

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 109 (1991)
Heft: 18

Artikel: SZU-Station Hauptbahnhof: Sonderprobleme dieses Projektes
Autor: Felix, Marcel / Landis, Werner / Marth, Eduard
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-85928>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.02.2025

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

Sihltal-Zürich-Üetliberg-Bahn (SZU)

SZU-Station Hauptbahnhof

Sonderprobleme dieses Projektes

Im Rahmen der Verlängerung der Sihltal-Zürich-Üetliberg-Bahn (SZU) zum Hauptbahnhof Zürich war die neue Endstation unter dem bestehenden Fussgängergeschoss Shopville einzubauen, wobei die vor 20 Jahren für die U-Bahn vorsorglich erstellten Schlitzwände und Mittelabstützungen Verwendung fanden. Für die Realisierung des vollständig im Grundwasser liegenden Baukörpers mussten spezielle Methoden entwickelt werden. Mittels detailliert ausgearbeiteten und laufend nachgeführten Sicherheits- und Kontrollplänen wurde das Ausführungsrisiko auf ein jederzeit überblickbares Minimum reduziert.

Das Projekt

Beim Bau der Bahnhof-Passage Shopville vor gut 20 Jahren wurden vorsorgliche Massnahmen getroffen, um später

VON MARCEL FELIX,
WERNER LANDIS UND
EDUARD MARTH,
ZÜRICH

unmittelbar unter dem Fussgängergeschoss eine U-Bahn-Station einbauen zu können. Nachdem als Folge des ablehnenden Volksentscheides von 1973 die Realisierung einer U-Bahn – mindestens in der vorgesehenen Form – auch langfristig nicht zur Diskussion steht, wurde auf Grund eines umfangreichen Variantenstudiums mit verschiedenen Stationsanordnungen entschieden, die seinerzeit für die U-Bahn erstellten Schlitzwände und Mittelabstützungen für die SZU-Endstation zu verwenden. Nachdem sich die Schweizerische Rentenanstalt als Eigentümerin der Liegenschaft Habis Royal zu einem gleichzeitig mit der SZU-Verlängerung auszuführenden Neubau entschlossen hatte und die Stadt Zürich die Gelegenheit wahrnahm, die Fussgängerebene Shopville zu erweitern, war die Geometrie des Bauwerkes weitgehend gegeben (Bilder 1 bis 3).

Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

Der SZU-Baukörper liegt im Abschnitt Shopville hauptsächlich im Limmattal-schotter, welcher überwiegend aus siltig-sandigem Kies besteht. Die Schotter enthalten lokal Einschaltungen aus sandigen Seeablagerungen, welche beim Aushub und bei der Schlitzwandherstellung vorwiegend im südlichen Teil der Baugrube angeschnitten wurden.

Das Grundwasser zirkuliert mengenmässig in erster Linie im gut durchlässigen Limmattal-schotter. Die Speisung im Abschnitt Shopville erfolgt zur Hauptsache durch Infiltration von Flusswasser aus der Limmat. Der Grundwasserspiegel fällt leicht von der Unterführung Bahnhofquai in Richtung Schanzengraben.

Deckelbauweise im Bereich Habis-Royal-Gessnerallee

Das ursprüngliche Projekt sah in diesem Bereich eine offene Baugrube mit verankerten Schlitzwänden vor. Nachdem schon sämtliche Abschlusswände erstellt und die Aushub- und Verankerungsarbeiten in vollem Gange waren, unterbreitete die Unternehmung den

Vorschlag, im Bereich Habis-Royal aus Termingründen auf eine Deckelbauweise umzustellen. Dieser Unternehmervariante entsprechend wurde in aller Eile ein Projekt ausgearbeitet, bei welchem die Decke über dem zweiten Untergeschoss derart ausgebildet war, dass gleichzeitig mit der Errichtung der weiteren Untergeschosse der terminlich auf dem kritischen Weg liegende Neubau des Habis-Royal hochgezogen werden konnte (Bild 4).

Eine Gegenüberstellung des ursprünglichen Projektes und des Unternehmervorschlages ergab ungefähre Kostengleichheit. Den Mehraufwendungen bei der Deckelbauweise für Umprojektierungen, Pfählungen, Deckelherstellung und Inkonvenienzen infolge Behinderungen durch Pfähle und Spriessungen usw. standen Einsparungen bei den Ankerarbeiten und insbesondere Mietzins-Mehreinnahmen (bzw. die Abwendung entsprechender Ersatzforderungen) infolge des um ein Jahr früheren Bezugstermines der Liegenschaft Habis-Royal gegenüber. Auf Grund der wesentlich kürzeren Bauzeit für die Unternehmervariante gaben die Bauherrschaften SZU und Rentenanstalt der Deckelbauweise den Vorzug.

Neu diente die Decke über dem zweiten Untergeschoss auch als Spriessung zwischen den Baugrubenwänden, wodurch auf die 2. Ankerlage verzichtet werden konnte. Seitlich wurde diese Deckenplatte an den bereits erstellten Schlitzwänden aufgehängt, während im Mittelbereich 40 provisorische Bohrpfähle mit Stahlprofilen die Stützfunktion übernahmen (Bild 5). Um allfällige Setzungsdifferenzen ausgleichen zu können, wurden über jedem Stützenkopf hydraulische Flachpressen eingebaut. Die regelmässig durchgeführten Deformationskontrollen ergaben unter Pfahllasten bis 4000 kN Einsenkungen von max. 5,5 mm und Setzungsdifferenzen zwischen benachbarten Pfählen von max. 3 mm, so dass sich während der ganzen Bauzeit ein Aufpressen erübrigte.

Der Aushub konnte bergmännisch mit dem Bagger und Trax unter dem Deckel entfernt werden, wobei dem Schutz der Pfähle gegen seitliche Anprallkräfte besondere Aufmerksamkeit zu schenken war. Die Grundwasserspiegelabsenkung erfolgte innerhalb der Baugrube mit Hilfe von vier Grossfilterbrunnen und entlang den Schlitzwänden mittels Klein- und Wellpointfilterbrunnen, wobei die für die Baulose Sihl und Selnau installierte grossflächige

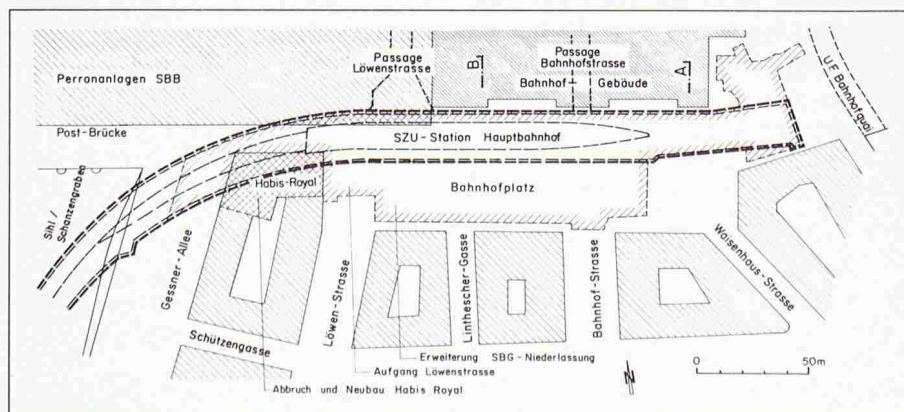


Bild 1. Situation SZU-Station Hauptbahnhof

Feldabsenkung diese Arbeiten wesentlich erleichterte.

Bau der SZU-Station unter dem bestehenden Shopville

Die Bilder 6 und 7 zeigen das Vorgehen unter Verwendung der für den Bau der U-Bahn vorsorglich erstellten Bauteile. Der Bauvorgang hatte mannigfaltigen Randbedingungen zu genügen. Insbesondere musste das als Fussgängerunterführung und Ladenzentrum genutzte Shopville während der gesamten Bauzeit ohne wesentliche Einschränkungen in Betrieb bleiben, weshalb die Bauarbeiten nur von der vorgängig erstellten Baugrube Habis-Royal aus unter das bestehende Bauwerk vorgetrieben werden durften. Das Problem wurde dadurch erschwert, dass die bestehenden Schlitzwände wohl für den Bau einer U-Bahn-Station ausgereicht hätten, sich jedoch als Baugrubenabschlüsse für einen Bahnhof mit normalem Rollmaterial und dem daraus resultierenden Mehraushub von etwa 2,5 m Höhe ohne zusätzliche Sicherungsmassnahmen als völlig ungenügend erwiesen. Einerseits waren die Schlitzwände – auf hydraulischen Grundbruch berechnet – viel zu kurz und andererseits entsprach die eingelegte Armierung nicht dem neu zu erwartenden Belastungsbild. Das hydraulische Problem wurde gelöst, indem der Grundwasserspiegel mittels ausserhalb der Baugrube angeordneten Grossfilterbrunnen um mehrere Meter abgesenkt und die Wasserhaltung in der Baugrube durch Kleinfiterbrunnen sichergestellt wurde, so dass auf die Baugrubensohle keine Sickerströmung wirkte. Die Tragfähigkeit der Schlitzwände im Bauzustand wurde durch die Reduktion des Wasserdruckes als Folge der Grundwasserabsenkung und durch die Anordnung von vorgespannten Lockergesteinsankern bzw. Spriessungen sichergestellt. Besondere Beachtung war dem unmittelbar neben der Baugrube stehenden Hauptbahnhofgebäude zu schenken, dessen denkmalgeschützte Fassade Fundamentlasten bis zu 1000 kN/m aufweist.

Beim Bau der Fussgängerunterführung Shopville im Jahr 1969 wurden aus der Baugrube Schlitzwandkreuze abgeteuft, auf welche im Schutze von aufgesetzten, grosskalibrigen Stahlrohren massive Vollstahlstützen von 300 mm Durchmesser versetzt wurden (Bilder 2, 3 und 7). Zwischen der Bodenplatte des Shopville und den Stützenkopfpfatten dieser Mittelabstützungen waren zum Ausgleich von Setzungsdifferenzen vorsorglich je zwei hydraulische Flachpressen mit einer Hubkraft von je 8000

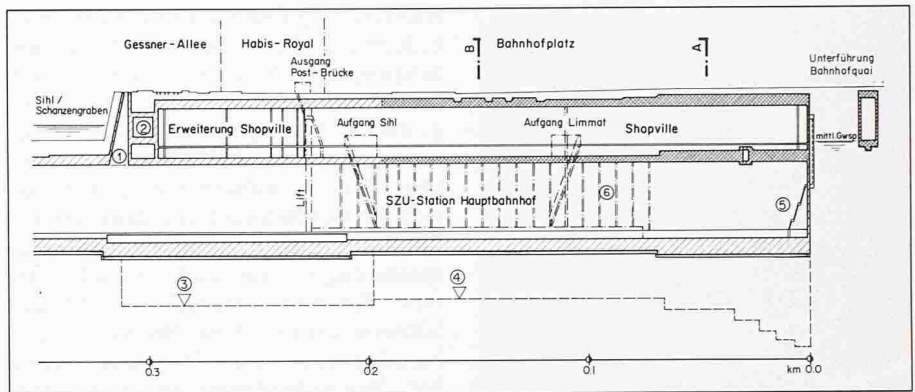


Bild 2. Längensprofil durch SZU-Station Hauptbahnhof, 5fach überhöht: 1 – Luftschwallöffnungen; 2 – Hochwasserentlastungskanal; 3 – UK neu abgetieft Schlitzwand; 4 – UK bestehende Schlitzwand unter dem Shopville; 5 – Fluchtweg Seite Limmat; 6 – Bestehende Mittelabstützungen

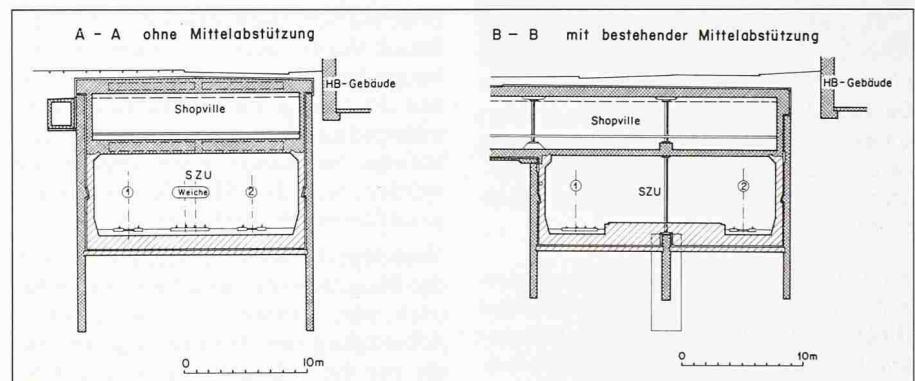
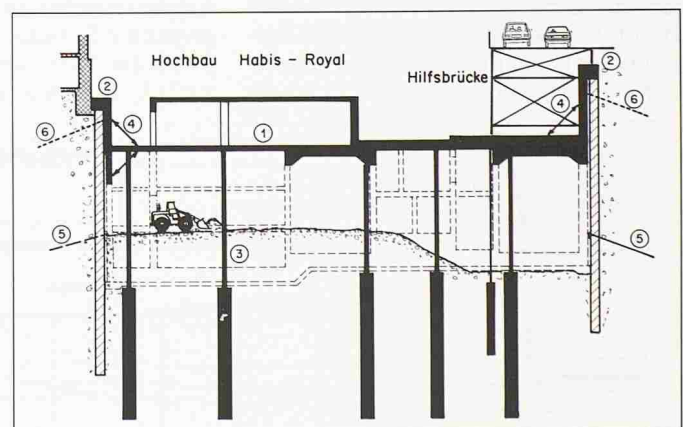


Bild 3. Querschnitte unter dem Shopville

Bild 4. Deckelbauweise im Bereich Habis-Royal Querschnitt mit Aushubphase: 1 – Decke über 2. Untergeschoss («Deckel»); 2 – Aufhängung des Deckels auf seitlichen Schlitzwänden; 3 – Stahlstützen in provisorischen Bohrpfählen; 4 – Schrägsprisse; 5 – 3. Ankerlage; 6 – 1. Ankerlage ausgebaut



kN und einem Hubweg von je 25 mm eingebaut worden. Vor dem Beginn des bergmännischen Aushubes unter dem Shopville wurde je eine Flachpresse pro Abstützpunkt soweit aktiviert, dass die Stützen und die sie tragenden Schlitzwandkreuze rund 10% über das zukünftige Mass belastet wurden. Die dabei gemessenen Schlitzwand-Einsenkungen betragen 2 bis 6 mm. Nachfolgende Setzungen infolge Aushub, Grundwasserabsenkung und Baugrundbelastung durch die SZU-Bodenplatte wurden nur noch in geringem Masse von 2 bis 4 mm festgestellt, womit die zulässigen Setzungsdifferenzen zwischen Nachbarpunkten während der ganzen Bauzeit nicht überschritten wurden und sich

ein weiteres Aufpressen erübrigte. Nach Bauende wurden die Pressen ohne nochmalige Hubänderung ausinijiziert.

Vor dem Beginn der Aushubarbeiten wurde der Grundwasserspiegel aus der Baugrube Habis-Royal heraus bis unter die Bodenplatte des Shopville abgesenkt (Bild 6, Kurve 1). Nun konnte im Schutze der bestehenden Schlitzwände ein rund fünf Meter hoher Tunnel bergmännisch unter das Unterführungsbauwerk vorgetrieben werden (Bild 7b). Das Lockergestein wurde mittels Trax zur Tagbaustelle Löwenstrasse transportiert. Um die Mittelstützen gegen den möglichen Anprall von Baufahr-

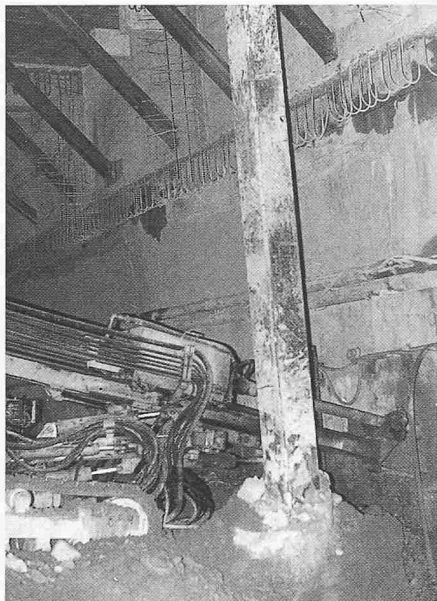


Bild 5. Einbau der Ankerlage unter dem Deckel. Oben sichtbar sind die Schrägspriessse vom Deckel auf die vorgängig betonierete Wandschürze. Im Vordergrund einer der 40 Bohrpfähle mit Stahlprofil.

zeugen zu schützen, wurden die seinerzeit für die Stützenmontage versetzten Blechrohre von 120 cm Durchmesser erst nach Beendigung der Aushubarbeiten entfernt.

Fortschreitend mit den Aushubarbeiten aus dem rund fünf Meter hohen Hohlraum waren laufend *KleinfILTERBRUNNEN* abzuteufen, um so das Grundwasserniveau vor Kopf immer unter die

Aushubsohle absenken zu können (Bild 6, Kurve 2). Bei voller *Grundwasserabsenkung* (Bild 6, Kurve 3) stellten sich die Wasserstände ausserhalb der Baugrube auf der Südseite ungefähr auf der prognostizierten Höhe, rund 4–5 m über der Aushubsohle ein, während sich auf der Bahnhofseite dank der gut funktionierenden grossflächigen Feldabsenkung ein um rund 1,5 bis 4 m tieferer Grundwasserpegel als auf der Südseite ergab. Diese Beobachtungen konnten noch in die Dimensionierung der Baugrubensicherung einfließen, wodurch die Ankerkräfte auf der Bahnhofseite teilweise massiv reduziert werden konnten. Die unterschiedliche Absenkungswirkung lässt sich aus den durch die Bauarbeiten zusätzlich gewonnenen Bodenaufschlüssen erklären. Auf der Bahnhofseite lagen die innerhalb der Baugrube abgeteufte KleinfILTERBRUNNEN durchwegs im Limmattalschotter, während auf der Südseite teilweise feinkörnige Seeablagerungen angetroffen wurden, was das Abteufen von Wellpointfiltern erforderlich machte.

Nachdem die Wasserhaltung innerhalb der Baugrube voll installiert und in Betrieb war, konnte in einem nächsten Arbeitsgang der Aushub ungefähr auf die für die U-Bahn vorgesehene Kote abgeteufte werden (Bild 7c). Auf dieser Höhe eingebaute *Lockergesteinsanker*, welche teilweise durch hydraulisch vorgespannte Spriessse ersetzt wurden, bildeten die Voraussetzung für den Endaushub. Ihre Anordnung und die Vor-

spannkraft wurde so gewählt, dass nicht nur der Schlitzwandfuss im erforderlichen Masse entlastet, sondern auch die Beanspruchung der Wand derart beeinflusst wurde, dass die früher für den Bau der U-Bahn eingelegte Armierung unter Anwendung von plastischen Berechnungsansätzen auch den neuen Gegebenheiten genüge.

Der *Endaushub* geschah in kleinen *Etappen* von 7,40 m Länge. Im gleichen Arbeitsgang wurde sofort eine 30 cm starke Stahlbetonplatte eingebracht, welche als *Horizontalspriess* zwischen den Schlitzwänden diente (Bild 7d). Entlastungsstützen verhinderten, dass durch ein unvorhergesehenes Ansteigen des Grundwassers grössere Auftriebskräfte als zulässig auf die Spriessplatte hätten einwirken können. Infolge des auf 7,40 m Länge beschränkten Risikobereiches wären beim Eintreten von kritischen Ereignissen sofortige und gezielte Gegenmassnahmen möglich gewesen. Die schmal gewählten Aushubetappen bewirkten zudem auch, dass sich bei grösseren Bewegungen im Bereich der Baugrubenabschlüsse zwischen der bereits erstellten Spriessplatte und dem noch nicht abgetragenen Erdkeil eine *Gewölbewirkung* im Bodenmaterial hätte aufbauen können.

Nach dem Aufbringen der *Grundwasserabdichtung* auf der Spriessplatte und den Schlitzwänden konnten die *Bodenplatte* und die *Wände* abschnittsweise

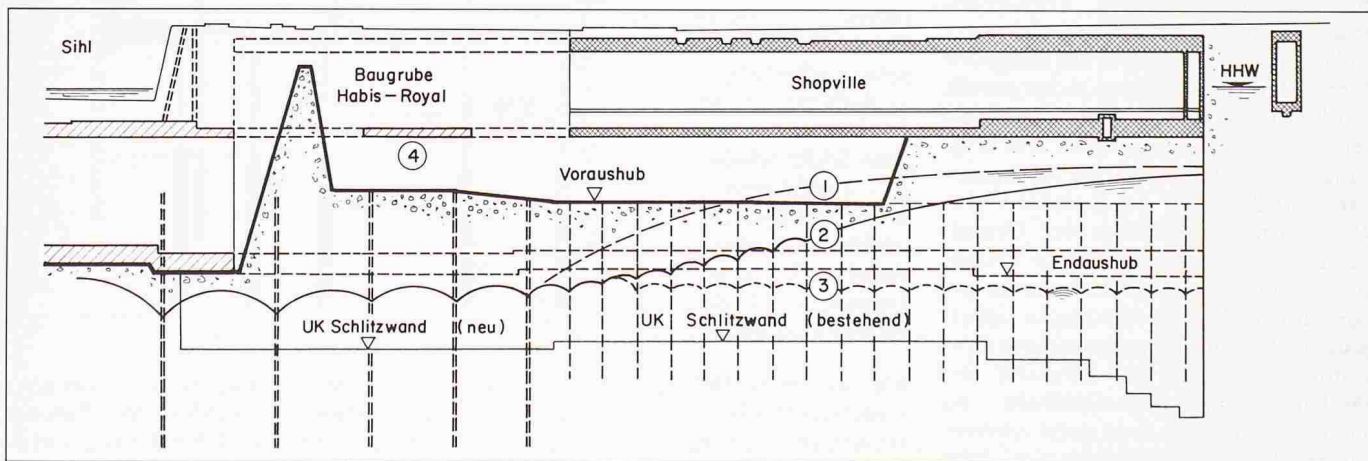


Bild 6. Längsschnitt, 5fach überhöht, mit Grundwasserabsenkung: 1 – Absenkung aus Baugrube Habis-Royal; 2 – Zusätzliche Absenkung infolge Betrieb KleinfILTERBRUNNEN und Wellpoint; 3 – Absenkung während Endaushub; 4 – Deckelbauweise

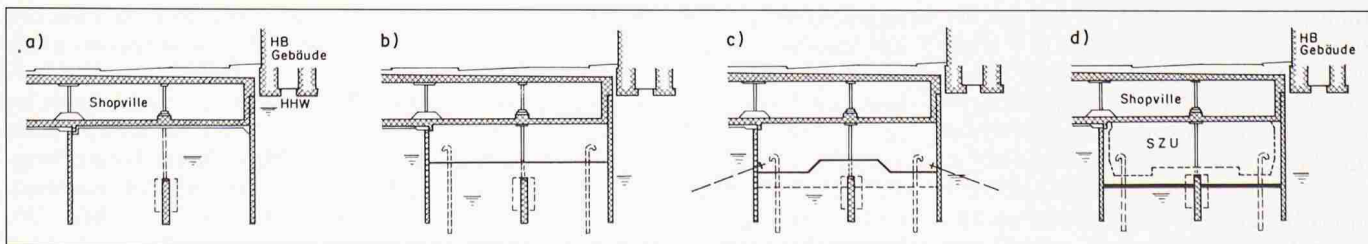


Bild 7. Querschnitte mit Bauvorgang unter bestehendem Shopville: a) Vorsorgliche Massnahmen für U-Bahn. Grundwasserabsenkung aus Baugrube Habis-Royal; b) Voraushub. Wasserspiegelabsenkung mit KleinfILTERBRUNNEN; c) Etappenweiser Aushub und Einbau der Anker; d) Etappenweiser Endaushub und Einbau Stahlbetonplatte («Horizontalspriess»)

betoniert werden. Die provisorischen Lockergesteinsanker wurden dem Arbeitsfortschritt entsprechend entspannt und ausgebaut.

Wie bei der Wasserhaltung bewirkte der sehr heterogene Bodenaufbau auch bei den Ankerarbeiten *verschiedene Anpassungen auf der Baustelle*. So war es beispielsweise auf der Südseite unumgänglich, die Ankerhaftstrecken teilweise in die feinkörnigen Seeablagerungen zu legen. Die Auswertung von neun Versuchsankern zeigte, dass mit einer Nachinjektion bei den 7 m langen Verankerungskörpern bei 1,8facher Sicherheit Gebrauchslasten von 440 kN zulässig waren. An der Stirnseite in Richtung Limmat wurde mit den unteren Ankerbohrungen eine stark wasser-durchlässige Geröllschicht angebohrt. Der Wasserüberdruck von rund 5 m Höhe bewirkte ein teilweises Ausschwemmen des Injektionsmaterials und damit ungenügende Spannproben. Das Problem konnte gelöst werden, indem kurzfristig auf eine Spriessung und etappenweisen Einbau der äusseren Bodenplatte umgestellt wurde.

Der gewählte Bauvorgang war so angelegt, dass auf unvorhergesehene Randbedingungen oder Ereignisse sofort reagiert werden konnte. Dieses Konzept hat sich sehr gut bewährt, mussten doch während der ganzen Bauzeit keine Notmassnahmen ergriffen werden. Diese erfreuliche Tatsache ist sicher auch dem Umstand zuzuschreiben, dass der gesamte Bauablauf vor Baubeginn in einem detaillierten *Kontroll- und Sicherheitsplan* festgehalten und entsprechend den neuen Erkenntnissen laufend angepasst wurde. Kritische

Bauphasen wurden minutiös überwacht und die laufend erhobenen Messresultate mit den zulässigen Werten im Sicherheitsplan verglichen. Um den möglichen Ausfall der Wasserhaltung innerhalb der Baugrube zu minimieren, wurden die Saugleitungen der Vakuumanlage doppelt geführt und die Filterbrunnen bzw. Wellpoint-Lanzen alternierend an die eine oder andere Saugleitung angeschlossen. Daneben wurden verschiedene Netzanschlüsse sowie Notstromaggregate und Reserve-Vakuumpumpen bereitgestellt, um eine möglichst lückenlose Stromversorgung und Wasserhaltung sicherzustellen.

Weitere grundsätzliche Probleme

Im Verlauf der Planungs- und Projektierungsarbeiten mussten neben einer Vielzahl von Detailproblemen auch immer wieder Grundsatzfragen geklärt werden. Wie bei ähnlich gelagerten Bauten war beispielsweise die statische und konstruktive Verbindung der verschiedenen Baukörper und – damit zusammenhängend – die Anordnung und Ausbildung von Dilatations- und Arbeitsfugen ein wichtiges Thema. Dabei war nicht nur das unterschiedliche Bewegungs- und Deformationsverhalten zu berücksichtigen, sondern auch der unerwünschten Übertragung von Lärm und Erschütterungen Rechnung zu tragen.

Ein nicht zu unterschätzender Projektierungs- und Bauaufwand war zu leisten, um die Stabilität und den Betrieb der bestehenden Bauwerke – insbeson-

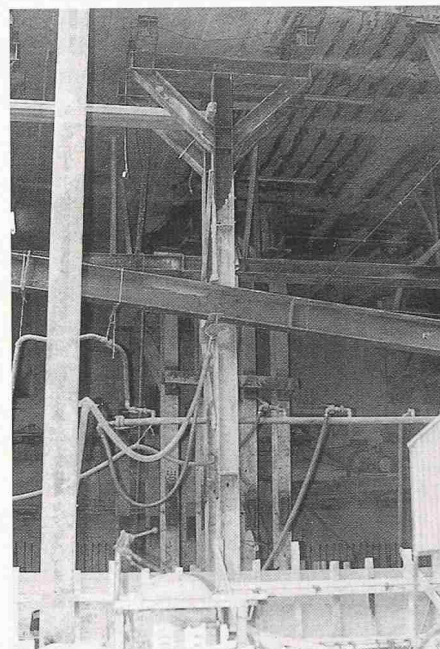


Bild 8. Vertikale und horizontale Abfang- und Stützkonstruktionen im Bereich SBG-Shopville

dere des Unterführungs- und Ladengeschosses Shopville – während allen Bauphasen sicherstellen zu können. Auch ist zu beachten, dass sich an solch exponierten Lagen der Bauvorgang weitgehend den teilweise sehr einschneidenden Randbedingungen unterzuordnen hat, was nicht selten zu Hilfskonstruktionen (Bild 8) und einer zusätzlichen Etappierung führt.

Adresse des Verfassers: Marcel Felix, Bauing. ETH, Werner Landis, dipl. Bauing. ETH und Eduard Marth, dipl. Bauing. ETH/SIA/ASIC, Ingenieurbüro Eichenberger AG, Summatrastr. 22, Postfach, 8023 Zürich.

Treibhauseffekt

Weltweite politische Aktivitäten

Am 28. und 29. November fand in Neuss/BRD die Klimatagung «Klimabeeinflussung durch den Menschen II, Aktueller Wissensstand, Denkbare Energietechniken und -strategien» statt, die vom Verein Deutscher Ingenieure veranstaltet wurde. Im folgenden wird ein Überblick und eine persönliche Bewertung über die nationalen und internationalen Aktivitäten gegeben, die sich insbesondere auf politischem Gebiet abspielen, um zu einem gemeinsamen Handeln im Rahmen der Gegenmassnahmen gegen den Treibhauseffekt zu kommen. Bei der nächsten grossen Klimakonferenz in Brasilien im Jahre 1992 wird erwartet, dass dann eine globale Klimakonvention unterzeichnet werden kann.

In biblischen Zelten hat man von vier apokalyptischen Reitern gesprochen, die die wesentlichen Bedrohungen der damaligen Welt verkörpern sollten. Diese symbolischen Gestalten aus dem

letzten Buch des Neuen Testaments der Johannes Offenbarung waren die Pest, der Krieg, die Hungersnot und der Tod. Die Menschen der damaligen Welt sahen sich in ihrer Existenz diesen Mäch-

ten mehr oder weniger hilflos ausgeliefert.

Wenn man heute über die grossen Bedrohungen des Globus als Ganzes nachdenkt, kann man durchaus eine Analogie zur damaligen Zeit herstellen. Nachdem die Entspannungspolitik zwi-

VON WALTER SEIFRITZ,
WINDISCH

schen Ost und West, bedingt durch das wirtschaftliche Desaster des Sozialismus marxistischer Prägung, weit voranschritt und sich abzeichnet, dass ein globaler Nuklearkrieg immer unwahrscheinlicher sein wird, sind die globalen Umweltprobleme in den Vorder-