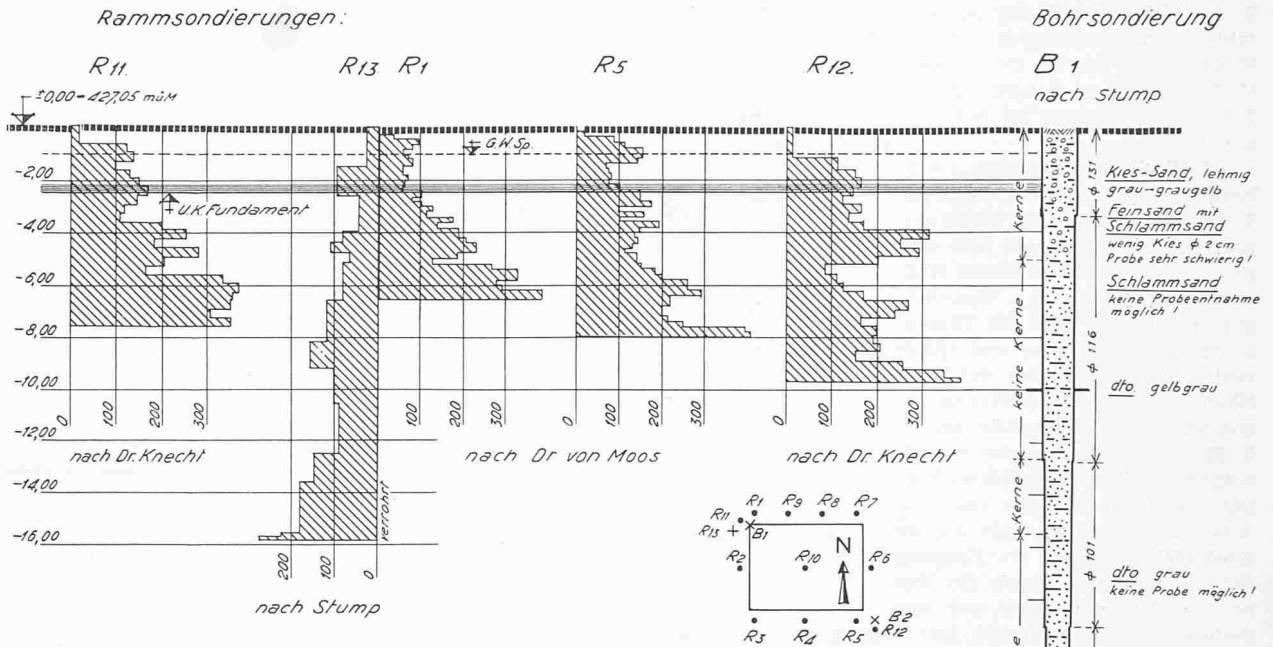
Material vorhanden zu sein. Kernentnahmen waren aber sehr schwierig. Sie konnten erst ab 25 m Tiefe einwandfrei gewonnen werden. Trotz gewisser systembedingter Widersprüche zeigen jedoch alle Sondierergebnisse, dass unter dem projektierten Kellerboden mindestens die ersten 2 bis 4 m aus lockeren, unregelmässig gelagerten Schichten bestehen. Bei einer hochliegenden Fundamentplatte mit Bodenpressungen von mehr als 2 kg/cm² wären jedenfalls grosse ungleichmässige Setzungen zu erwarten gewesen, die bei einem schlanken Hochhaus nicht ohne weiteres verantwortet werden konnten.

In diesem Gebiet der Glatt hatten sich andererseits Fundationen mit gerammten Ortsbetonpfählen bei zahlreichen grösseren Bauten und ähnlichen Bodenverhältnissen sehr gut bewährt. Bauseits wurde deshalb beschlossen, vor der endgültigen Entscheidung noch einen Ortsbeton-Probepfahl ausführen und belasten zu lassen. Da bei der Bohrsondierung trotz kleinem Rohrdurchmesser Grundbruch aufgetreten sein musste, kam nur ein Pfahlssystem in Frage, welches bei der Herstellung diese Gefahr möglichst ausschloss.

Gewählt wurde das System Züblin-Alpha. Die Rammapparatur und der Herstellungsvorgang dieses Systems sind in Bild 2 schematisch dargestellt. Der Name Alpha bezieht sich auf Form und Verwendung des inneren Ramm-, Betonier- und Stampfrohres d und ist durch belgisches Patent geschützt. Konstruktion und Art der Verwendung wurden durch die Firma Züblin den hiesigen schwereren Rammbedingungen angepasst (Bilder 8 bis 11).

Die hohe Tragfähigkeit dieser Pfähle, besonders in Sedimentböden, beruht in erster Linie auf der Ausbildung einer Pfahlfussverbreiterung. Ausschlaggebend ist, dass die sogenannte Zwiebel in geeigneter Bodenschicht, mit einer Grösse, welche der Last und dem Boden-Verdrängungswiderstand

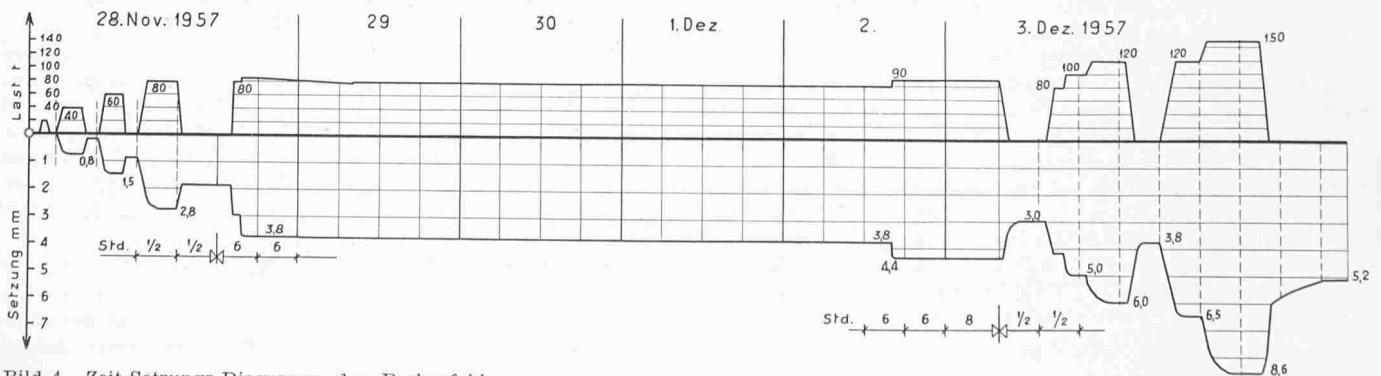
¹⁾ Vortrag an der Tagung der Schweiz. Gesellschaft für Bodenmechanik und Fundationstechnik vom 18. Nov. 1960 in Solothurn.



angepasst ist, hergestellt wird. Die Ausweitung darf nicht durch Bohrung, Lockerung und Entnahme, sondern muss durch Verdrängung, Verdichtung und Verfestigung des umliegenden Bodens erzielt werden. Diese Bedingungen werden auf der Baustelle nur dann routinemässig erfüllt, wenn dem Rammpersonal zuverlässige Instrumente und geeignete Verfahren zur Verfügung stehen. Bei der Entwicklung des

Systems Züblin-Alpha ist diesen Voraussetzungen wie folgt Rechnung getragen:

1. Zum Einrammen wird ein Freifallhammer verwendet. Lage, Widerstand und Stärke der einzelnen Bodenschichten lassen sich durch seine Verwendung unmittelbar und eindeutig auf Grund der Rammeneindringungen bei konstanter Rammarbeit erkennen. Explosionshämmer, wie sie auch beim



Alphasystem in Belgien benutzt werden, haben sich in unseren inhomogenen Böden weniger bewährt. Da diese Hämmer in festen Schichten besser arbeiten, besteht die Gefahr, dass die Rammung gerade in einer lockeren Partie beendet wird.

2. Beim Austreiben des Betons ist häufig grössere Rammarbeit erforderlich als beim Rammen. Damit die Mannschaft diese Arbeit nicht aus Angst vor Schäden unterlässt, ist die Apparatur entsprechend robust konstruiert. Reparaturanfällige Elemente wurden auf Grund der Erfahrungen ausgetauscht, so der Ventilstössel bereits Ende der 30er Jahre und der massive Holzstössel 1954.

3. Die maschinelle Ausstattung erlaubt, dank Verwendung von Freifallhammer und Seilwinden, eine jederzeit beliebige Verstärkung oder Abschwächung von Stampfarbeit und Rohrzug. Beim Erstellen der Zwiebel und des Schaftes kann wechselndem Verdrängungswiderstand des Bodens sofort Rechnung getragen werden.

4. Für die Pfahlfussverbreiterung wird schwach erdfechter Beton verwendet, da erfahrungsgemäss in den meisten Böden mit plastischem Beton keine planmässige Lage und Grösse der Zwiebel erzielt werden kann.

5. Das Mantelrohr und der Stössel sind verschieden lang. Die Längendifferenz ist so gewählt, dass nach Beendigung des Ausstampfens im Mantelrohr stets ein Betonzapfen verbleibt. Seine Höhe genügt in Böden normaler Durchlässigkeit zur Verhinderung von Grundbruch. Sie wird bei stärkerem Auftrieb vergrössert. Der jedermann und jederzeit sichtbare Stösselüberstand erlaubt hierbei eine einfache Kontrolle und gewährleistet die Einhaltung der erforderlichen Zapfenhöhe.

Die Pfahlschäfte normaler unarmerter Ortspfähle werden nach den selben Grundsätzen ausgeführt. Es wird jedoch etwas feuchter Beton verwendet, und weniger gestampft.

Armierte Schäfte werden mit plastischem Beton hergestellt, da das Stampfen mit Rücksicht auf die Armaturn auf ein Minimum beschränkt werden muss. Beim Einbringen der Armaturn besteht in Böden mit grossem Auftrieb erhöhte

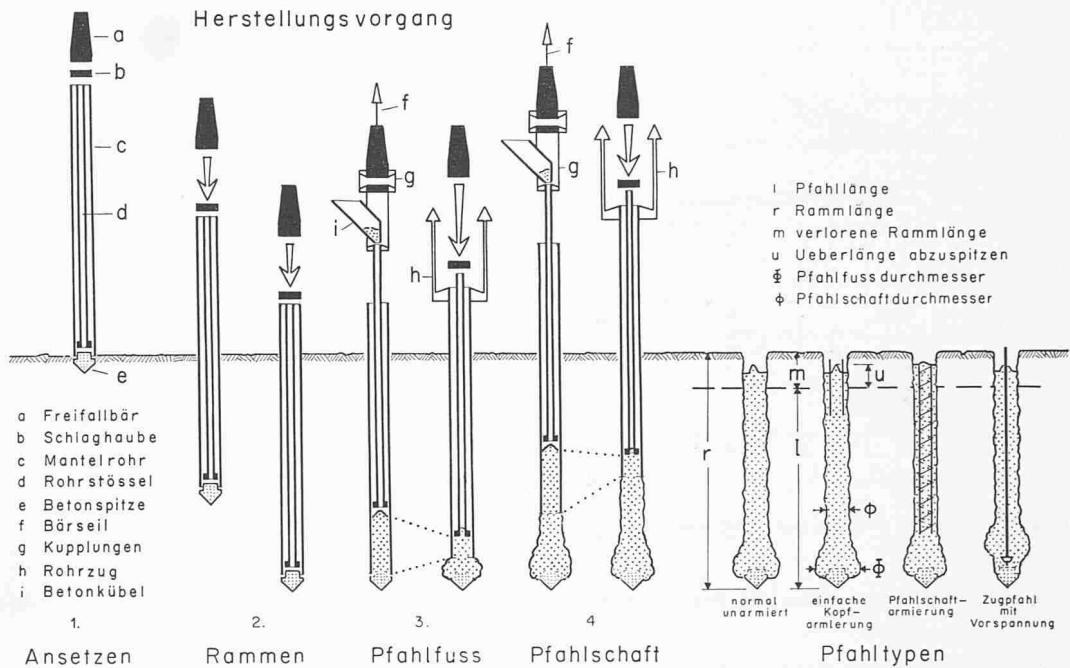


Bild 2. Herstellung von Alpha-Pfählen, Schema und charakteristische Werte

Grundbruchgefahr. Mit dem System Alpha können auch *Zugpfähle* mit zentraler Vorspannung ausgeführt werden. Bei zwei Probelastungen wurden, anstelle von 160 t Auflast, je 4 Pfähle mit je 40 t Zug verwendet.

Bei der Herstellung der Alpha-Pfähle ergaben sich bisher keine Anstände wegen zu grossem *Lärm*, obwohl auch in dicht besiedelten Stadtquartieren gerammt wird. In Anbetracht der aktuellen Antilärmpropaganda sind verschiedentlich direkt betroffene Anwohner über ihre Wahrnehmungen befragt worden. Ueberraschenderweise wurde durchwegs der normale Baulärm des nachfolgenden Rohbaues als wesentlich unangenehmer und störender bezeichnet. Besonders beanstandet werden die vielen Zu- und Abtransporte von Material durch Lastwagen sowie der Betrieb grösserer Betonmischer (dieser Punkt spricht nicht zu Gunsten aller neueren Fundationsmethoden, welche teilweise bei gleichwertiger Ausführung mindestens fünfmal mehr Fuhren erfordern).

Je nach den Bodenverhältnissen und der Konstruktion bestehender Bauten können *Rammerschütterungen* manch-

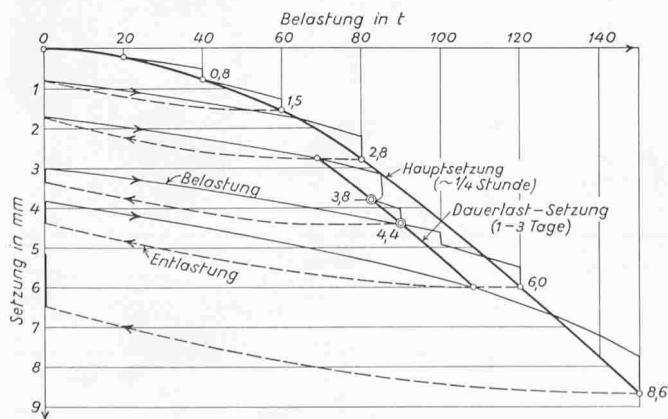


Bild 5. Last-Setzungs-Diagramm des Probelpfahls

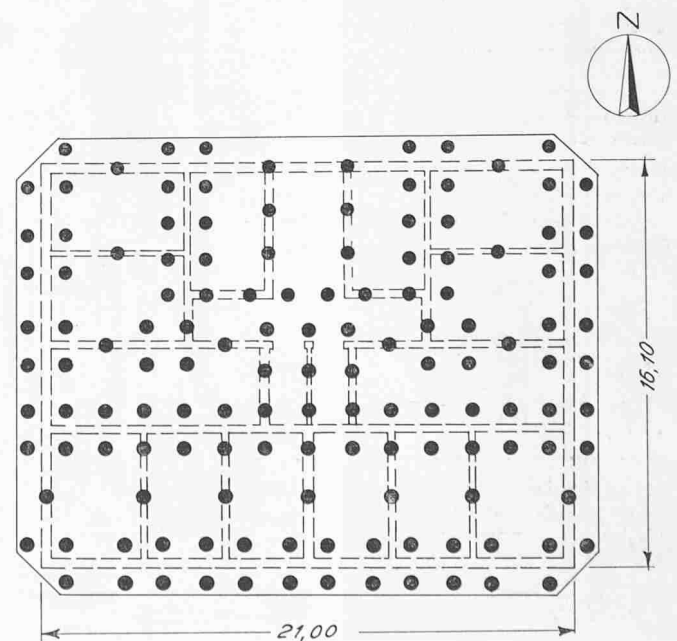


Bild 6. Anordnung der Pfähle im Grundriss des Hochhauses Masstab 1:300

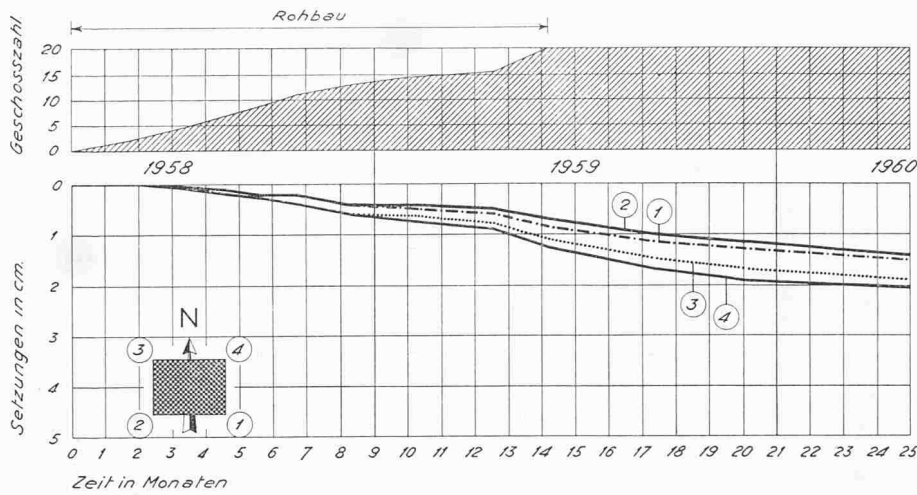


Bild 7. Zeitlicher Verlauf der Setzungen des Hochhauses, gemessen an den Ecken 1 bis 4

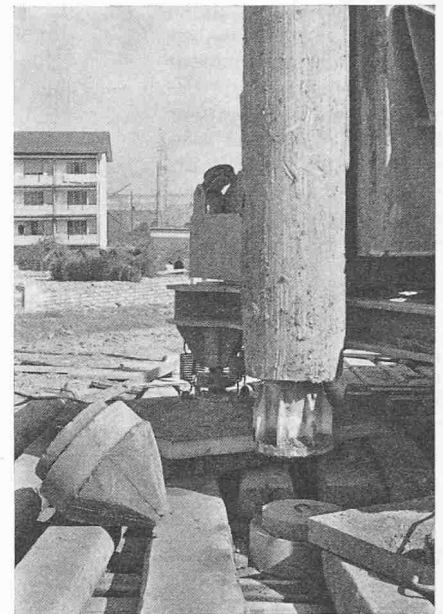


Bild 8 (rechts). Betonspitze und Fuss des Stößels

mal nicht vermieden werden. Mit dem System Alpha wurde aber auch unter ungünstigen Bedingungen direkt anschliessend an Brandmauern gepfählt. Hierbei waren selbst Bagatellschäden selten. In bebauten Gebieten sind die örtlichen Verhältnisse selbstverständlich zu prüfen und eventuell Befundaufnahmen zu machen. Nötigenfalls müssen geeignete Sicherungsmassnahmen vorgesehen werden. Bisher haben sich jedoch anfängliche Befürchtungen immer als unbegründet oder übertrieben erwiesen. Hierfür spricht die Tatsache, dass bei Anwendung dieses Systems noch keine Pfählungsarbeit, weder wegen Erschütterungen oder gar Setzungserscheinungen, noch wegen Lärm unterbrochen, geschweige denn eingestellt werden musste.

Der *Probepfahl* für das Hochhaus der BAHOGGE wurde am 22. November 1957 hergestellt. Bild 3 zeigt die bei diesem

und bei zwei weiteren Pfählen erhaltenen Eindringungs- und Widerstandsdiagramme. Die mit schwerem Rammgerät erhaltenen Resultate stimmen mit den Ergebnissen der verrohrten Rammsondierung besser überein und bestätigen das Vorherrschen sehr lockerer Schichten in 3 bis 9 m Tiefe. Die Probelastung konnte dank Verwendung von Spezialzement bereits nach 7 Tagen beginnen. Sie wurde mit stufenweiser Steigerung der Last und mit Zwischenentlastungen wie üblich durchgeführt. Im Zeit-Setzungsdiagramm (Bild 4) ist ersichtlich, dass die Hauptsetzungen selbst bei hohen Laststufen jeweils rasch abklingen. Unter der Dauerlast von 80 und 90 t während vier Tagen vergrösserte sich die Setzung noch um das Mass von 1 mm. Am Schluss des Versuches wurde die Last auf 150 t gesteigert. Bereits 15 Minuten nach Erreichen dieser Stufe war die Hauptsetzung mit

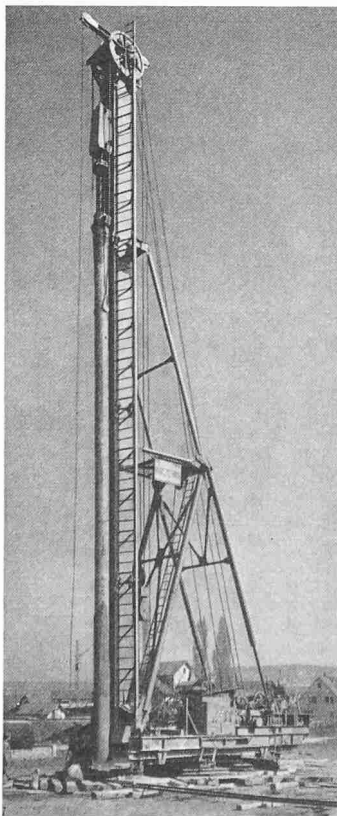


Bild 9. Die Züblin-Alpha-Ramme (auf einer anderen Baustelle)

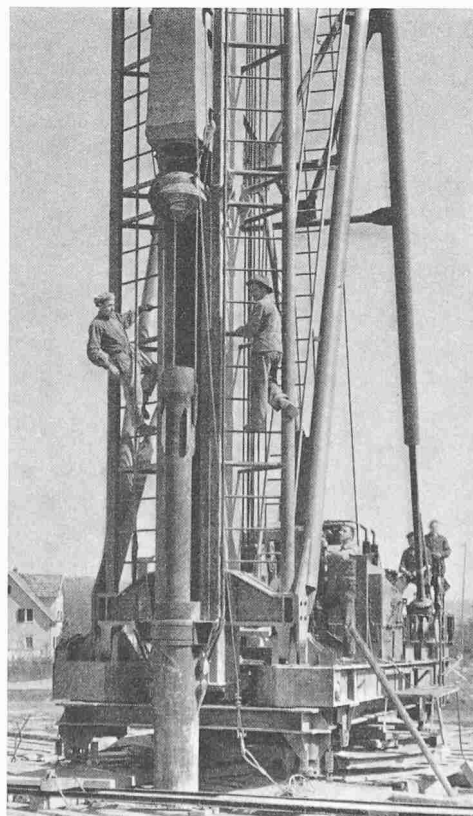


Bild 10. Freifallhammer, Schlaghaube, Mantelrohr- und Stößel-Aufhängung

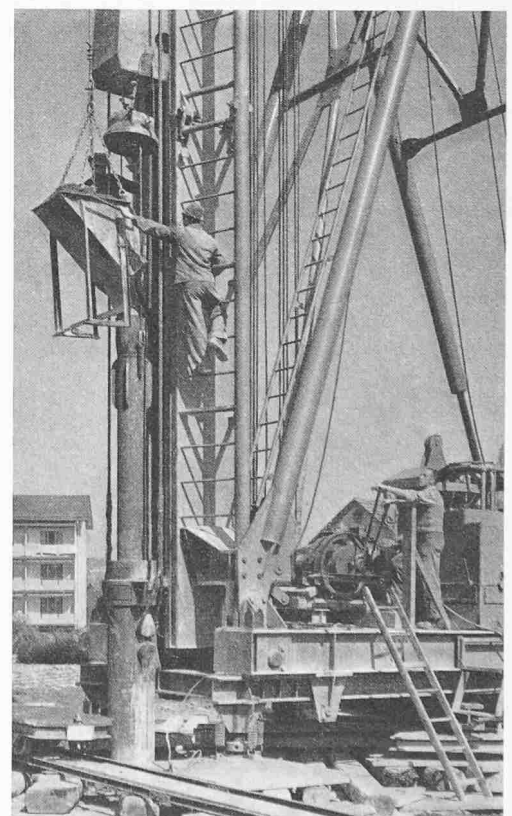


Bild 11. Betonkübel in Einfüllstellung

8,6 mm beendet. Nach den Entlastungen betragen die bleibenden Setzungen infolge Dauerlast 3 mm, infolge der Endlast von 150 t rd. 5 mm. Diese relativ grossen Werte, sowie das rasche Abklingen der Setzungen deuten auf schwach vorbelasteten Boden mit wenig bindigem Material hin. Das Last-Setzungsdiagramm (Bild 5) zeigt den sehr regelmässigen und unter sich ähnlichen Verlauf aller Belastungs- und Entlastungskurven. Bei 150 t ist der kritische Punkt mit progressiver Setzungszunahme noch nicht erreicht.

Das Ergebnis der Probelastung war somit für den Einzelpfahl sehr günstig. Für die Fundation des Hochhauses musste selbstverständlich eine extreme Pfahlgruppenwirkung berücksichtigt werden. Hierbei können erfahrungsgemäss bis 10 mal grössere Setzungen entstehen. Bei Pfahllasten von rund 70 t waren somit rd. $10 \times 3 \text{ mm} = 30 \text{ mm}$ zu erwarten. Bei einer reinen Plattenfundation in Kellerbodentiefe hätte man mit einem wesentlich höheren Wert infolge grosser Setzung der oberen lockeren Schichten rechnen müssen. Deshalb wurde bauseits endgültig die Ausführung einer Pfahlfundation beschlossen.

Für das Hochhaus wurden 137 Pfähle mit einer mittleren Länge von 8,5 m hergestellt. Die Lasten betragen i. M. 65 t. Sie steigen in den Randpfählen bei Wind auf 80 t. Bei der Pfahlanordnung (Bild 6) wurde als minimaler Axabstand 1,5 m (gleich dem dreifachen Schaftdurchmesser) möglichst nicht unterschritten. Die Schwerpunkte der einzelnen Pfahlgruppen sind in die Resultierenden der auf sie entfallenden Wandlasten gelegt. Die Ausführung der Pfählung bot keine besonderen Schwierigkeiten. Mit etwas zahlreichen Unterbrüchen wegen ungünstiger Witterung und den Feiertagen konnten die Pfählungsarbeiten am 7. Februar 1958 beendet werden.

Bereits während des Rohbaues wurde mit *Setzungsmessungen* (Bild 7) begonnen. Aus dem Verlauf der Setzungen sind die Bauverzögerungen im Winter 1958/59 sowie das Roh- und Innenausbauende durch ein jeweiliges Abklingen erkennbar. Die der Glatt näherliegenden Ecken 3 und 4 haben sich mehr gesetzt. Diese Setzungen beginnen aber früher und stärker abzuklingen. Bei der letzten Messung im Mai 1960, rund zwei Jahre nach Baubeginn, bzw. sechs Monate nach Bezug, betrug die mittlere Setzung 17 mm, d. h. rd. 6 mal mehr als die entsprechende Setzung des Probepfahles. Ecke 4 hat sich mit 20 mm am stärksten gesetzt. Rechnerisch ergibt sich eine Schrägstellung von 0,3 ‰ oder eine Lotabweichung von rd. 1,8 cm auf 53 m Höhe.

Der Vergleich mit Messungen beim ersten Hochhaus mit Plattenfundation beweist einerseits, dass die Wahl einer Pfahlfundation beim zweiten Hochhaus richtig war, sind doch, trotz Ausschaltung der lockeren oberen Schichten, die entsprechenden mittleren Setzungen bei der Pfahlfundation rund 20 % geringer. Andererseits werden die bisherigen Erfahrungen bei Fundationen in diesem Gebiet bestätigt, wonach, speziell in grösserer Nähe der Glatt, die Tragfähigkeit der oberen Deckschichten innerhalb kurzer Strecken stark variiert. Es finden sich längs der Glatt abwechselnd Plattenfundationen auf hoch gelegenen Kiessandbänken und Linsen, teils Pfahlfundationen, abgestellt auf tragfähige Schichten in Tiefen von 3 bis 15 m. Setzungsschäden bei älteren normal fundierten Gebäuden zeigen jedoch, dass bei nicht eindeutigen Sondierergebnissen und bei hohen Bodenpressungen Pfahlfundationen in diesem Gebiet geeigneter sind. Seither wurde unmittelbar an der Kreuzung Winterthurer-Ueberlandstrasse ein drittes Hochhaus gebaut, welches ebenfalls mittels Ortsbetonpfählen Züblin-Alpha fundiert ist.

Adresse des Verfassers: Ing. F. Ferrario bei Ed. Züblin & Cie. AG, Okenstr. 4-6, Zürich 10/37.

Beachtenswerter Bundesgerichtsentscheid zu einem tödlichen Arbeitsunfall DK 347.513

Am 9. Mai 1956 verunfallte der Chefsingenieur und Leiter einer Kraftwerk-Baustelle bei einer Stollenbesichtigung tödlich. Er hinterliess eine Witwe sowie zwei Kleinkinder, denen die SUVA den gesetzlichen Rentenanspruch zuerkannte. Die



Bild 12. Südwestseite des Hochhauses der «Bahoge»

Personalfürsorgestiftung der Arbeitgeberin liess der Witwe durch die «Basler Lebensversicherungsgesellschaft» die reglementarische Abfindungssumme auszahlen. Ferner richtete die «Unfall Winterthur» gestützt auf eine von der Arbeitgeberin abgeschlossene Unfallversicherung das doppelte anrechenbare Jahresgehalt des Ingenieurs an die hinterbliebene Ehefrau aus. Die Arbeitgeberin selbst übernahm die Bestattungskosten und gewährte den Erben einen Besoldungsnachgenuss für vier Monate; weitergehende Leistungen lehnte sie ab unter Hinweis darauf, dass sie die Prämien für die SUVA und die Unfallversicherung gänzlich und für die Personalfürsorgeleistungen teilweise aufgebracht habe.

Die Erben belangten daraufhin die Arbeitgeberin für den entstandenen Versorger Schaden, soweit er durch Versicherungsleistungen nicht gedeckt war, und auf Schadenersatz wegen nicht richtiger Erfüllung eines Versprechens auf Abschluss einer Unfallzusatzversicherung. Das letztere Begehren stützte sich auf eine Bestimmung im Geschäftsreglement der beklagten Arbeitgeberin, das Bestandteil des Dienstvertrages gebildet hatte, und worin sich jene verpflichtete, ihre Angestellten bei der SUVA obligatorisch und ausserdem durch eine Zusatzversicherung bei der Schweizerischen Unfallversicherungsgesellschaft «Winterthur» zu versichern. Die Arbeitgeberin hatte eine solche Zusatzversicherung für den Chefsingenieur der Baustelle zwar abgeschlossen, jedoch, wie für gewöhnliche Angestellte, lediglich im Umfange eines zweifachen Jahresallärs, während sie ihre Prokuristen und Direktoren zu einer wesentlich höheren Summe zu versichern pflegte.

Das Bezirksgericht Zürich, das in erster Instanz zu urteilen hatte, wies die Klage auf Ersatz des Versorger Schadens ab, weil sich die Erben des Ingenieurs nicht auf allfällige Werkmängel berufen könnten, hiess dagegen den Anspruch aus dem Dienstvertrag gut. Es verpflichtete die Arbeitgeberin, den Erben des Ingenieurs die Differenz zwischen der für Direktoren und Prokuristen gültigen Versicherungssumme und dem von der «Unfall Winterthur» ausgerichteten doppelten Jahresgehalt nachzuzahlen unter Anrechnung des gewährten Besoldungsnachgenusses.