Schlitzpfähle: spezielle Anwendungen des Schlitzwandverfahrens bei Bauarbeiten im Hauptgebäude der SKA in Zürich

Autor(en): **Huber, Hanspeter**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **96 (1978)**

Heft 48

PDF erstellt am: **25.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-73794

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

HERAUSGEGEBEN VON DER VERLAGS-AKTIENGESELLSCHAFT DER AKADEMISCHEN TECHNISCHEN VEREINE, 8021 ZÜRICH, POSTFACH 630

Schlitzpfähle

Spezielle Anwendung des Schlitzwandverfahrens bei Bauarbeiten im Hauptgebäude der SKA in Zürich

Von **Hanspeter Huber**, Zürich

Zu Beginn der fünfziger Jahre fasste die *Schweizerische Kreditanstalt* (SKA) den Entschluss, die prachtvolle Fassade ihres *Hauptgebäudes am Paradeplatz* in *Zürich* zu renovieren. Bedingt durch verschiedene grössere bauliche Veränderungen und einer viel intensiveren Nutzung des Gebäudes drängte sich dann im Jahre 1976 auch eine *Sanierung der alten ungenügenden Fundation* auf. Gleichzeitig benötigten die neuen komplexen technischen Anlagen und Installationen der Bank beträchtlichen zusätzlichen Raum, der in dem vor über 100 Jahren erstellten Gebäude nicht vorhanden war. Die naheliegende Lösung bestand darin, die Sanierung der Fundamente mit dem *Bau von neuen Kellergeschossen* zu verbinden.

Problemstellung

In den Jahren 1967–1971 wurden im Erdgeschoss im Bereich der ältesten Gebäudeteile längs Bahnhofstrasse und Paradeplatz umfassende Umbauarbeiten durchgeführt. Alle massiven Tragwände – bis auf die Fassadenwände – wurden durch eine Abfangkonstruktion aus Stahlträgern unterhalb der bestehenden Erdgeschossdecke und mittels Stahlstützen im EG ersetzt. Durch die im Stützenraster anfallenden konzentrierten Gebäudelasten wurden die bestehende Kellerkonstruktion und die Fundamente örtlich überbeansprucht. Es musste deshalb eine *neue, von der alten unabhängige Fundation* gebaut werden, welche die grossen Einzellasten endgültig in tiefere tragfähigere Schichten führt. Erschwerend wirkte sich dabei für die Projektierenden aus, dass beim Bau der neuen Fundation folgende einschneidenden *Randbedingungen* zu erfüllen waren:

- Das Bankgebäude mit sämtlichen Installationen muss während den Fundationsarbeiten in Betrieb bleiben.
- Die neue Fundation muss so konzipiert werden, dass weitere Untergeschosse gebaut werden können.

Die Lösung der Aufgabe führte schliesslich zur Anwendung einer *punktuellen Bauweise mit grossen Einzelpfählen* unterhalb der im Erdgeschoss liegenden Stahlstützen, d.h. der Stützenraster aus dem EG wurde im Keller übernommen. Die bautechnische Ausführung von grossen Pfählen unter den obigen Bedingungen wurde mit einer besonderen Anwendung des Schlitzwandverfahrens gefunden (Bild 1).

Suspensionsgestützte Erdschlitzungen

Die üblichen Pfahlsysteme konnten aus unterschiedlichen Gründen im vorliegenden Fall kaum angewendet werden. Einerseits wollte man den Vorteil der Lastkonzentration in den Stützen des Erdgeschosses nicht im Untergeschoss durch die Aufteilung in kleinere Einzelpfähle (Pfahlgruppen) wieder verlieren, andererseits war die Ausführung mit grösseren Einzelpfählen (P = 1700 kN – 2000 kN/Pfahl) an entsprechend schwere und umfangreiche Bohrausrüstungen gebunden, was in unserem Falle aus Platzgründen nicht anwendbar war. Dem *geologischen Gutachten* konnte entnommen werden, dass der *Baugrund* vorwiegend aus *Delta-Fein- und -Mittelsand* besteht. Da keine oder nur wenige blockige Einschlüsse zu erwarten waren, ist der Boden für den *Aushub mit dem Greifbagger* gut geeignet.

Der projektierende Ingenieur hatte deshalb nach einer Lösung auf der Basis des Schlitzwandverfahrens zu suchen. Zusammen mit einer erfahrenen Spezialfirma wurde eine einfache, im bestehenden Keller verschiebbare, Grundinstallation für die Ausführung von suspensionsgestützten Erdschlitzungen konstruiert. Mit Hilfe eines in den Stützenpunkten fest instal-

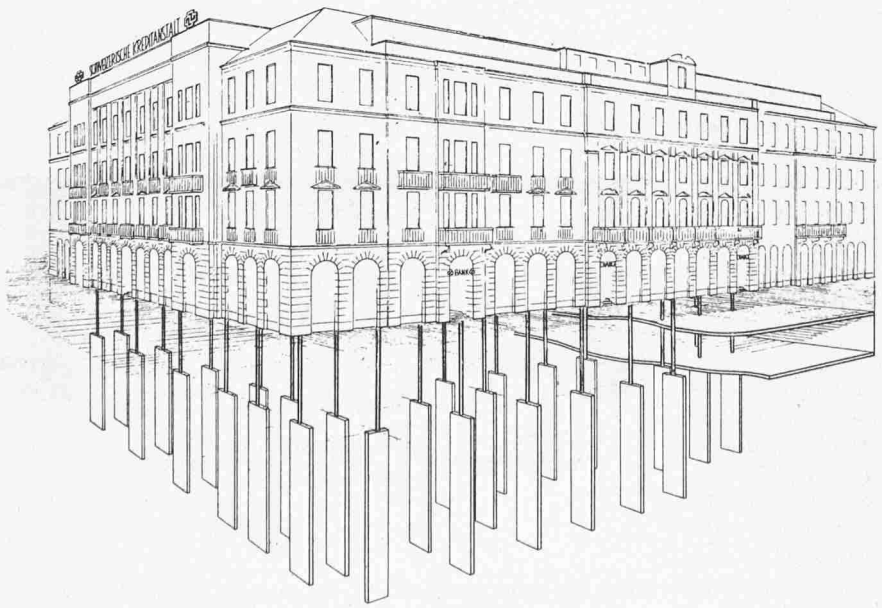

Bild 1. Schematische Darstellung des Schlitzpfahlverfahrens. Hauptfassade zur Bahnhofstrasse

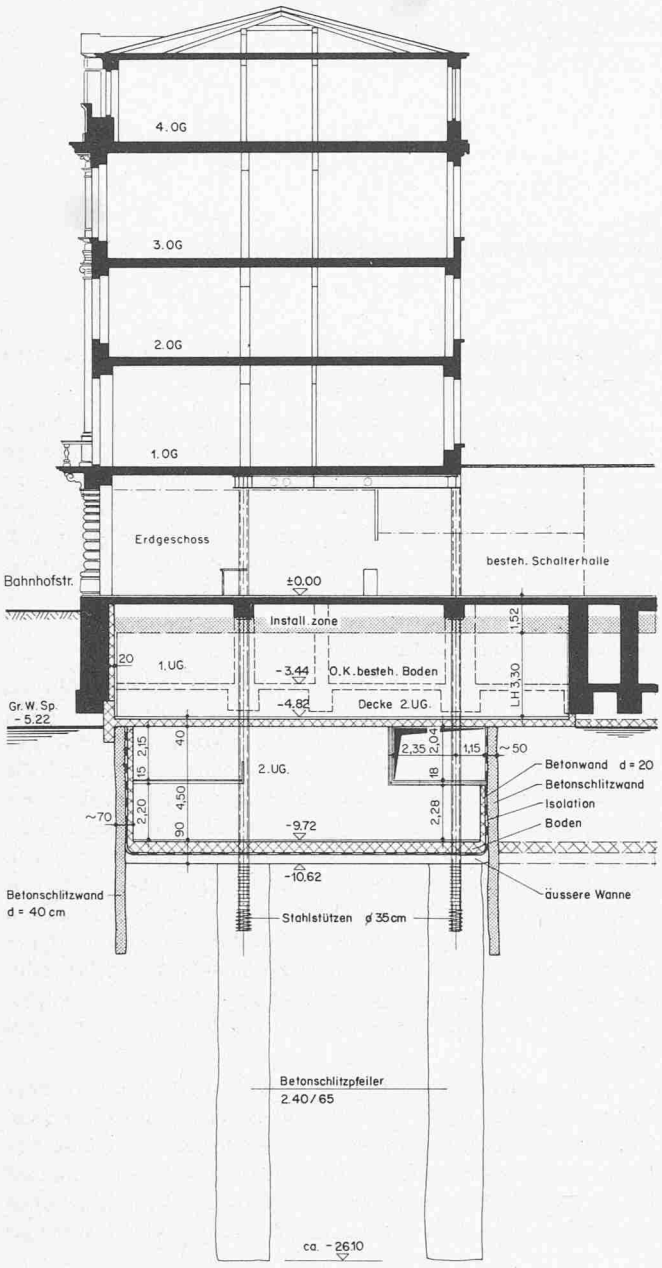

Bild 2. Gebäudequerschnitt

lierten Greifers wird ein Bodenschlitz abgeteuft. In den durch die Bentonitsuspension gestützten Erdschlitz wird anschliessend im Taktverfahren eine Stahlstütze abgesenkt, die im eigentlichen Ortbetonpfahl einbetoniert wird (Bild 2). Der Betonschlitzpfahl übernimmt die gesamte Stützenkraft von oben. Der Vorteil der Methode liegt besonders in den *praktisch unbeschränkten Bautiefen des Pfahles,* was für einen nachträglichen Kellerausbau wichtig ist. Die definitive Gründung der Gebäudelasten unterhalb des Aushubbereiches der zukünftigen Keller ist damit erreicht.

Im wesentlichen besteht die *Grundinstallation* aus *Greifer, Winde, Umschlag- und Transportgerät* für den Aushub (Bild 3a). Alle grösseren Teile müssen so kompakt oder zerlegbar sein, dass der Transport auf einer stark abgewinkelten Piste (= bestehende Kellergänge) von etwa 1,60 m Breite möglich ist. Der *Antrieb aller Geräte erfolgt elektrisch.* Die einzelnen Fundationspunkte werden durch die Bauunternehmung so vorbereitet, dass ein kontinuierlicher Einsatz der Spezialausrüstung zur Herstellung der Schlitzpfähle sichergestellt ist.

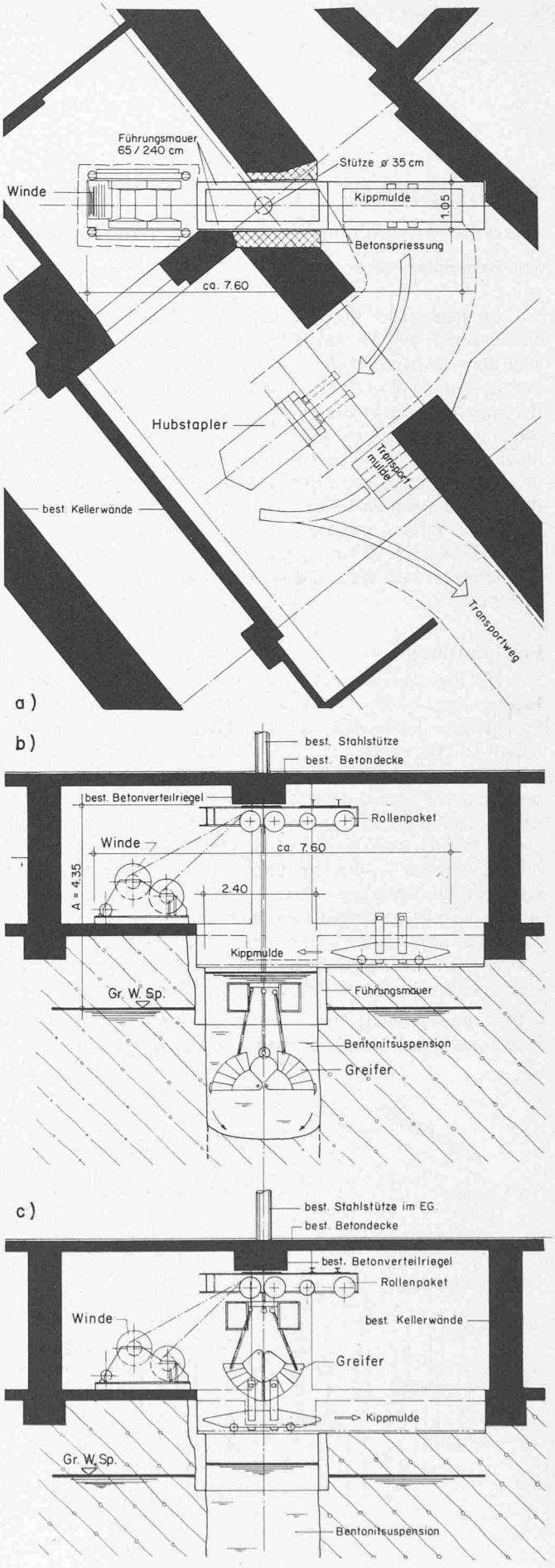

Bild 3. Grundinstallationen für den Aushub. a) Ausschnitt Kellergrundriss b) Aushub (Greifer) c) Entleeren

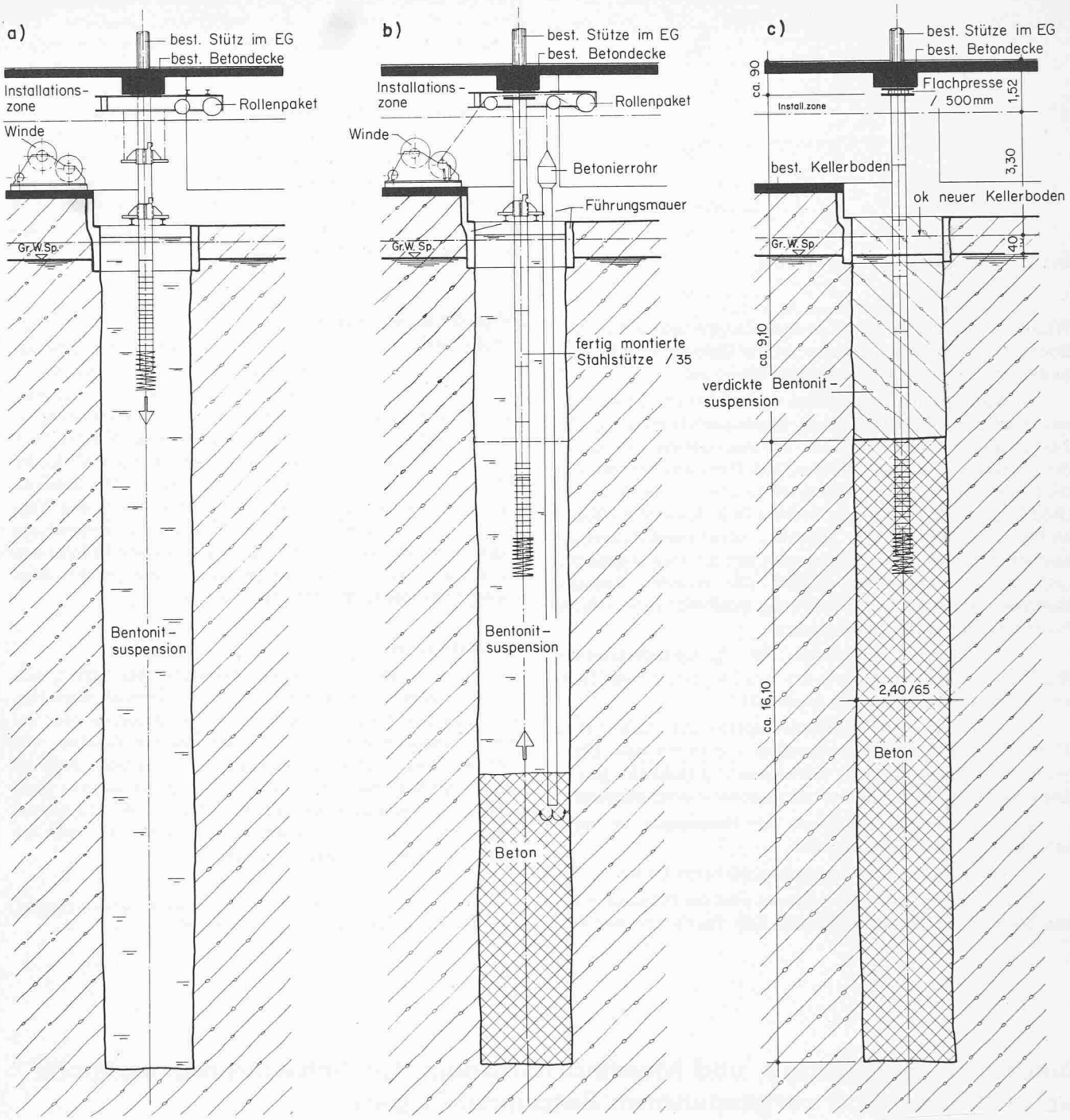

Bild 4. Einbau der Stützen. a) Stützenabsenkung b) Betonieren des Pfahles c) Fertiger Pfahl

Ausführung

Der *Arbeitstakt* (Zeitaufwand je Fundationspunkt) wird durch die Verwendung der Spezialausrüstung für die Herstellung der Schlitzpfähle bestimmt. Die einzelnen Fundationspunkte werden durch die Bauunternehmung so vorbereitet, dass ein kontinuierlicher Einsatz der Spezialausrüstung möglich ist. Es sind drei Hauptunternehmungen im Einsatz, und zwar:

- Bauunternehmung für die Vorarbeiten und die anschliessenden Arbeiten für den Kellerausbau
- Spezialfirma für Schlitzpfahlarbeiten
- Stahlbaufirma für den Einbau der Stahlstützen.

Nach der Durchführung der Vorarbeiten, wie die Erstellung einer Materialumschlaggrube, der Transportpiste zu den Punkten, der Abtrennung der Bauzone vom übrigen Kellerbereich, Uminstallationen von vorhandenen Leitungen, Kanälen usw. sieht der *Arbeitsablauf* an den einzelnen Punkten folgendermassen aus:

a) Die Bauunternehmung erstellt die Bauspriessung und die Kellerwanddurchbrüche bei den Fundationspunkten. Anschliessend werden die Bodenvertiefungen für das Umschlagsgerät (Kippmulde) erstellt.

b) Die Grundplatte aus Stahl wird unterhalb des bestehenden Betonverteilriegels montiert und zentriert.

c) Die Spezialfirma installiert ihre Ausrüstung beim vorbereiteten Fundationspunkt (Rollenpaket, Winde, Greifer, Kippmulde usw.). Die Lage des Rollenpaketes zentriert den Greifer, d.h. der Greifer bleibt im Grundriss stationär. Die

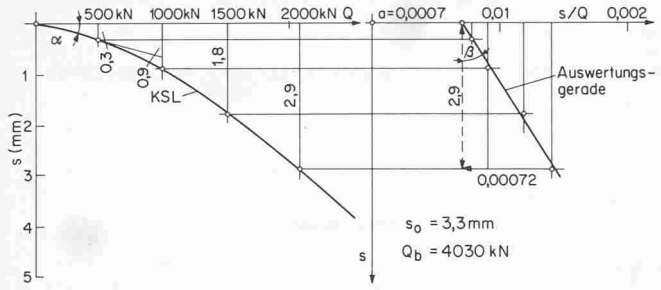

Bild 5. Kraft-Setzungslinie (über Punkt 12)

Winde wird fest verankert. Eine flache Kippmulde wird in der Bodenvertiefung installiert; diese ist auf Geleisen verschiebbar und nimmt den Inhalt einer Greiferfüllung auf.

d) Aushub eines Erdschlitzes von 65/240 cm Querschnitt mit Greifer. Aushubtiefe je nach Bodenqualität etwa 16,0 bis 24,0 m ab OK Führungsmauer. Die Aushubtiefe wird durch den Ingenieur festgelegt. Während des Greiferns befindet sich die Kippmulde in der Vertiefung neben dem Fundationspunkt (Bild 3b). Beim Entleeren des Greifers (Bild 3c) wird die Kippmulde unter den Greifer gebracht, anschliessend zurückgeschoben und mit dem Hubstapler aus der Grube gehoben und zur Transportmulde geführt. Die erzielten Aushubleistungen waren bei der Ausführung wesentlich höher als im Projektstadium angenommen wurde.

e) Einbau der Stahlstütze im Taktabsenkverfahren (Bild 4a). Die Stützenteile werden verschweisst und mit Hilfe von Kettenzügen in Etappen abgesenkt.

f) Betonieren des Fundationskörpers (0,65 / 2,40 / etwa 16 m) mit Hilfe eines Betonierrohres von unten nach oben, bis die Stahlsäule etwa 3 m' einbetoniert ist (Bild 4b), gleichzeitig wird die verdrängte Bentonitsuspension oben abgesogen.

g) Anschliessend Eindicken der Suspension im nicht betonierten Teil mit Zementmilch.

h) Verschiebung der Geräte zum nächsten Punkt.

i) Nach dem Erhärten des Betons wird der Pfahl mit einer Flachpresse vorgepresst (Bild 4c). Die Presse ist zwischen Grund- und Kopfplatte der Stahlstütze eingebaut. Die Hebungen und Senkungen werden mit einem Präzisionsnivellement kontrolliert. Die Pfähle werden auf die maximal mögliche Last im Bauzustand vorgepresst, d.h. so weit, dass die bestehenden Gebäudeteile oberhalb der Grundplatte etwa 1–2 mm angehoben werden. Die aus den einzelnen Laststufen ermittelten Senkungswerte der Pfähle werden in Diagrammen aufgezeichnet und ausgewertet (Bild 5). Die ermittelten Kraft-Setzungslinien erlauben die Bestimmung der Hilfsgrössen (a, b und s_o). Durch die Bestimmung der fiktiven Bruchlast Q_b kann die Traglast der einzelnen Pfähle hinreichend abgeschätzt werden.

Einbau der Kellergeschosse

Nachdem alle Stützen auf Schlitzpfeilern neu fundiert sind, wird längs den Gebäudefassaden eine Schlitzwand als Umschliessung der Baugrube ausgeführt. Die Schlitzwand wird mit den bestehenden Kellermauern fest verbunden, so dass alle Gebäudelasten in tieferen Bodenschichten neu fundiert sind. Der Bau der Schlitzwände im bestehenden Keller (Bild 2) stellte wegen der beschränkten Raumhöhe ähnliche Probleme wie die Erstellung der Schlitzpfähle. Durch den Wegfall der inneren Kellerwände ist jedoch für die eingesetzten Baugeräte in der Horizontalen mehr Raum vorhanden. Für den Aushub der Schlitzwand konnte deshalb ein speziell konstruierter Raupenbagger verwendet werden.

Zusammenfassung

Die Anwendung des Schlitzpfahlverfahrens drängt sich auf, wenn unter einem erhaltenswürdigen Gebäude nachträglich zusätzliche Kellergeschosse eingebaut werden sollen. Bei diesem Vorgehen bleibt *wertvolle Bausubstanz erhalten,* was nicht nur *denkmalpflegerisch* erwünscht ist, sondern auch *ins Gewicht fallende finanzielle Vorteile* bringt. Restriktive Baugesetze usw. – besonders in städtischen Kernzonen – haben zur Folge, dass zusätzlicher Raum in der Regel nur noch im Untergrund gewonnen werden kann.

Adresse des Verfassers: *H. Huber,* dipl. Ing. ETH, Huber + Bracher, Ingenieurbüro SIA, Hottingerstr. 15, 8032 Zürich.

Neuartige Belastungs- und Messeinrichtungen für Schwingungsversuche an armierten und vorgespannten Betonprüfkörpern

Von **Markus Baumann, Rudolf Dieterle** und **Hugo Bachmann,** Zürich

Am *Institut für Baustatik und Konstruktion* (IBK) der *ETH Zürich* werden im Rahmen eines Forschungsprogrammes *systematische Schwingungsversuche an schlaff armierten und vorgespannten Balken aus Leichtbeton und Beton* durchgeführt. Ziel der Untersuchungen ist insbesondere, den *Einfluss der Betonart, der Rissebildung und des nichtlinearen Verhaltens* sowie des Vorspanngrades auf die dynamischen Kenngrössen *Dämpfung, Amplitude und Eigenfrequenz* abzuklären. Dabei werden Beanspruchungen der Stahleinlagen bis zur Fliessgrenze erzeugt.

Für diese Versuche mussten neuartige Belastungs- und Messeinrichtungen entwickelt werden. Im Gegensatz zu den bisher gebräuchlichen Unwuchterregern erlaubt ein *elektronisch gesteuerter servohydraulischer Schwingungserreger* in einem weiten, baudynamisch interessanten Frequenzbereich innerhalb bestimmter Grenzen beliebige Kräfte auf einen Prüfkörper auszuüben. Dabei sind nebst sinusförmiger Belastung auch andere Zeitfunktionen möglich. Zur Registrierung von Stahl- und Betondehnungen dienen speziell entwickelte *Messgrössenaufnehmer,* die sowohl die Aufzeichnungen des ganzen zeitlichen Ablaufs als auch von Spitzenwerten allein ermöglichen.

Im folgenden werden der Schwingungserreger und die Messgrössenaufnehmer beschrieben. Anschliessend werden an einem Beispiel erste Erfahrungen und Ergebnisse von Versuchen an einem 8 m langen Leichtbetonbalken dargestellt:

Servohydraulischer Schwingungserreger

An den Schwingungserreger waren folgende *Anforderungen* zu stellen:

1. Unabhängige Steuerung von Erregerkraft und Erregerfrequenz.