

# Passage Bahnhofstrasse, Unterquerung des Südtrakts

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

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **110 (1992)**

Heft 21

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-77914>

## **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.

stehungszeit auch bei einer modernen und verständnisvollen Nutzung beibehalten werden können und dass damit ein Verzicht auf Musealität möglich ist oder auf Plastic-Nostalgie à la Heidi- oder Disneyland.

### Ergänzende Planung Südtrakt 1989-1992

Die SBB haben im Rahmen des Plan-genehmigungsverfahrens 1986 für die Bauvorhaben Südtrakt die folgende Stellungnahme abgegeben:

«Im Sinne der Erhaltung von Baudenk-mälern ist von den SBB geplant und wird angestrebt, die ursprüngliche Archi-tektur des Südtraktes bei sich bie-tender Gelegenheit wieder sichtbar zu machen.» (Plangenehmigungsverfü-gung 26.3.86)

In diesem verantwortungsvollen Sinne haben die Schweizerischen Bundesbah-nen und alle Beteiligten bis heute die Restaurierung eines der bedeutendsten

Werke der Schweizer Eisenbahn-Ar-chitektur vorangetrieben. In diesem Sinne auch wurde 1989 ein Gesamtplan für die Fortführung der Restaurie-rungsanstrengungen erstellt, unter Ein-schluss auch derjenigen Bauteile, die aus Altersgründen in den nächsten Jah-ren überholungsbedürftig werden und deren installationsmässige Infrastruk-tur im Rahmen der Buffetkeller- und Energiesanierung weitgehend bereits erstellt ist. Es ist dabei vorgesehen, dass die ursprüngliche Raumstruktur, das Wegschema Kuppelhalle-Wandelhal-len-Korridore-Restaurationen-Wart-säle in seinen Grundzügen wiederher-gestellt und wieder erlebbar gemacht wird, unter der selbstverständlichen Berücksichtigung der heutigen Nut-zungsanforderungen. Die durchgeführ-ten Nutzungsanalysen haben speziell im Gastrobereich gezeigt, dass die Wieder-herstellung der ursprünglich durchlässi-gen Gebäudestruktur durchaus kompa-tibel ist mit einem modernen Gastro-konzept.

Auf der Grundlage der Südtrakt-Ge-samtplanung von 1989 hat die General-direktion den SBB einen Projektie-rungsauftrag für die Fertigstellung der Südtraktrestaurierung erteilt, mit fol-genden Zielsetzungen:

- Attraktive und wirtschaftliche Nut-zungsmöglichkeiten für das Reisepu-blikum und die Bevölkerung aus den umliegenden Gebieten.
- Fertigstellung der vollständigen Er-neuerung der technischen Installatio-nen.
- Fertigstellung der denkmalpflegeri-schen Restaurierung des Südtraktes.

Das Vorprojekt für die zweite Etappe der Südtrakt-Restaurierung liegt vor; es wird damit gerechnet, dass die hauptsächlichen Arbeiten bis 1999 durchgeführt und abgeschlossen wer-den könnten (Bilder 4 bis 6).

Adresse des Verfassers: Dr. sc. techn. Tönis Kask, dipl. Arch. ETH/SIA, Kask + Mermod Architekten, Buchzelgstr. 65, 8053 Zürich

## Passage Bahnhofstrasse, Unterquerung des Südtrakts

**Die Passage Bahnhofstrasse dient als Verbindung des neuen Bahnhofs «Museumstrasse» der S-Bahn Zürich mit der bereits bestehenden Fussgängerpassage Shop-Ville unter dem Bahnhofplatz. Das Untergeschoss des 1867 bis 1871 gebauten, eingeschossig unterkellerten Südtraktes des Hauptbahnhofes wurde vorgängig umgebaut und die Fundamente unterfangen. Der Bau der Passage Bahnhofstrasse erfolgte anschliessend bergmännisch unter dem umgebauten Kellergeschoss hin-durch von der Bahnhofhalle her.**

Im Rahmen des Baus des Bahnhofs Mu-seumstrasse der S-Bahn Zürich wurden auch die Fussgängerverbindungen im

VON RUDOLF HEIM, ZÜRICH

Hauptbahnhof neu konzipiert. Der Fussgänger sollte vom Shop-Ville direkt - ohne nochmaliges Treppensteigen - in die Halle Landesmuseum gelangen. Zu diesem Zwecke wurden die beiden Fussgängerverbindungen Passage Lö-wenstrasse und Passage Bahnhofstrasse errichtet.

Da die Passage Bahnhofstrasse unter dem ersten Untergeschoss des 1867 bis 1871 gebauten Südtraktes hindurch ver-läuft, standen zwei verschiedene Bau-

vorgänge zur Diskussion: Die eine Va-riante hätte darin bestanden, den Kel-ler im Bereich der Passage abzubre-chen, die bestehenden Fundamente zu unterfangen und die Passage und an-schliessend das 1. Untergeschoss in einer offenen Baugrube zu erstellen. Dies hätte eine empfindliche Behinde-rung des Fussgängerverkehrs in der in der Verlängerung der Bahnhofstrasse liegenden Querhalle Süd sowie der daran angrenzenden Geschäfte gehabt sowie den Buffetbetrieb im ersten Un-tergeschoss (Bäckerei und Küchen der Bahnhofrestaurants) erheblich erschwert. Aus diesen Gründen sowie aus Kosten- und Terminüberlegungen wurde der andere, im folgenden be-schriebene Bauvorgang gewählt.

### Umbauten und Vorbereitungsarbeiten im 1. Untergeschoss

Die bestehenden Kellerwände im 1. Un-tergeschoss wurden sukzessive entfernt und entweder durch Stahlträger oder - wo möglich - in einer späteren Bau-phase durch armierte Betonscheiben ersetzt (Bild 1). Gleichzeitig wurden die bestehenden Böden entfernt und grossflächig bis auf die Tiefe der beste-henden Pfeilerfundamente ausgeho-ben. Diese Fundamente und die dazwi-schenliegenden tragenden Kellerwände wurden nun in mehreren kleinen Eta-pen mit Presspfählen unterfangen (Bil-der 2 und 3). Diese Presspfähle wurden auf eine Nutzlast von 400 kN ausgelegt und hatten in der zweiten Bauphase (Aushub der Passage im 2. Unterge-schoss) auch zeitweise als rühlwand-ähnlicher Baugrubenabschluss zu die-nen.

Bei der vorhandenen Fundamentbelas-tung von rund 500 kN/m<sup>2</sup> ergab sich ein Abstand der Presspfähle von im Mittel 80 cm. Aus Sicherheitsgründen wurden die Pressnischen jeweils für maximal drei Pfähle ausgehoben. Der vorhande-ne Baugrund (siltig-sandiger Schotter mit grösseren Blöcken) ergab teilweise erhebliche Probleme beim Einpressen

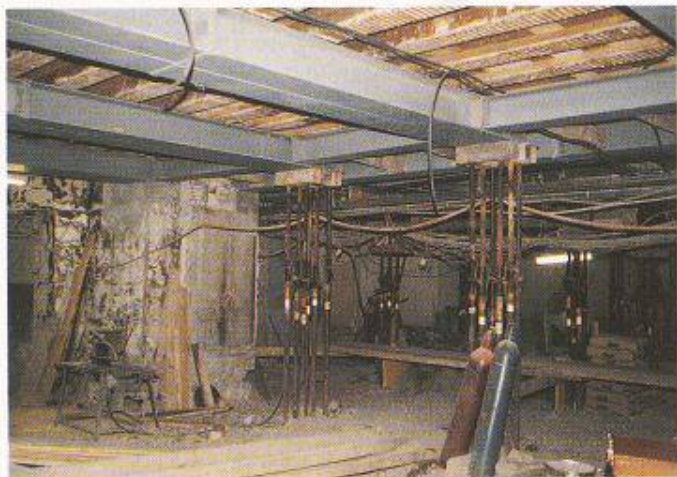


Bild 1. Abbruch der Wände im 1. Untergeschoss und Abstützung der Decke mit neuen Stahlträger-Unterzügen



Bild 2. Unterfangen der Pfeiler- und Wandfundamente mit Presspfählen

der Pfähle: Zum Teil mussten Pressen bis 1500 kN Presskraft eingesetzt werden, und in grösseren Bereichen wurden nur sehr geringe Vortriebsleistungen von im Mittel wenigen Zentimetern pro Stunde erreicht.

Die Prüfung der Presspfähle erfolgte bei einer Last von 750 kN. Analog zu den Ankerprüfungen nach SIA 191 durfte der maximale Lastabfall in den

ersten fünf Minuten 2% nicht überschreiten bzw. allenfalls in den folgenden zehn Minuten höchstens 1% betragen. Waren diese Bedingungen nicht erfüllt, musste weiter gepresst werden.

Die neue Bodenplatte des 1. Untergeschosses bildet im Endzustand die Decke der Passage Bahnhofstrasse und liegt auf deren Seitenwänden auf. Im Bauzustand waren diese Aussenwände aber noch nicht vorhanden, so dass die Decke über dem 2. Untergeschoss wie bei einer Deckelbauweise auf Pfählen aufgelegt werden musste. Diese Pfähle wurden als Kleinbohrpfähle ebenfalls aus dem 1. Untergeschoss heraus erstellt (Bild 4).

Die Arbeitshöhe zur Erstellung der Mikropfähle betrug je nach Lage nur 2,5 m. Als Pfähle wurden Stahlrohre mit Aussendurchmessern von 114 und 127 mm und Wandstärken von 17 bzw. 14 mm verwendet. Diese Stahlrohre wurden – in Etappen beim Einbau zusammengesetzt – in Bohrlöcher von rund 190 mm Durchmesser versetzt und eingemörtelt. Die Nutzlast der Mikropfähle betrug maximal 250 kN. Diese eher geringe Nutzlast ist dadurch zu erklären, dass zwei einschränkende Faktoren berücksichtigt werden mussten:

- Die Zugänglichkeit im ersten Untergeschoss beschränkte die Wahl der Bohrmaschinen auf kleine, kompakte und dementsprechend leistungsschwächere Maschinen. Infolge der dadurch vorgegebenen maximalen Bohrdurchmesser konnten keine grösseren Stahlrohre eingebaut werden.
- Während den Aushubarbeiten in der Passage musste damit gerechnet werden, dass die Pfähle durch horizontale Kräfte beansprucht wurden (Anprall, Erddruck). Infolge der relativ grossen freien Pfahllänge im zweiten

Untergeschoss ergab sich durch diese zusätzliche Beanspruchung sowie durch die Einschränkung des maximalen Pfahldurchmessers (siehe oben) eine relativ geringe zulässige Vertikallast.

Da es einerseits nicht möglich war, die Mikropfähle vorzubelasten, andererseits aber keine allzugrossen Setzungen toleriert werden konnten, wurde der Ausbildung des Pfahlfusses grosse Aufmerksamkeit geschenkt. Die Pfähle mussten in der Höhe gestaffelt injiziert werden können, und je nach Druckverlauf und Injektionsgutverbrauch (Zement) wurden sie mehrfach injiziert.

Anschliessend an die Unterfangungs- und Pfahlarbeiten wurde die Bodenplatte des ersten Untergeschosses betoniert, welche dann – wie oben beschrieben – im Endzustand als Decke der im 2. Untergeschoss zu erstellenden Fussgängerpassage dient.

Sämtliche der hier beschriebenen Arbeiten im 1. Untergeschoss – Abbrüche, Einziehen von Stahlträger-Unterzügen anstelle der früheren Wände, Unterfangungen und Presspfähle, Mikropfähle, Betonieren der neuen Bodenplatte – wurden neben den äusserst engen Platzverhältnissen zusätzlich dadurch erschwert, dass der Küchenbetrieb der Bahnhofrestaurants nicht unterbrochen werden durfte.

### Bau der Passage Bahnhofstrasse im 2. Untergeschoss

Der Bau der Fussgängerpassage erfolgte in zwei Etappen: Der erste, grössere Teil wurde von der Seite der Bahnhofhalle her gebaut. Nachdem die neue zweigeschossige Halle ausgehoben war, konnte man die für den Bau der Halle errichtete Schlitzwand auf einer Länge von 9 m durchbrechen und den «Portalbereich» als Eingang zur Passage

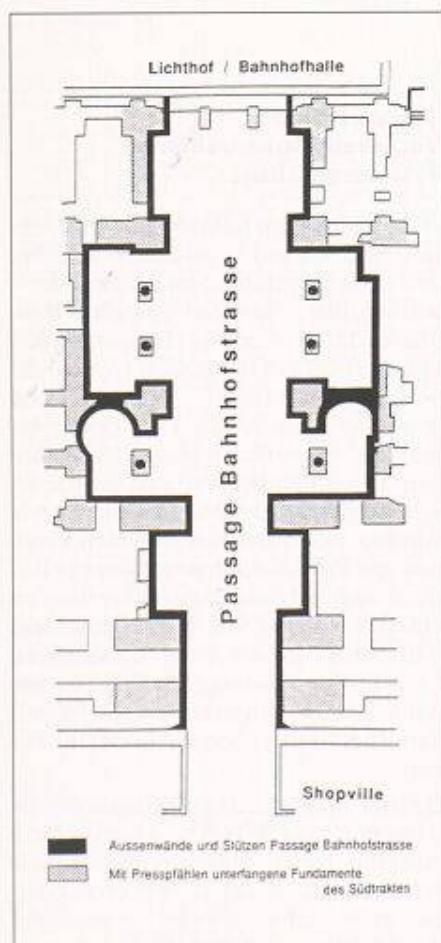


Bild 3. Grundriss der Passage Bahnhofstrasse (Fundamente des Südtraktes und neue Aussenwände der Passage)



Bild 4. Herstellen der Kleinbohrpfähle im 1. Untergeschoss (lichte Arbeitshöhe: 2,5 m). Diese Kleinbohrpfähle tragen im Bauzustand die neue Bodenplatte des 1. Untergeschosses (= Decke der Passage Bahnhofstrasse)



Bild 5. Aushub im 2. Untergeschoss für die Passage Bahnhofstrasse. Im Bild sichtbar die von oben erstellten Mikropfähle, welche die Decke stützen (Decke mit Unterzügen und untergehängten Elektrotrassees)

Bahnhofstrasse unterfangen. Anschliessend begann der bergmännische Vortrieb unter dem «Deckel» (Bodenplatte des ersten Untergeschosses) bis unter den Fussgängeraufgang vom Shop-Ville in die Querhalle Süd (Bilder 5 und 6). Zusammen mit dem bis zu 5 m hohen Aushub wurden die aus den Vorarbeiten im ersten Untergeschoss bereits vorhandenen Unterfangungen (in welchen die von oben abgeteufte Presspfähle einbetoniert waren) bis auf die endgültige Aushubsohle hinunter verlängert. Danach wurden die äussere Bodenplatte, die elastische Grundwasserisolation und die innere Bodenplatte eingebracht. Nachdem dann die Aussenwände und Stützen der Passage fertig betoniert und tragfähig waren und somit die Decke der Passage auf ihren endgültigen Tragelementen auflag, konnten die nun nicht mehr benötigten Mikropfähle entfernt werden (Bild 7). Der zweite Teil der Bauarbeiten für die Passage (Anschluss an das Shop-Ville)

wurde von der Seite des Bahnhofplatzes in Angriff genommen. Hierzu musste der rege benützte Fussgängeraufgang (eine Treppe und zwei Rolltreppen) abgebrochen werden. Um die Störung der Fussgängerströme möglichst gering zu halten, wurden diese Arbeiten zum spätest möglichen Zeitpunkt in Angriff genommen. Dieses kurze Reststück der Passage wurde nun in einer offenen Baugrube, welche anfänglich von der Seite des Bahnhofplatzes her erschlossen wurde, erstellt. Nachdem die Aushubsohle erreicht war, konnte die provisorische Abschlusswand, welche in der ersten Aushubphase von der Seite der Bahnhofhalle her errichtet wurde, durchbrochen werden und der «Durchstich» gefeiert werden (Bild 8). Anschliessend erfolgte der Zusammenschluss der einzelnen Bauteile (äussere Wanne, Isolation, Bodenplatte und Wände), und das erste Untergeschoss über der Decke der Passage Bahnhofstrasse wurde fertiggestellt.

### Einzelprobleme und Schwierigkeiten

#### Isolation

Die Passage Bahnhofstrasse liegt auf ihrer ganzen Länge im Grundwasser. Der höchste Grundwasserspiegel liegt bei 404,0 m ü.M., ein noch höheres Ansteigen des GW-Spiegels wird durch aktive Massnahmen (zwei Filterbrunnen im Bahnhofbereich) verhindert. Dieser höchste GW-Spiegel liegt noch knapp unter der tiefsten Deckenunterkante der Passage, so dass sie als oben offene, elastisch isolierte Wanne ausgeführt werden konnte. Die Bodenplatte und die Seitenwände wurden mit zwei Lagen kunststoffmodifizierten Bitumendichtungsbahnen von je 6 mm Stärke isoliert. Ein grosses Problem bildeten die 85 Mikropfähle und 24 Presspfähle, welche die Isolation durchdrangen: Mit nachträglich angeschweissten Festflanschen und losen Gegenflan-

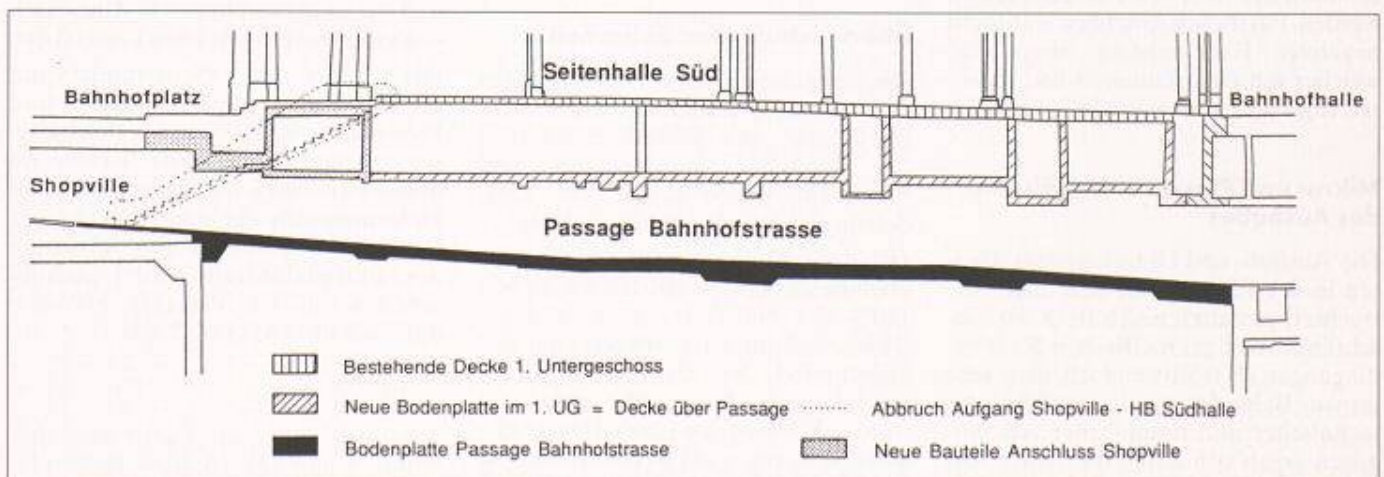


Bild 6. Längsschnitt durch die Passage Bahnhofstrasse (Shop-Ville-Bahnhofhalle)

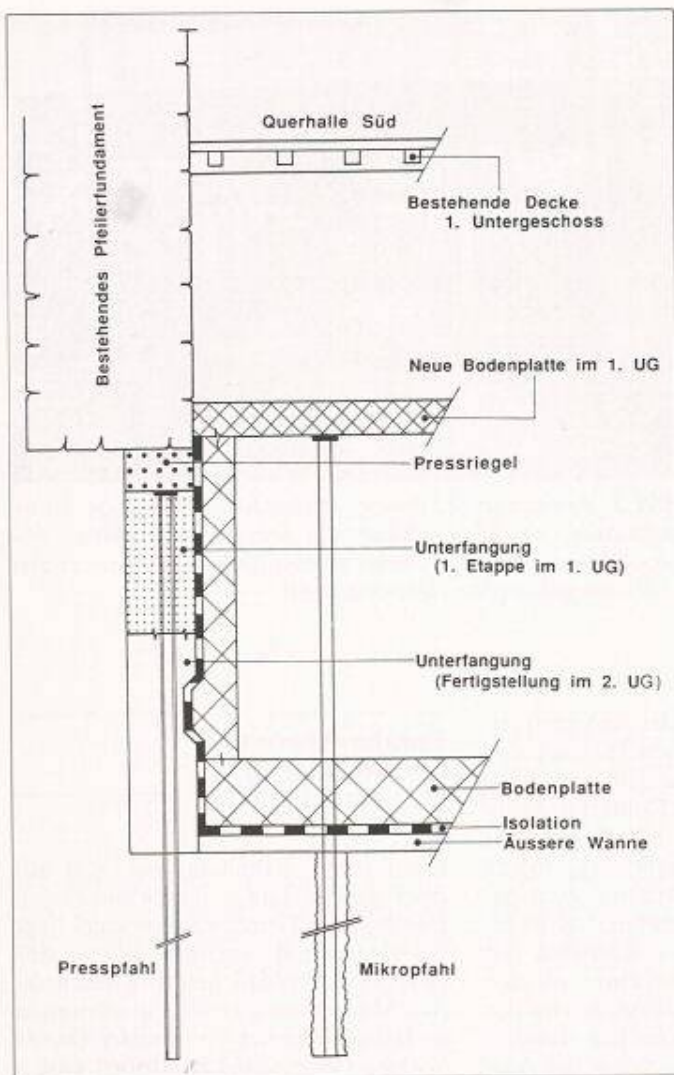


Bild 8. Blick vom Bahnhofplatz hinunter in den Anschlussbereich der Passage Bahnhofstrasse an das Shop-Ville. Oben: Stahlträger zur Abfangung der Decke des 1. UG (= Boden der Querhalle Süd), Mitte: neue Bodenplatte des 1. UG (= Decke der Passage), unten: Passage Bahnhofstrasse, «Endportal» des unterirdisch («bergmännisch») erstellten Teilstückes

Bild 7. Typischer Querschnitt durch die Passage Bahnhofstrasse

sehen, zwischen welchen die Isolation eingeklemmt wurde, wurde die Isolation an die Pfähle angeschlossen.

Der Anschluss an die benachbarten Bauteile auf der Seite der Bahnhofhalle erfolgte ohne Probleme, da die Isolation dort zur gleichen Zeit aufgebracht wurde. Auf der Seite Shop-Ville musste die neue Isolation der Fussgängerpassage an die alte, 20jährige Grundwasserisolation des Shop-Ville angeschlossen werden. Für diesen Anschluss wurde ein negativer Rücklaufstoss ausgeführt, welcher mit einem inneren und äusseren Injektionssystem ergänzt wurde.

### Mikro- und Presspfähle während des Aushubes

Die Aushub- und Unterfangungsarbeiten in der Passage (für sich allein betrachtet) gestalteten sich trotz der einschränkenden geometrischen Randbedingungen als relativ einfach. Eine sehr grosse Behinderung in ausführungstechnischer und terminlicher Art hingegen ergab sich durch die grosse Anzahl von Pfählen: Auf einer Grundfläche von rund 850 m<sup>2</sup> befanden sich

109 Mikro- und Presspfähle – die Presspfähle in den ausserhalb der Passage liegenden Unterfangungen nicht mitgerechnet. Dies bedeutete, dass jeder Pfahl im Mittel ein Umfeld von knapp 8 m<sup>2</sup> hatte bzw. ein mittlerer Pfahlabstand von 2,8 m resultierte. Dies verumglichte den Einsatz von grossen Aushubgeräten und bedingte kleine und wendige, aber entsprechend leistungsschwächere Geräte.

### Überwachung und Sicherheit

Die hauptsächlichsten Unsicherheiten lagen beim Verhalten der bestehenden Fundamente des Südtraktes während der Aushub-, Unterfangungs- und Presspfahlarbeiten sowie beim Lastsetzungsverhalten der Mikropfähle.

Die Presspfähle wurden – wie bereits oben beschrieben – auf einer Last von 190% der Nutzlast geprüft und anschliessend mit 120% vorgespannt und einbetoniert. Bei den Mikropfählen injizierte man, da sie nicht vorbelastet werden konnten, die Lastabtragstrecke äusserst intensiv, um so das Risiko von absoluten und differentiellen Setzungen möglichst gering zu halten.

Während der ganzen Bauzeit (Vorbereitungsarbeiten im ersten Untergeschoss und Bauarbeiten im zweiten Untergeschoss) überprüfte man laufend die an die Passage Bahnhofstrasse angrenzenden Pfeiler des Südtraktes und die neu betonierte Bodenplatte des ersten Untergeschosses durch ein Präzisionsnivellment. Im Erdgeschoss wurden zu diesem Zweck 39, im ersten Untergeschoss 24 Höhenfixpunkte versetzt und – je nach Bauphase – in Abständen von zwei bis sechs Wochen kontrolliert.

Die Setzungen der Pfeilerfundamente während der Unterfangungs- und Presspfahlarbeiten verliefen gleichmässig und erreichten Werte, welche im Mittel zwischen 3 und 5 mm lagen. Die Deformationen der neuen Decke der Passage (entsprechend den Setzungen der Mikropfähle während der Aushubarbeiten in der Passage) betragen durchschnittlich 0,5 bis 1 mm.

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