

Gebäudeerweiterung im Stadtkern: Umbau und Unterkellerung Geschäftshaus Limmatquai 72, Zürich

Autor(en): **Heim, Rudolf**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **108 (1990)**

Heft 4

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-77353>

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.

ASIC-Artikelreihe

Unterirdische Bauwerke

Unterirdische Bauwerke sind oft mit erheblichen Kosten und Realisierungsproblemen verbunden. Wegen der zunehmenden Verknappung des verfügbaren Bodens und der wachsenden Ansprüche an einen Standort gewinnen sie jedoch immer mehr an Bedeutung. In einer Artikelserie in loser Folge schreiben ASIC-Mitglieder über ihre Erfahrungen in diesem Bereich.

Freiräume erhalten

Wenn immer mehr Boden verbaut wird, steigt der Wert des verbleibenden Freiraums in materieller wie in ideeller Hinsicht. Die grüne Wiese, der ungehinderte Blick in die Natur sind zu Symbolen der Lebensqualität geworden. Soll verhindert werden, dass – vor allem in städtischen Agglomerationen – auch die noch bestehenden Grünflächen und Freiräume überbaut werden, so ist man mehr und mehr gezwungen, Bauwerke – soweit deren Nutzung dies zulässt – unter die Erde zu verlegen.

Wirtschaftliche Verwendung des Bodens

Die angemessene und gesellschaftlich verantwortbare Nutzung des Bodens – als Wertobjekt und als Lebensraum – ist heute eine zentrale Aufgabe. An Or-

ten mit hoher und höchster Nutzungsdichte ist oberirdisch oft kein freier Raum mehr verfügbar. Dennoch sind immer wieder bauliche Erweiterungen nötig und deshalb zu planen, wie z.B. in Bahnhöfen, wenn diese auf ein erhöhtes Verkehrsvolumen ausgerichtet werden sollen. Doch auch in anderen Bereichen, insbesondere bei Infrastrukturbauten, ist grundsätzlich zu überlegen, ob es ästhetisch nicht vorteilhafter, volkswirtschaftlich günstiger und umweltverträglicher wäre, sie unter die Erde zu verlegen.

Zu den herkömmlichen Überlegungen bei der Planung eines Bauwerks kommt zusätzlich die Frage, ob die verfügbare Terrainoberfläche nicht weiteren Verwendungen zugeführt werden könne, die im Siedlungs- oder Landschaftszusammenhang wichtiger oder wertvoller sind – und sei es nur zur Erhaltung des Freiraums. Das «verdichtete Bauen» gehört ebenfalls in diesen Zusammenhang. Aktuell ist es besonders dort, wo

bestehende Bauten als Kulturgüter durch unterirdische Erweiterungen erhalten und dadurch sogar einer neuen Funktion zugeführt werden können. Umnutzungen dieser Art nehmen – bei unverkennbarer Tendenz zur Erneuerung anstelle des Neubaus – an Bedeutung zu.

Verbergen der Technik?

Die Entwicklung des Ingenieurwesens und der Bautechnik machen es möglich, immer mehr Funktionen und Aufgaben unter Terrain zu realisieren. Unterirdisches Bauen kommt gleichzeitig dem allgemeinen Bedürfnis entgegen, technische Anlagen teilweise unsichtbar zu machen. Zudem können solche Bauten die Auswirkungen von Emissionen, wie sie etwa von Parkhäusern oder Industrieanlagen ausgehen, vermindern oder doch zumindest kontrollieren. Dem grösseren Aufwand bei der Planung und Realisierung von Unterterrainbauten steht nicht zuletzt auch eine grössere Dauerhaftigkeit gegenüber.

Die nun anlaufende ASIC-Artikelserie enthält konkrete Beispiele zu diesem Problembereich.

Peter Wiedemann
Vorstandsmitglied ASIC

ASIC-Artikelreihe: Unterirdische Bauwerke – Ausweichmöglichkeit bei Bodenknappheit

Gebäudeerweiterung im Stadtkern

Umbau und Unterkellerung Geschäftshaus Limmatquai 92, Zürich

Unter das bestehende 5geschossige Geschäftshaus wurden in einer über 11 m tiefen Baugrube im Schutze einer unter äusserst beschränkten Platzverhältnissen erstellten Schlitzwand drei Untergeschosse gebaut. Die Abfangung des bestehenden Gebäudes erfolgte mit grosskalibrigen Mikropfählen, deren 219 mm Durchmesser aufweisende Stahlrohre direkt als verlorene Bohrröhre verwendet wurden.

Einleitung

Das Geschäftshaus am Limmatquai 92 in Zürich wurde in den 20er Jahren die-

ses Jahrhunderts in seiner heute sichtbaren äusseren Form erbaut (Bild 1). Zusätzlich zu den 5 Obergeschossen hatte das bestehende Gebäude auf der hinteren Grundstückshälfte einen ein-

geschossigen Keller, welcher bis rund 2 m ins Grundwasser hineinreichte.

Im Jahre 1984 erwarb die Arab Bank (Switzerland) Ltd. das Gebäude, um ihren Sitz in Zürich hierher zu verlegen.

Aus dem Raumbedarf des neuen Eigentümers ergab sich die Forderung nach

VON RUDOLF HEIM,
ZÜRICH

zusätzlichen Geschossen. Ein Neubau mit einer grösseren Anzahl Obergeschossen war aber nicht möglich, da, bedingt durch die städtebaulich empfindliche Lage, das Gebäude unter Denkmalschutz steht. Die zusätzlichen Geschosse waren somit nur als Untergeschosse realisierbar. In den fünf



Bild 1. Blick von der Limmat auf die umgebaute und zusätzlich unterkellerte Liegenschaft am Limmatquai 92

Obergeschossen dienen alle Räumlichkeiten als Büros, Konferenzzimmer und Kundenräume, so dass die Archive, technischen Installationen und der Tresor in den Untergeschossen untergebracht werden mussten. Die Gegenüberstellung von Raumbedarf, Kosten und Nutzen ergab, dass drei Untergeschosse zu erstellen waren (Bild 2).

Die Obergeschosse konnten, bis auf einige geringfügige Änderungen, in ihrem Zustand belassen werden. Hier erwies sich das seinerzeitige Konzept des Gebäudes (im Innern ein Stahlskelett, Decken aus Stahlträgern mit Betonhourdis und nur der Lift und das Treppenhaus als aussteifende Kerne) als ideal.

Die drei Untergeschosse mussten also unter vollständiger Erhaltung der Obergeschosse unter das bestehende Gebäude gebaut werden. Ursprünglich war vorgesehen, gleichzeitig «unterirdisch» die drei Untergeschosse zu errichten und in den Obergeschossen den Umbau und Innenausbau voranzutreiben. Darauf musste verzichtet werden, da die Installations- und Zugangsflächen im Erdgeschoss zu engräumig wa-

ren, um von zwei unabhängigen Baustellen gleichzeitig genutzt werden zu können.

Baugrund und Grundwasser

Zur Erkundung der lokalen Baugrundverhältnisse wurden an den vier Gebäudeecken Sondierbohrungen bis auf 25 m Tiefe ausgeführt. Unterhalb der künstlichen Auffüllungen, welche zum Teil bis in 3 m Tiefe reichen, liegen – abgesehen von vereinzelt Lagen mit siltigsandigen Seeablagerungen – durchwegs Schotter, deren Kornzusammensetzung und Durchlässigkeit in einem sehr grossen Bereich schwankt. Sandig-siltige Schichten wechseln mit gröberen, kiesigen Partien, und vereinzelt sind auch Lagen mit sehr grobkörnigem Material anzutreffen. Geologisch betrachtet handelt es sich um ineinander verzahnte Limmatschotter mit Einschaltungen von verschwemmter Moräne.

Die Durchlässigkeit des Bodens variiert in sehr grossen Bereichen, und es ist keine eindeutige Abgrenzung von sehr

durchlässigen und weniger durchlässigen Schichten zu erkennen. Ebenso war aus der Baugrunderkundung nicht ersichtlich, ob die einzelnen gut durchlässigen Partien untereinander in Verbindung standen, so dass trotz einem tiefreichenden Baugrubenabschluss grössere abzupumpende Wassermengen nicht auszuschliessen waren.

Zusätzliche Rammsondierungen und Standard-Penetration-Tests ergaben, dass sämtliche Schichten sehr kompakt gelagert sind und es sich somit um einen sehr gut tragfähigen und setzungsunempfindlichen Baugrund handelt, was aber beim Bohren und Abtiefen von Schlitzwänden und Pfählen zu grossen Erschwernissen (Meisseln usw.) führen kann.

Der Grundwasserspiegel korreliert, wie an dieser flussnahen Lage nicht anders zu erwarten ist, mit dem Wasserstand der Limmat, deren Spiegelschwankungen infolge der Stauhaltung im Drahtschmidli recht geringfügig sind.

Baugrubenabschluss

Variantenstudien

Um für die Baugrubensicherung die optimalste Lösung bezüglich Kosten, Gebäudevolumen, technischen Risiken (wie Dichtigkeit, Setzungen) und Terminen zu finden, wurden drei Varianten detaillierter untersucht.

1. Variante: Schlitzwand mit 60 cm Stärke, Abfangung des Gebäudes mit Kleinbohrpfählen aus Stahl.

2. Variante: Pfahlwand mit betonierten und armierten Kleinbohrpfählen von 35 cm Durchmesser, Abfangung des Gebäudes mit Kleinbohrpfählen aus Stahl.

3. Variante: Konventionelle Unterfangung des bestehenden Gebäudes in Etappen im Schutze eines Dichtungsschirmes aus Hochdruckinjektionssäulen (Jetting).

Nach sorgfältiger Prüfung dieser drei Varianten zeigte sich das folgende Bild: Alle drei Lösungen ergaben – im Rahmen der Projektierungs- und Kostenvoranschlagsgenauigkeit – beinahe gleich hohe Kosten. Zwar waren für sich allein betrachtet die einzelnen Baugrubenabschlüsse unterschiedlich teuer, unter Berücksichtigung der gesamten Kosten aber wurden diese Differenzen wieder aufgehoben. (Insbesondere dürfen die Konzessionsgebühren für die Erstellung von Baugrubenabschlüssen auf öffentlichem oder privatem Nachbargrund nicht vergessen werden). Die Variante 3 mit Jetting und

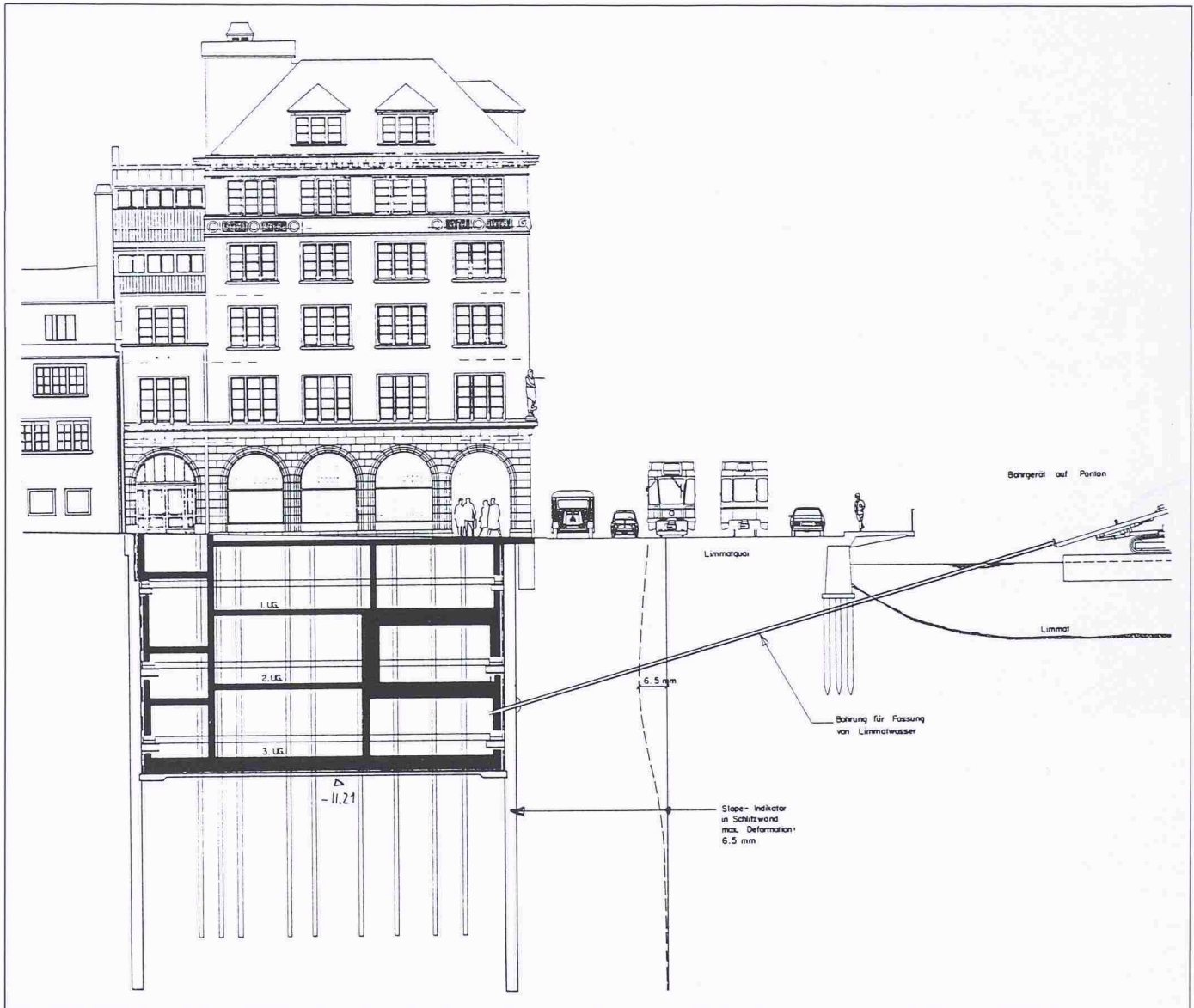


Bild 2. Querschnitt durch das bestehende Gebäude mit den zusätzlichen drei Untergeschossen: Schlitzwand, Spriessung und Abfangpfähle. Die eingezeichnete Verformungslinie des Slope-Indicators entspricht der beim tiefsten Aushubzustand eingetretenen Deformation

Die Bohrungen vom Ponton in der Limmat aus für die Wasserfassung für Heiz- und Kühlzwecke erfolgten während den Bauarbeiten im 3. Untergeschoss

Unterfangung hätte zum kleinsten Raumvolumen in den Untergeschossen geführt. Die Schlitz- oder Pfahlwand konnte auf zwei Seiten im öffentlichen Grund errichtet werden, was im Verhältnis zur Gebäudebreite einen respektablen Gewinn bedeutete. Die Pfahlwand (Variante 2) wies im Vergleich zur Schlitzwand eine wesentlich geringere Steifigkeit auf, was zu grösseren horizontalen Verformungen während dem Aushub und – damit verbunden – in der Nachbarschaft zu unerwünschten Setzungen geführt hätte. Bei der Pfahlwand waren ausserdem die Genauigkeitsanforderungen dermassen hoch, dass sie kaum hätten eingehalten werden können. Ein dichter Baugrubenabschluss hätte somit nicht garantiert werden können, und die Folgen wären unkontrollierbare Wassereindringungen, teure Dichtungsinjektio-

nen und eventuell hydraulische Grundbrüche gewesen.

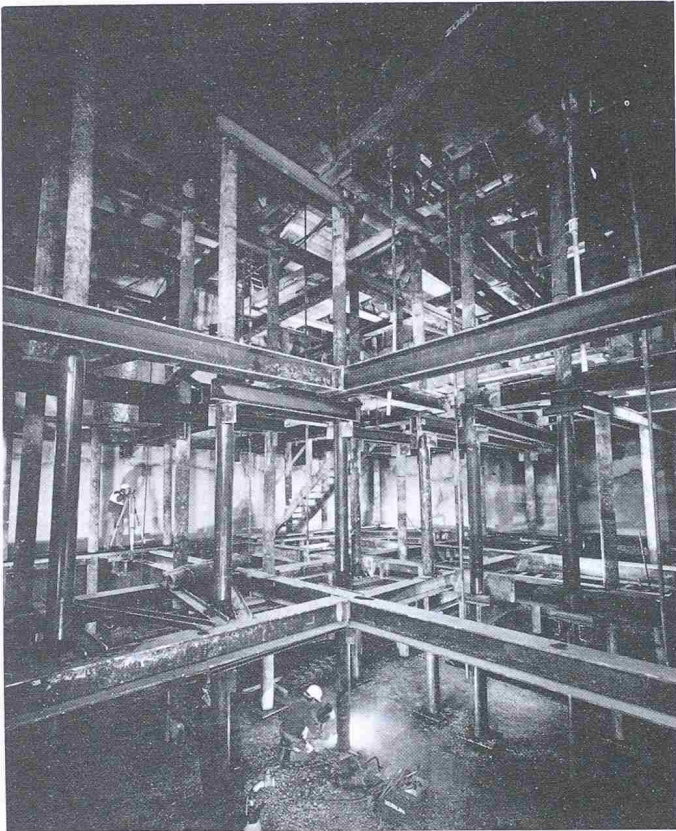
Bei der Schlitzwandlösung (Variante 1) war als Nachteil zu betrachten, dass beim Abtiefen eines Schlitzes immer ein grösserer Fundationsbereich freigelegt wurde, was bei der bestehenden Gebäudefundation mit einzelnen Fasadestützen ein gewisses Setzungsrisiko in sich barg. Die kleinstmögliche Schlitzwandgreiferkonstruktion führte zu Elementlängen von 1,80 m. Solch kleine Greifer weisen aber auch wenig Gewicht auf, was zwar bei den zum Einsatz gelangenden kleinen Maschinen von Vorteil war (an einzelnen Stellen betrug die maximalen Arbeitsbreiten und -höhen für die Schlitzwand- und Pfählungsarbeiten nur je 3,5 m [Bild 6 und 7]), aber beim vorliegenden, hart gelagerten Baugrund eventuell zu

Schwierigkeiten und vermehrtem Meisseleinsatz (und entsprechenden Erschütterungen) hätte führen können. Diesem einzigen Nachteil standen die Vorteile eines in der Praxis erprobten, dichten und verformungsarmen Baugrubenabschlusses gegenüber.

Zusammenfassend beurteilt stand die Schlitzwand-Variante (Variante 1) also klar im Vordergrund. Die oben erwähnten Vorteile wurden dann auch während der Ausführung klar bestätigt.

Ausführung

Die Schlitzwand wurde auf zwei Seiten (Bader- und Preyergasse) ausserhalb des Gebäudes errichtet, so dass es möglich wurde, die Aussenwände der Untergeschosse bis an die Grundstücksgrenzen zu legen. Auf der Seite des Limmatquais musste die Schlitzwand hinter



den Fassadenpfeilern ganz im Gebäudeinnern errichtet werden, da die Werkleitungen im Strassenbereich so nahe am Gebäude verliefen, dass sie nur mit unwirtschaftlich hohen Kosten hätten verlegt werden können.

Auf der Seite der Nachbarliegenschaft lag die Schlitzwand unmittelbar an der Grundstücksgrenze, welche in der Mitte der gemeinsamen Brandmauer verlief. Im Schutze eines vorgängig erstellten Betonriegels wurde die Brandmauer in Etappen bis zur Grenze (das heisst bis zur Hälfte) ausgebrochen und gesichert, um danach jeweils ein Schlitzwandelement zu erstellen.

Ausser auf der Seite der Nachbarliegenschaft ergab sich ein Arbeitsrhythmus von durchschnittlich $2\frac{1}{2}$ Schlitzwandelementen pro Woche. Um über die Wochenenden bei dem zum Teil sehr durchlässigen Baugrund kein unkontrolliertes und übermässiges Absinken des Bentonitpiegels zu erhalten, wurde die Baustelle nicht nur periodisch überwacht, sondern es wurde zusätzlich mittels einer schwimmergesteuerten Pumpe laufend Bentonit nachgefüllt, um so dessen Spiegel innerhalb der zulässigen Grenzen zu halten.

Die Baustelle wies, bedingt durch die Lage der Liegenschaft, welche direkt an den durch öffentlichen und privaten Verkehr dicht befahrenen Limmatquai grenzt, noch eine Besonderheit und zusätzliche Erschwernis auf: Der Fussgängerverkehr führt, durch die Tramhaltestelleninsel und die zwei Abzweig-

spuren der Strasse bedingt, durch das Gebäude hindurch. In der Projektierungsphase musste damit gerechnet werden, dass dies auch während der ganzen Bauzeit so blieb. Während der Bauarbeiten zeigte sich aber, dass die Fussgänger ohne grössere Behinderung des Verkehrs ausserhalb der Liegenschaft auf die Strasse umgeleitet werden konnten.

Aushub und Spriessung

Nachdem die Schlitzwand fertiggestellt war, wurden die Pfähle gebohrt, mit welchen anschliessend das Gebäude für die Dauer der Bauzeit abgefangen wurde. Hierauf wird im folgenden Abschnitt noch näher eingegangen. Die Baugrube wurde mit zwei Kleingeräten ausgehoben, einem Bagger und einer kleinen Ladeschaufel. Das ausgehobene Material führte man in Mulden ab, welche mit einem Portalkran bis auf das Strassenniveau gehoben wurden. Jeweils nach dem Aushub eines Geschosses erfolgte der Einbau eines Spriesskranzes. Die Schlitzwand wurde indirekt durch eine auf Konsolen aufgelegte, mit Fliessmörtel hintergossene Stahllongarine abgestützt (Bild 2 und 3).

Die drei Spriesskranze hatten nicht nur die Funktion der Schlitzwandabstützung: Jede Spriessenebene diente zugleich als horizontale Abstützung zur Knickfestigung der 38 Pfähle, welche das bestehende Gebäude trugen. Umgekehrt aber dienten einzelne Pfähle auch als Spriessständer (Bild 5).

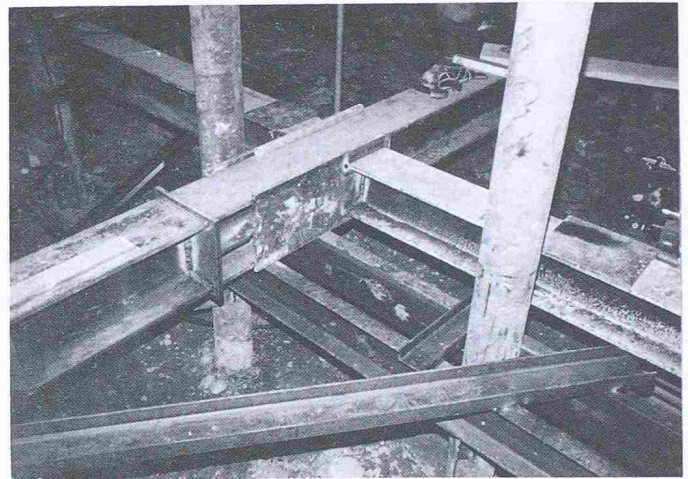


Bild 5. Durch die gegenseitigen Tragfunktionen der Pfähle und der Spriessung (die Pfähle dienten auch als Spriessständer, die Spriessung diente auch zur Knickfesthaltung der Pfähle) ergaben sich zum Teil komplizierte räumlich aufgelöste Knoten

Bild 3. Fertig ausgehobene Baugrube mit der Spriessung und den Stahlpfählen, welche die bestehenden 5 Obergeschosse tragen

Abfangung des bestehenden Gebäudes

Da die Obergeschosse des bestehenden Gebäudes – bis auf einige geringfügige Anpassungen – in ihrem Zustande belassen werden konnten, mussten die Fassaden, die Innenstützen und der Lift- und Treppenhauskern während der Zeit des Baus der drei Untergeschosse provisorisch abgestützt werden. Zu diesem Zwecke wurden kleine Bohrpfähle errichtet, über die die Last in den Untergrund abgetragen werden konnte.

Pfahlssystem

Anfänglich war vorgesehen, diese Pfähle als grosse Mikropfähle auszuführen: Nach Gesprächen mit verschiedenen Unternehmern wurde festgelegt, Bohrungen mit 35 cm Durchmesser abzutiefen, anschliessend Stahlpfähle mit 22 cm Durchmesser und 7 mm Wandstärke zu versetzen und das Bohrloch und den umgebenden Baugrund beim Rückzug der Bohrröhre mit Zement zu injizieren. Dank neuer Bohr- und Maschinentekniken waren Bohrungen mit dem vorgesehenen grossen Durchmesser möglich geworden, trotz den durch das bestehende Gebäude vorgegebenen kleinen Arbeitsflächen und -höhen von zum Teil nur 3,5 m Breite und 4,5 m Höhe.

Während den Aushubarbeiten für die Schlitzwand wurden dann aber an mehreren Stellen grosse Blöcke angetroffen.

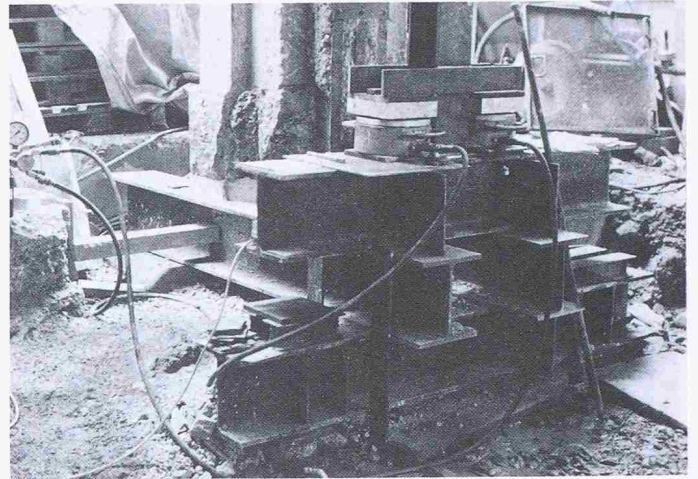
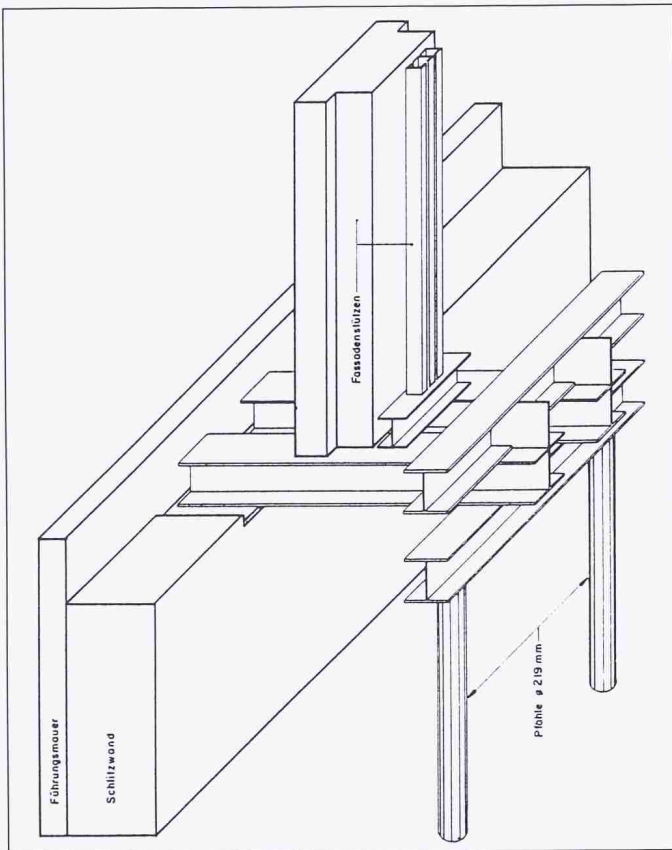


Bild 4 a, b. Abfangung der Fassadenstützen

Vor allem in einer Tiefe von etwa 10 m lag eine vermutlich durchgehende Schicht mit Blöcken bis 60 cm Kantenlänge, welche nun von Seiten der Pfahlbohrunternehmung zu Bedenken Anlass gab. Nach eingehender Diskussion wurde das folgende Vorgehen beschlossen: Die Pfähle wurden mit einer verlorenen Bohrkronen von 24 cm Durchmesser gebohrt und die vorgesehenen Pfahlrohre als Bohrrohre verwendet. Nach Erreichen der Endtiefe der Bohrung wurde der Ringspalt zwischen Stahlrohr und Bohrlochwandung von unten her mit Zement ausinjiziert. In einer zweiten Stufe injizierte man durch Löcher in der Pfahlwandung, welche mit Manschetten abgedeckt worden waren, die Lastabtragsstrecke der Pfähle mit Druck. Eine dritte und letzte Injektion erfolgte am Pfahlfuss durch ein Injektionsgestänge im Pfahllinnern.

Da mit dieser Ausführungsart gegenüber der ausgeschriebenen Variante die Pfähle über 30% weniger Mantelfläche aufwiesen, führte man vor dem Aushub an zwei Pfählen Belastungsversuche durch, welche ein ausgezeichnetes Last-Setzungs-Verhalten zeigten. Bei beiden Probepfählen wurde mit 94 t die Bruchlast nicht erreicht, und die maximale Setzung betrug 7,4 mm bei einer bleibenden Setzung von 0,2 mm. Trotz dieser sehr guten Resultate war nicht eindeutig, in welchem Masse der obere Pfahlbereich, welcher nachher durch den Aushub freigelegt werden sollte,

zum Tragverhalten beitrug, auch wenn hier (quasi in der freien Länge) keine Injektionen mit Druck ausgeführt worden waren.

Aus diesem Grunde wurden sämtliche Pfähle einzeln überwacht und Massnahmen vorgesehen, um gegebenenfalls die eintretenden Setzungen zu korrigieren. Während des Aushubes der Baugrube bestätigte sich dann aber das ausserordentlich gute Tragverhalten der Pfähle: Man stellte bei keinem der Pfähle Setzungen fest. Die während der Bauzeit durch ein Präzisionsnivelement gemessenen Bewegungen lagen im Rahmen der langfristig zu erwartenden Messtoleranzen von 1 bis 2 mm.

Abfangkonstruktion

Die Tragstruktur des bestehenden Gebäudes bestand, ausser dem Lift- und Treppenhauskern, nur aus Einzelstützen (Fassaden- und Innenstützen). Die Übertragung der Last von den bestehenden Stützen auf die Pfähle und auf die Schlitzwand erfolgte mit zwei quer zueinander angeordneten Stahlträgerlagen. In den gemauerten Teilen der Fassadenstützen wurden die Stahlträger in seitlich eingespitzte Nischen versetzt und mit Fliessmörtel eingegossen (Bild 4). Um die Stahlstützen zu unterfangen, wurden diese durch Aufpressen der Obergeschossdecken entlastet, am Fusse abgeschnitten und auf die Stahlträger der Abfangkonstruktion abgestützt.

Wasserhaltung

Im Rahmen der Baugrunduntersuchung sowie während den Schlitzwandarbeiten wurden mehrere stark kiesige und zum Teil stark grobblockige Schichten angetroffen. Aufgrund der allgemeinen geologischen Situation war nicht auszuschliessen, dass diese sehr gut durchlässigen Schichten untereinander in Verbindung standen. Dies hätte zu einem grösseren Wasserandrang in der Baugrube geführt, als auf Grund der vertikalen Durchlässigkeit der Bodenschichten anzunehmen war. Im ungünstigsten Falle wäre – bei Annahme einer dichten Schlitzwand – mit einem Wasseranfall von 500–2000 l/min zu rechnen gewesen. Die Grösse der Baustelle und die Terminvorgaben führten dazu, dass die Anzahl der im voraus zu erstellenden Filterbrunnen auf diese maximal zu erwartende Wassermenge ausgelegt wurde. Ein nachträgliches Abtiefen zusätzlicher Filterbrunnen wäre wegen der Bauverzögerung und der zusätzlichen Installationskosten unwirtschaftlich gewesen. So wurden neun Kleinflterbrunnen mit einem Bohrdurchmesser von 24 cm erstellt, in welche man Filterrohre mit 15 cm Durchmesser einbaute.

Bereits die ersten Pumpversuche mit zwei Brunnen zeigten bei Fördermengen von 150 l/min ein sehr rasches Absinken des Grundwasserspiegels. Auch mit zunehmendem Aushub und damit

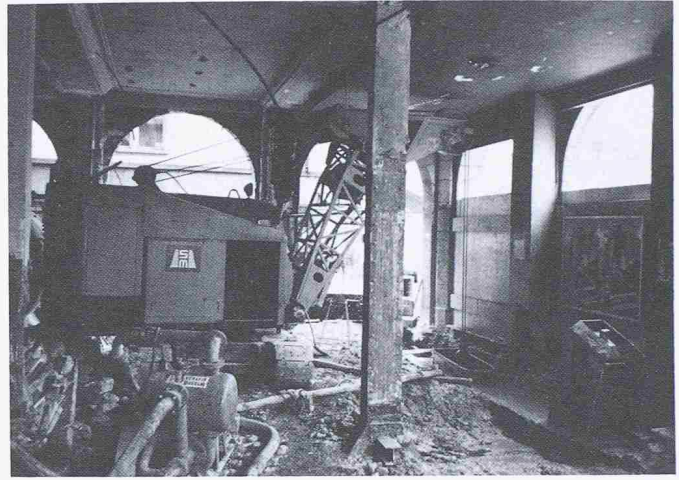
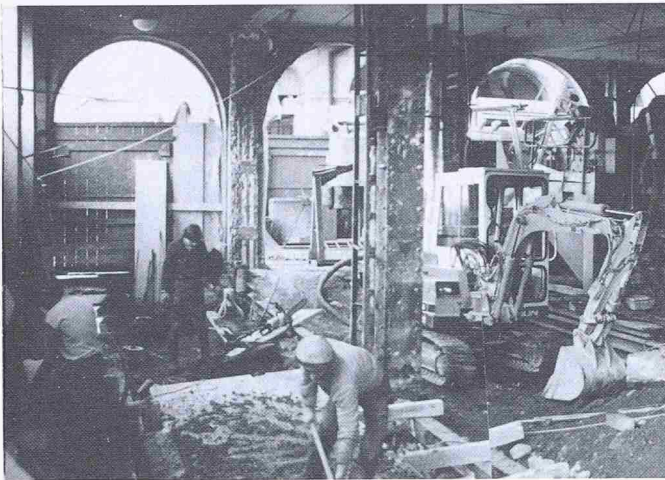


Bild 6 und 7. Die Installationen für die Schlitzwandarbeiten und die Schlitzwandarbeiten selber erfolgten unter zum Teil allerknappsten Platzverhältnissen

zunehmender Druckdifferenz zwischen dem inneren und äusseren Grundwasserspiegel zeigte sich, dass zwei Filterbrunnen genühten, um den Grundwasserspiegel innerhalb der Baugrube konstant zu halten.

Dass die abzupumpende Wassermenge um so viel niedriger lag als im Maximalfall anzunehmen war, könnte durch die folgenden, nur vermuteten Ursachen begründet werden: Entweder lag eine – mehr oder weniger durchgehende – schlecht durchlässige Schicht im ganzen Baugrubenbereich vor, oder die gut durchlässigen Lagen standen untereinander nicht in Verbindung. Falls die gut durchlässigen Schichten miteinander in Verbindung standen, wäre es aber auch möglich gewesen, dass diese durch das Eindringen des Bentonites beim Abtiefen der Schlitzwand abdichtet und verstopft worden wären.

Fassung von Limmatwasser zu Heiz- und Kühlzwecken

Die naheliegende Limmat brachte die Idee, Flusswasser für Heizzwecke zu verwenden. Das kantonale Amt für Gewässerschutz und Wasserbau genehmigte die Nutzung (Entnahme und Rückgabe) von 12 l/s Limmatwasser zu Heiz- und Kühlzwecken.

Aus geometrischen Gründen konnte die Wärmepumpenanlage, welche das Limmatwasser nutzt, nur im dritten Untergeschoss liegen: Im Limmatquai liegt eine bis auf 3,5 m Tiefe reichende grosse Kanalisationsleitung und im 2. UG des Gebäudes liegt der Tresor, in dessen Aussenwände keine tresorfremden Installationen eingebaut werden durften.

Der Bau der Leitungen erfolgte von einem Ponton in der Limmat her (Bild 2). Die beiden Leitungen (Entnahme- und Rückgabelitung, Durchmesser

125 mm) wurden in zwei verlorene Bohrrohre (Durchmesser 180 mm) verlegt. Diese wurden 10–20 cm in die Schlitzwand hineingebohrt, so dass ein möglichst satter Anschluss entstand. Auf der Baugrubeninnenseite montierte man, bevor die Schlitzwand durchbohrt wurde, bei der Durchstichstelle einen Flutungsbehälter aus Stahl, welcher dicht auf die Schlitzwand aufgesetzt wurde. Dieser etwa 1,0 × 1,0 m grosse, 50 cm tiefe Behälter diente dazu, das durch die durchbohrte Schlitzwand eindringende Wasser aufzufangen. Diese Durchdringungsstelle sowie der Spalt zwischen dem Bohrrohr und der eigentlichen Wasserleitung wurde anschliessend ausinjiziert.

Nachdem diese erste Abdichtung zwischen Bohrung, Schlitzwand und Baugrund erfolgt war, demontierte man den (jetzt mit Zement gefüllten) Flutungsbehälter wieder. Einzelne geringfügige Risse, durch welche noch Wasser sickerte, wurden mit Kunstharzinjektionen abdichtet.

Bauausführung

Im folgenden wird auf ein paar Problemkreise, welche während der Ausführung spezielle Beachtung erforderten, näher eingegangen.

Kraninstallationen

Die Kraninstallation, welche die Baustelle erschloss, bestand aus einem fest installierten Laufkatzenkran, welcher von der Preyergasse her quer durch das Erdgeschoss des Gebäudes reichte. Die Tragkraft betrug 10 t, so dass der Aushub mit 4-m³-Mulden erfolgen konnte. Diese Transporte brachten nun während der gesamten Aushubphase ein erhöhtes Risiko: Der Auf- und Abtransport der Mulden erfolgte immer in unmittelbarer Nähe der schlanken Stahl-

pfähle, auf welchen das bestehende Gebäude abgestützt war. Diese Pfähle waren zwar auf horizontale Beanspruchungen ausgelegt, ein Anprall durch eine abstürzende Mulde hätte aber zum Versagen des betroffenen Pfahles geführt.

Nach einer eingehenden Analyse der verschiedenen Sicherheitsaspekte traf man die folgenden Anordnungen: Die Verminderung des Risikos wurde durch den Einbau von Führungsschienen im Förderbereich des Krans erreicht, welche den Aushubmulden auf dem Vertikaltransport nur ein geringes seitliches Spiel von wenigen Zentimetern liessen, um so ein ungewolltes Drehen und Pendeln zu verhindern. Die Sicherheit wurde erhöht, indem man das Krangehänge, an welchem die Mulden hingen, auf die doppelte Nutzlast auslegte. Während der ganzen Aushubphase führte man intensive Kontrollen durch: Die gelieferten Mulden wurden jeweils kontrolliert und solche mit defekten oder übermässig verformten Aufhän-

Bauherrschaft:

Arab Bank (Switzerland) Ltd.,
8001 Zürich

Architekt:

Rütti + Rütti, Architekten, 8050 Zürich

Bauingenieur:

Ingenieurbureau Eichenberger AG,
8006 Zürich

Unternehmungen:

Ed. Züblin & Cie. AG, 8037 Zürich,
Baumeisterarbeiten
GU Tiefbau, 8207 Schaffhausen,
Limmatwasserfassung

Subunternehmer:

Schafir & Mugglin AG, 8032 Zürich,
Schlitzwand
Stump Bohr AG, 8032 Zürich, Pfähle,
Wasserhaltung
Sika Bau AG, 8048 Zürich,
Grundwasserisolation

gungen zurückgewiesen. Die Kranseile wurden täglich auf Abriebstellen und Defekte kontrolliert, und nach jeder Aushubetappe erfolgte eine Kontrolle und Revision des Krangehänges und der Kranseile durch die Lieferfirma. Durch die vierte Massnahme wurde eine zusätzliche Tragreserve am Gebäude geschaffen: Sämtliche Fensteröffnungen im 1. Obergeschoss wurden mit KS-Mauerwerk ausgefacht. Dies hätte eine aussteifende Gewölbewirkung in der Fassade ermöglicht, falls sich eine Fassadenstütze nach dem Ausfall eines Pfahles übermässig gesetzt hätte.

Betonverarbeitung

Ursprünglich war vorgesehen, in sämtlichen Bauteilen der drei Untergeschosse den Beton mit Pumpen einzubringen. Der im 2. Untergeschoss gelegene Tresor stellte aber erhöhte Anforderungen an die Verarbeitbarkeit des Betons. Die von der Versicherung geforderten Bedingungen hätten bei der Verarbeitung von normalem Pumpbeton zu grösseren Schwierigkeiten geführt:

- Betonfestigkeit im Bauwerk nach 28 Tagen: $f_{bd} \geq 45 \text{ N/mm}^2$
- Armierung mit 6 bis 8 Lagen, Durchmesser 26 mm, Abstand 20 cm. Dies

ergab einen Armierungsgehalt (je nach Anteil der Stösse) von bis über 300 kg Armierung pro m^3 Beton.

Diese Anforderungen führten dazu, dass für den Tresor Fließs beton vorzusehen war. Dies ermöglichte es einerseits, den Beton in den äusserst dicht armierten Tresorbauteilen mit einem minimalen Arbeitsaufwand in nützlicher Zeit einzubringen, andererseits den Wassergehalt so stark zu reduzieren, dass die geforderte Druckfestigkeit erreicht werden konnte.

Da sich die Baustelle in der sehr dicht bebauten Altstadt befand, war anzunehmen, dass es beim Betonieren mit einer Pumpe zu Reklamationen gekommen wäre, denn Pumpe und Betonumschlag hätten im Bereich von rund 10 Geschäften zu empfindlichen Störungen und Behinderungen der Kunden geführt. Beim Betonieren mit Fließs beton war diese Störung viel geringer, so dass man sich entschloss, sämtliche Bauteile mit Fließs beton zu betonieren.

Bauleitung

Dass ein derartiges Bauobjekt wie das hier vorgestellte eine äusserst intensive und enge Zusammenarbeit zwischen Architekt und Bauingenieur benötigte,

war den Beteiligten von Anfang an klar. Die Bauleitung lag, dem Objekt gemäss, beim Architekten. Da sich aber die im Bereich der drei Untergeschosse anfallenden Arbeiten zu über 70% aus Spezialtiefbauarbeiten zusammensetzten, suchte man Lösungen, welche dem Bauingenieur grössere Kompetenzen und Mitsprache ermöglichten, als es die übliche Baukontrolle nach der Honorarordnung vorsieht. In der Folge beteiligte sich der Bauingenieur an der technischen Seite der Bauleitung:

- In den kritischen Phasen tägliche Anwesenheit auf der Baustelle.
- Teilnahme an allen Bausitzungen.
- Weisungsrecht auf der Baustelle gegenüber der Bauunternehmung.

Diese Beteiligung des Ingenieurs an der Bauleitung erwies sich als äusserst gut und produktiv, konnte doch so allen Belangen und Wünschen der Bauleitung, des Ingenieurs und der Unternehmung jederzeit rasch und kompetent Rechnung getragen werden.

Adresse des Verfassers: Rudolf Heim, dipl. Bauing. ETH/SIA, Ingenieurbüro Eichenberger AG, Beratende Ingenieure ASIC/SIA, Sumatrastr. 22, 8006 Zürich.

ASIC-Artikelreihe

Neubau der Parkgarage Burggraben St. Gallen

Fünfgeschossige Tiefgarage in «Deckelbauweise» erstellt

Im Bereich der Vorgärten der Häuserzeile am Burggraben wurde nach einjähriger Bauzeit eine fünfstöckige Tiefgarage erstellt. Mit einem Angebot von 450 Parkplätzen stellt sie einen Beitrag zur Linderung der Parkplatznot an der Peripherie der autofreien Altstadtzone dar. Die Parkgarage Burggraben ist einerseits durch die ebenfalls neu erstellte Unterführung Bohl mit der bestehenden Parkgarage Stadttheater verbunden, andererseits führt eine neue Verbindung die Besucher unter der Brühlgasse hindurch direkt ins Einkaufszentrum Spisermarkt und über eine Rolltreppe in die Fussgängerzone Spisergasse der Altstadt.

Allgemeines

Die Baustelle von 130 m Länge und 14–28 m Breite wird an der westlichen Längsseite von der lückenlosen Häuserfront der Brühlgasse (ehemalige Stadtmauer) und an der östlichen Längsseite von der Ausfallstrasse nach Trogen (mit Strassenbahnverkehr) begrenzt. Die beiden kurzen Seiten sind durch stark befahrene Plätze und Strassen

bzw. durch eine bestehende Unterführung begrenzt.

Zu erwähnen ist, dass die Parkgarage ganz in das Areal des ehemaligen Burggrabens (früher zum Schutz der Stadt) zu stehen kommt. Dieses in bezug auf Deformationen heikle Umfeld sowie der anstehende wechselhafte Baugrund bewogen den Projektverfasser, für die Bauausführung die sogenannte Deckelbauweise, d.h. einen Bauvorgang von

oben nach unten, vorzuschlagen (siehe Bild 1 und 2).

Dieses Bauverfahren erfordert für die Nachbargrundstücke wenig Eingriffe; es müssen keine Erdanker eingebaut werden. Da dieser Bauvorgang mit einer steifen Ausspriessung der Baugrube durch die definitiven Decken deformationsarm ist, sind die Risiken auf ein Minimum reduziert.

VON ALDO BACCHETTA,
ZÜRICH,
WERNER KAST,
ST. GALLEN

Hauptabmessungen

Länge: 130 m

Breite: 14 bis 28 m

Tiefe: Fünf Geschosse à 2,70 m = 13,50 m

Schlitzwand: 60 cm stark, bis 25 m tief, in Moräne eingebunden

Decken: Flachdecken mit Dachgefälle, 25 bis 35 cm stark