

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	85 (1967)
Heft:	51
Artikel:	Unterirdische Verkehrsbauten mit geringer Störung des Strassenverkehrs, dargestellt am Beispiel des Stachus-Umbaues in München
Autor:	Pollinger, Walter
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-69613

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 07.02.2026

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

schiedene Ausführungsarten von Baugrubenwänden etwa folgende Aufwendungen entstanden sind:

für Rammträgerbohlwände	rund 100 DM/m ²
für Bohrträgerbohlwände	rund 150 DM/m ²
für Schlitz- oder Bohrpfahlwände	rund 500 DM/m ²

Insgesamt kann man einen ersten, wenn auch sehr groben Überblick über die etwa zu erwartenden Rohbaukosten erhalten, indem die Bodenaushubmengen mit einem mittleren m³-Preis von rund 100 bis 200 DM multipliziert werden. Dabei gilt der untere Wert für günstige Verhältnisse, das heisst leicht aushebbaren Boden, Anwendbarkeit von Rammträgerbohlwänden, geringen Umfang an Fahrbahnabdeckung, günstige Grundwasserverhältnisse, relativ schwache Beeinträchtigung durch benachbarte Bebauung und Verkehr usw., während der obere Wert bei sehr schwierigen Gegebenheiten anzusetzen ist.

Über Kosten von in bergmännischer Bauweise hergestellten Tunnelanlagen wird an anderer Stelle berichtet. Normalerweise erforderten bisher im Schildvortrieb gebaute Tiefbahnbauwerke etwa um 50 bis 100% höhere Gesamtaufwendungen als vergleichbare Projekte in offener Bauweise.

5. Historischer Rückblick und Auswirkung auf die Projektierung

Historisch gesehen kann eigentlich die bergmännische Bauweise für den Tiefbahnbau als die ältere angesehen werden, denn die erste elektrisch betriebene Untergrundbahnstrecke der Welt wurde in London im Untertagebau hergestellt und im Jahre 1890 in einer Länge von rund 4,5 km in Betrieb genommen. Es folgten dann bis zum Zweiten Weltkrieg die Städte Budapest 1896, Glasgow 1897, Paris 1900, Berlin und Boston 1902, Liverpool 1903, New York 1904, Philadelphia 1908, Buenos Aires 1911, Hamburg 1912, Madrid 1919, Barcelona 1923, Neapel und Los Angeles 1925, Tokio 1927, Oslo 1928, Athen 1930, Stockholm 1933, Moskau 1935, die mit nur wenigen Ausnahmen ihre Tunnelanlagen in der offenen Bauweise errichteten.

Es ist erstaunlich, dass die um die Jahrhundertwende entwickelte Berliner Bauweise im Prinzip nahezu unverändert – von der Rationalisierung einzelner Arbeitsvorgänge abgesehen – bis heute mit bestem Erfolg angewandt wird. Erst durch die technische Möglichkeit, von oben her im Schlitz- oder Bohrverfahren Stahlbetonwände herzustellen, die gleichzeitig Baugrubeneinfassung und Bestandteil des Bauwerkes sind, hat sich eine grundlegende Änderung der Baumethode

ergeben, die vielleicht in Verbindung mit der betontechnologischen Entwicklung zur einwandfreien Herstellung eines wasserdichten Betons auch unter schwierigen Baustellenverhältnissen geeignet ist, die bewährten konventionellen Methoden nach und nach abzulösen.

Ausser in ihrer Wirtschaftlichkeit liegt ein besonderer Vorteil bei allen offenen Bauweisen darin, dass bei der Trassierung eine möglichst geringe Tiefenlage gewählt werden kann, was sich bei einem etappenweisen Ausbau günstig auf die Rampenlängen auswirkt, dass weiterhin kompliziertere Kreuzungs- und Verzweigungsbauwerke relativ einfach herzustellen sind. Bei Baugrubentiefen über 20 m, das heisst bei mehr als 2½ facher Tiefenlage steigen allerdings die Kosten für die Baugrubenherstellung so stark an, dass dann die Anwendung bergmännischer Methoden vorteilhafter sein dürfte. Grundsätzlich sollte jedoch bei der Planung davon ausgegangen werden, dass jeder Meter Tiefe die Attraktivität und damit den Verkehrswert einer Bahnstation herabsetzt, auch wenn berücksichtigt wird, dass bei grosser Tiefenlage eine wesentlich freiere Streckenführung möglich ist, da die Trasse nicht wie bei der offenen Bauweise weitgehend den Strassenzügen folgen muss.

Zwar stehen beim Entwurf eines Tiefbahnenetzes kaum bautechnische Erwägungen im Vordergrund, jedoch sollten bei der detaillierten Trassenplanung und Gradientenfestlegung so früh wie möglich die Vor- und Nachteile der anwendbaren Baumethoden sorgfältig gegenüber abgewogen werden, damit in jedem Fall die wirtschaftlichste und verkehrsmässig optimale Lösung gefunden wird, bei der die Summe aus den einmaligen Herstellungskosten und den für einen angemessenen Zeitraum betrachteten laufenden Betriebskosten zu einem Minimum wird.

Allerdings können alle Untersuchungen und Vergleichsrechnungen immer nur einen Teil der möglichen Einflussfaktoren erfassen, so dass die letzten und wichtigsten Entscheidungen letzten Endes wohl stets von der fachlichen Qualifikation, dem technischen Gefühl und der vorausschauenden Phantasie des projektierenden und bauenden Ingenieurs und Architekten abhängen. In diesem Sinne ist allen an derartigen Tiefbahnenprojekten beteiligten Ingenieuren und Architekten für die Planung eine glückliche Hand und für die Ausführung nach U-Bahnbaumanier ein herzliches «Glück auf!» zu wünschen!

Adresse des Verfassers: Dipl.-Ing. Günter Maron, D-6 Frankfurt-Seckbach, Im Staffel 135.

Unterirdische Verkehrsbauten mit geringer Störung des Straßenverkehrs, dargestellt am Beispiel des Stachus-Umbaues in München

DK 711.7.002

Von Dipl.-Ing. W. Pollinger, Reg. Baumeister, München

Ausgehend von den Voraussetzungen der Planung, informiere ich Sie im folgenden über das Projekt selbst, erläutere dann die gewählte Baumethode und ihre Vorteile in bezug auf die Aufrechterhaltung des Verkehrs und gehe abschliessend noch auf die Baudurchführung wesentlicher Bauteile dieser Methode ein.

1. Planungsvoraussetzungen

Der Stachus in München, einer der verkehrsreichsten Plätze Europas, wurde nach dem Kriege auf Grund der hektisch steigenden Verkehrsfrequenzen sehr bald für die Verkehrsplaner das Sorgenkind Nr. 1. Daher ist es nicht verwunderlich, dass alsbald mit Planungen begonnen wurde, mit dem Ziel, die Leistungsfähigkeit dieses weithin bekannten Platzes zu steigern. Die Projekte reichten vom weitausholenden Ringverkehr in einer Ebene bis zu autbahnhähnlichen Knotenpunktlösungen in drei und vier Ebenen.

Grundlage aller Planungen war die Einbeziehung der drei hier vorherrschenden Verkehrssysteme, nämlich das für den Individualverkehr, der in den letzten Jahren täglich auf 120 bis 140 000 Fahrzeuge angestiegen ist, für die *Strassenbahn*, welche den Stachus in Nord-Süd- und Ost-West-Richtung kreuzt und zudem aus und zur Westrichtung tangential abzweigt mit täglich bis zu 3600 Strassenbahnen, und schliesslich für die bedeutenden *Fussgängerströme*, die den Platz als Passanten oder Fahrgäste überqueren oder tangieren, mit einer Tagesfrequenz von 5 bis 900 000 Menschen.

Die Voraussetzungen für einen durchgreifenden Umbau waren jedoch erst gegeben, als die Gesamtverkehrskonzeption im Rahmen des Stadtentwicklungsplanes feststand, welche schliesslich 1963 vom Stadtrat genehmigt wurde. Die Gesamtverkehrskonzeption gliedert sich dabei auf in:

- den Verkehrsplan für das übergeordnete Strassennetz,
- den U-Bahn-Netzlinienplan und
- den Plan für die einzurichtenden Fussgängerzonen.

Neu zu den Planungsgrundlagen für den Stachusumbau kam demzufolge das unterirdisch geführte Massenverkehrsmittel hinzu, und zwar einmal die

V-Bahn, das ist eine die beiden grossen, im Stadtgebiet liegenden Bahnhöfe (Hauptbahnhof und Ostbahnhof) verbindende Linie, welche die Deutsche Bundesbahn baut und betreibt. Sie stellt keine Stichlinie auf der etwas über 4 km langen Strecke dar, sondern ermöglicht sowohl vom Westen als auch vom Osten her die Durchleitung der Nahverkehrszüge der bestehenden 14 Vorortsstrecken, welche 40 km und mehr in die Region hineinreichen. Zum anderen waren es die geplanten *U-Bahn-Linien*, für welche beim Stachusprojekt nunmehr vorbereitende Baumassnahmen auszuführen sind, und zwar für eine Nord-Süd-Linie sowie eine Ost-West-Linie. Die beiden U-Bahn-Linien erhalten am Stachus einen gemeinsamen Bahnhof, wobei direkte Umsteigemöglichkeiten zum V-Bahnhof zu gewährleisten sind.

2. Ausführungsprojekt

Beginnend im Jahre 1964 wurde nun ein Projekt für den Karlsplatzumbau, ausgehend von der Oberflächengestaltung, erarbeitet. Hierbei galt es, insbesondere die Gleisanlagen für die Strassenbahn und die Fahrbahnen für den Individualverkehr für die ausserordentlich hohen Tagesfrequenzen verkehrsgünstig aufeinander abzustimmen, mehr Fahrspuren und eine Vergrösserung der Stauraumlängen vorzusehen sowie Gleisaufspaltungen, Doppelhaltestellen usw. zu schaffen, um eine optimale Knotenleistung zu erreichen.

Die über 67 m breite Sonnenstrasse, ein Teilstück des künftigen

Altstadtringes, und deren Fortsetzung bis zum Lenbachplatz-Süd gestattet bei bestmöglicher Nutzung des vorgegebenen Querschnitts die Abwicklung des Individualverkehrs und der Straßenbahn in einer gemeinsamen Ebene (Bild 1). Dies ist naturgemäß um so vorteilhafter, je mehr Verzweigungen vom Knoten her zu bedienen sind; denn Rampenanlagen in den verhältnismässig schmalen Anschlussstrassen, die durch ein Mehrebenenprojekt notwendig würden, sollte man im citynahen Bereich tunlichst vermeiden. Dazu sei noch bemerkt, dass die an der Oberfläche verbleibenden Straßenbahnen linienmäßig in den kommenden Jahrzehnten in dem Masse reduziert werden können, wie der unterirdische Ausbau des U-Bahn-Streckennetzes voranschreitet. Damit ist auf lange Sicht eine zusätzliche bedeutende Platzreserve für den Individualverkehr der Zukunft sichergestellt.

Klar war auch, dass bei den neu geplanten Fahrbahnbreiten von 15 und 18 m der Fußgängerverkehr nicht in dieser Ebene abgewickelt werden kann, da die hierfür benötigten Signalzeiten sich äußerst hemmend auf die übrigen Verkehrsabläufe ausgewirkt hätten. Der Fußgängerverkehr musste daher einmal vom Fahrverkehr her, zum anderen um die eigene Sicherheit mehr als bisher gewährleisten zu können, in einer zweiten Ebene geführt werden. Aus städtebaulichen Gründen entschied man sich für eine unterirdische Lösung.

Da eine platzartige Aufweitung des Fußgängergeschosses im Hinblick auf die hohe Verkehrs frequenz nicht zu umgehen war und zusätzliche Fußwegübergänge zum Beispiel im Süden im Bereich der Schwanthalerstrasse, im Westen die Fußwegverbindung Schützenstrasse-Bayerstrasse-Süd usw. ebenfalls niveaufrei geführt werden mussten, kamen Anliegerwünsche auf Erstellung von Basements und Einzelläden in sogenannten verkehrs freien Flächen den städtischen Überlegungen entgegen, weil dadurch eine sinnvolle und zweckmässige Kanalisierung des Fußgängerverkehrs, verbunden mit einer repräsentativen Gestaltung des Tiefgeschosses erreicht werden kann. Nicht zuletzt spielten dabei aber auch verständlicherweise wirtschaftliche Aspekte eine gewisse Rolle. Des weiteren sollte nach Möglichkeit eine unterirdische Andienung der Anlieger, insbesonders der Kaufhäuser, gewährleistet werden, um den Oberflächenverkehr dadurch zu entlasten. Der Warenumschlag findet im zweiten Tiefgeschoss statt, wo gleichzeitig die Andienung des neuen Ladenzentrums erfolgt.

Schliesslich musste auf Grund der gemeinsamen Überlegungen mit der Deutschen Bundesbahn der 37 m breite V-Bahnhof mit Zu- und Abgangsmöglichkeiten eingeplant, sowie ein Kreuzungsbauwerk für die künftigen U-Bahn-Linien vorgesehen werden, um beim Bau der U-Bahn den Betrieb der V-Bahn nicht zu beeinträchtigen.

Da bei all diesen Massnahmen das Grundwasser angeschnitten wurde und daher die erforderliche Umfassungswand in die wasserundurchlässige Schicht einbinden musste, ergab sich die Möglichkeit, den Raum südlich des V-Bahnhofes als Tiefgarage zu nutzen, wobei sich in horizontaler Fortsetzung der Decke und Sohle des V-Bahnhofes wegen der geringeren lichten Höhe rund 800 Abstellplätze für Kurz- und Mittelparker in zwei Geschossen anordnen liessen.

Damit war das Raumprogramm vollständig und dem Ingenieur und Architekt die Aufgabe gestellt, ein Mehrzweckbauwerk von ausserordentlichen Dimensionen zu planen und zu bauen. Die Lösung dieser ebenso bestechenden wie schwierigen Aufgabe wird nachstehend stockwerkweise kurz geschildert.

Oberfläche

Wie in Bild 1 dargestellt, erstreckt sich die Baumaßnahme auf einen Oberflächenbereich von rund 60000 m², wobei die Längenausdehnung in Nord-Süd-Richtung rund 500 m, in Ost-West-Richtung maximal 180 m beträgt. Das Tiefbauwerk selbst hat demgegenüber eine Grundfläche von 25000 m², mit einer Gesamtlänge von 270 m und einer maximalen Breite von 180 m.

Zwischen den Nord-Süd verlaufenden Richtungsfahrbahnen des Altstadtringes liegt im 30 m breiten, begrünten Mittelpflanzum die Gleisanlage für die Straßenbahn mit Vorsortierungs- und Haltestellenbereich. Die Fortführung der Straßenbahn in Richtung Neuhauser Strasse (wie bisher) ist von der Inbetriebnahme der V-Bahn (1972) an nicht mehr notwendig. Voraussichtlich muss jedoch dieser Straßenbahnbetrieb schon zum Zeitpunkt des V-Bahn-Baues (vom Frühjahr 1968 an) eingestellt werden; daher erfolgte die Anbindung dieses Netzes nur noch durch ein Provisorium. Künftig werden demnach die Straßenbahnlinien von Westen her am Karlsplatz tangential abgezweigt.

Die in den Altstadt-Ring einmündenden Hauptstrassen von Westen her, die Schwanthalerstrasse im Südbereich, die Bayerstrasse auf Karlsplatz-Mitte zuführend, sind entsprechend dem Gesamtverkehrsplan künftig als korrespondierendes Einbahnstrassenpaar eingeplant, wobei die Schwanthalerstrasse stadteinwärts, die Bayerstrasse stadtauswärts gerichtet ist.

Der Fußgänger als Passant und Fahrgäst erreicht über 20 Treppenverbindungen von der Oberfläche her das erste Tiefgeschoss. Diese Treppenverbindungen erhalten mindestens eine aufwärtsführende Rolltreppe in Verbindung mit einer festen Treppe, zumeist jedoch eine auf- und eine abwärtsführende Rolltreppe. Im Karlstorbereich, wo die Fußgängerzone der Innenstadt endet, müssen wegen der hohen

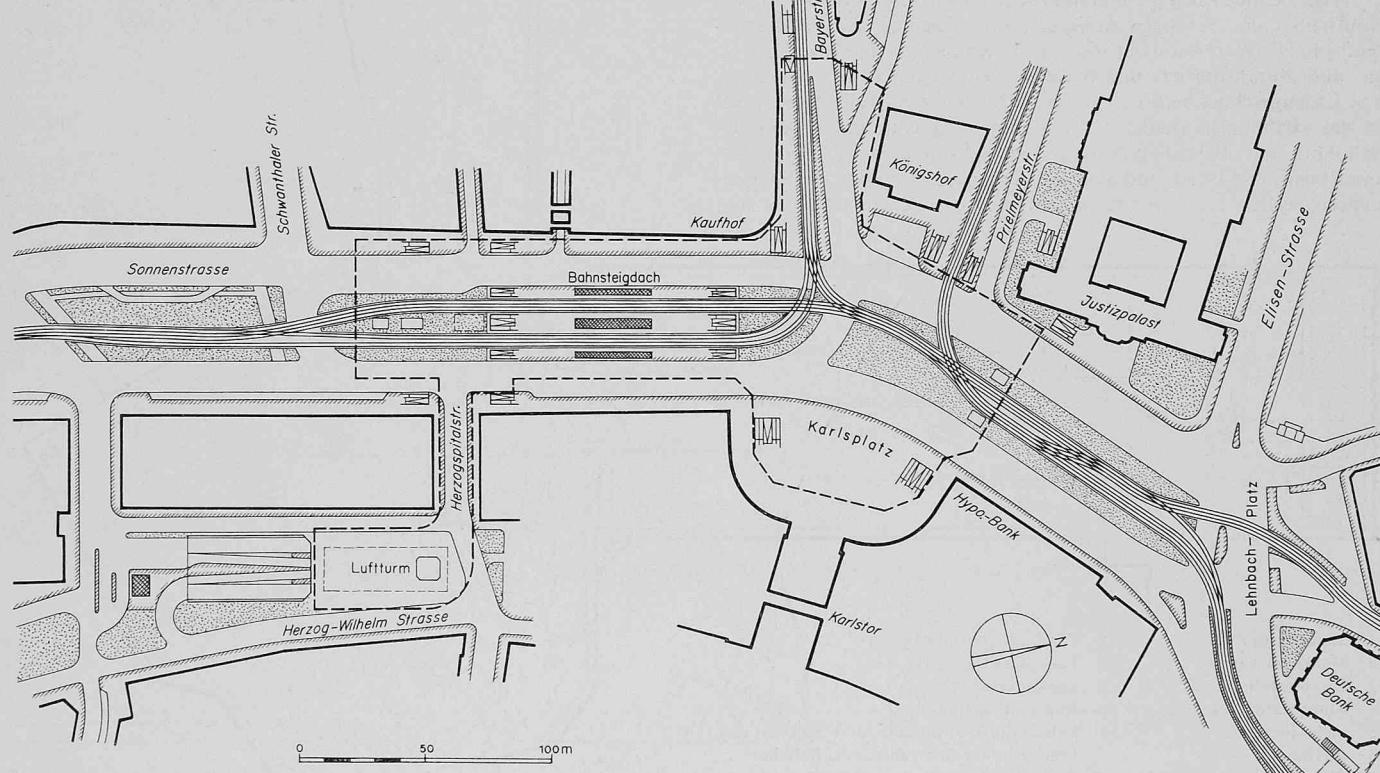
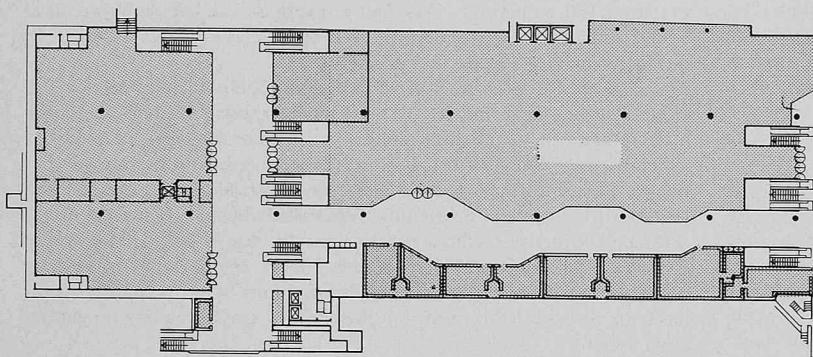


Bild 1. Der Stachus in München, Lageplan des Endausbaues, Maßstab 1:3000. Gestrichelt ist der Verlauf der Schlitzwand eingetragen, deren Ausführungsetappen in den Bildern 7 bis 11 durch fette Linien hervorgehoben sind

Frequenz pro Treppenanlage zwei auf- und zwei abwärtsführende Rolltreppen sowie eine feste Treppe angeordnet werden. Die Fahrstufen werden winter- und witterfest ausgebildet und beheizt, so dass Treppenüberbautungen entfallen können, was aus architektonischen Gründen hier besonders wünschenswert ist.

In einem parallel zum Altstadtring verlaufenden Strassenzug befindet sich eine sechsspurige Rampenanlage als Zu- und Abfahrt zum Versorgungsgeschoß, also für den Lastverkehr, sowie die Zu- und Abfahrt zur Tiefgarage.

Innerhalb des überdeckten Teiles wird der Luftansaugeturm errichtet, über den die Frischluft für die 500 000 m³ umbauten Raumes angesaugt und zum Hauptbauwerk in die Klimastation gedrückt wird. Er ist bemessen für eine Ansaugeleistung von 10⁶m³/h (vergleiche hierzu Bild 2).



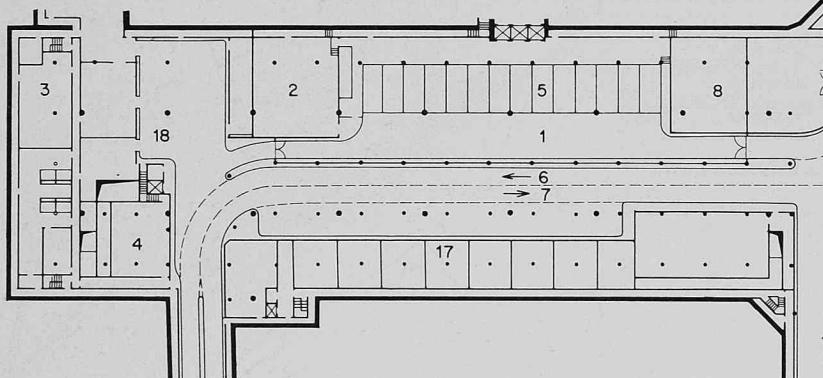
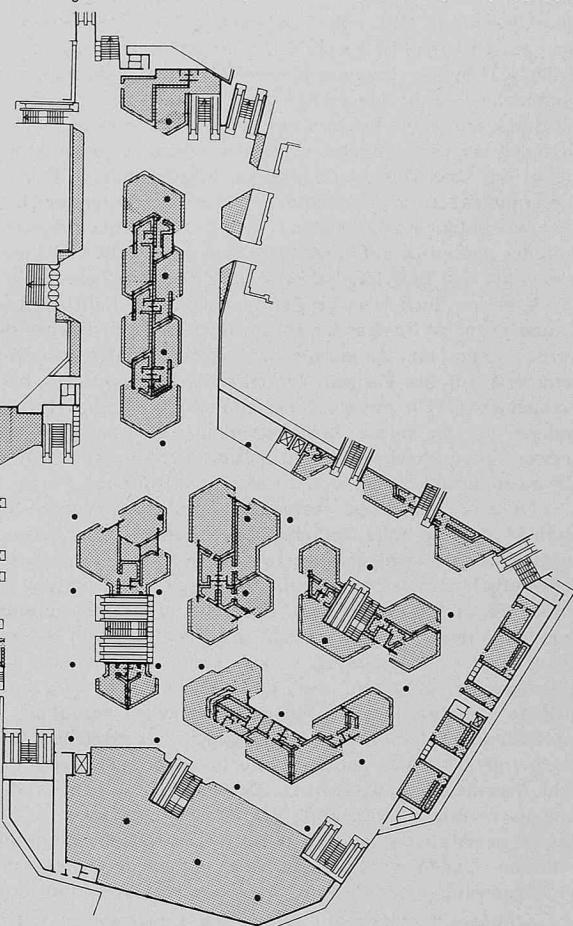
Erstes Tiefgeschoß (Bild 3)

Das rund 20000 m² grosse Fußgängergeschoß, in welchem auf einer Fläche von 10000 m² eine völlig neue Ladenstadt entsteht, ist auf Bild 3 dargestellt. Sie wird künftig einmal das attraktive Bindeglied der Innenstadt-Fußgängerzone zum späteren Fußgängerbereich bis zum Hauptbahnhof sein. Die innerhalb der platzartigen Ausweitung angeordneten Treppenverbindungen führen zum darunterliegenden Sperriegeschoss des V- und U-Bahnhofes. Deutlich zeichnen sich auch die bereits erwähnten Fußgängerwege im Süden und Westen der Anlage ab.

Zweites Tiefgeschoß (Bild 4)

Hier befinden sich die Warenumschlagplätze für die angrenzenden Kaufhäuser und sonstigen Anlieger sowie diejenigen für das Ladenzentrum. Die Ware kann mit 16-t-Lastwagen (lichte Höhe max. 3,50 m) an- und abtransportiert und mittels Lastaufzügen zum Fußgängergeschoß befördert werden. Der Nordteil dieses Geschosses ist die «Bahnhofsvorhalle» für die stark frequentierten V- und U-Bahnhöfe mit Bahnsteigsperrern, Schließfächieranlagen, Bedürfnisanstalt usw. Am Nord- und Südrand der Anlage beginnen die Energiezentren, welche bis zum vierten Tiefgeschoß reichen. Daneben sind

Bild 3. Erstes Tiefgeschoß, Maßstab 1:1500. Gerasterte Flächen sind vorgesehen für Läden samt ihren Nebenräumen wie WC usw.



- | | |
|------------------------|--|
| 1 Ladehof Kaufhof | 11 Flucht- und Kontrollgang |
| 2 Müllraum Kaufhof | 12 Ladeplatz Ost |
| 3 Elektrostation Süd | 13 Ladehof Hertie |
| 4 Klimastation Süd | 14 Bedürfnisanstalt |
| 5 Ladefahrzeuge | 15 Bahnsteig-Sperrenraum für V-Bahnhof und
Freifläche für Sperrenraum U-Bahnhof |
| 6 Ausfahrt | 16 Sprinkler-Zentrale |
| 7 Einfahrt | 17 Lagerräume |
| 8 Nebenraum, Lagerraum | 18 Ladeplatz Süd und Zufahrt zu Anlieger |
| 9 Elektrostation Nord | |
| 10 Ladeplatz Nord | |

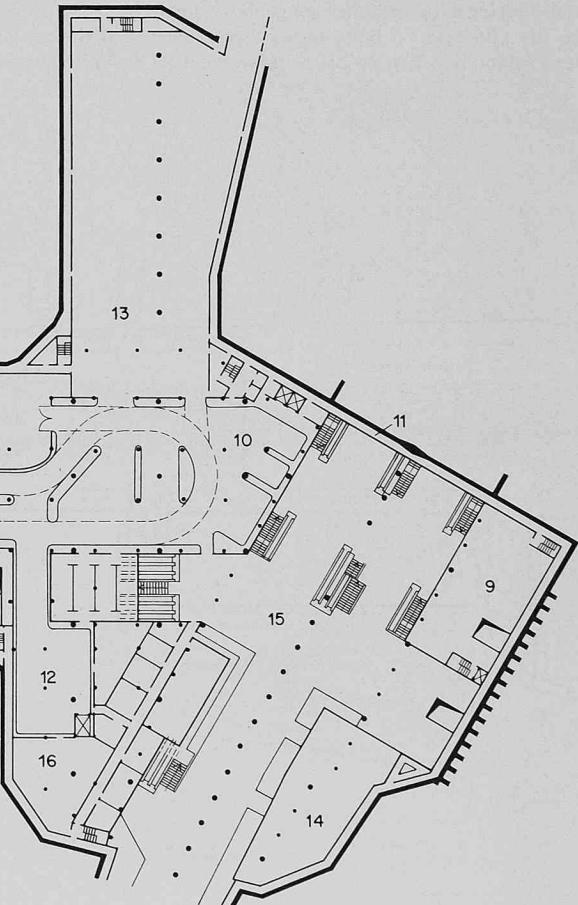


Bild 4. Zweites Tiefgeschoß, Maßstab 1:1500

Bild 5. Drittes bzw. viertes Tiefgeschoss, Maßstab 1:1500

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1 Wagenpflegestation | 7 Feuerfeste Wand |
| 2 Luftansaugeturm | 8 Lagerräume für Ladenstadt |
| 3 Rampen vom und zum dritten bzw. vier- | 9 Bahnsteig V-Bahnhof |
| ten Tiefgeschoss | 10 Elektrostation Nord |
| 4 Elektrostation Süd | 11 Klimastation Nord |
| 5 Klimastation Süd | 12 Flucht- und Kontrollgang |
| 6 387 Parkplätze je Geschoss | |

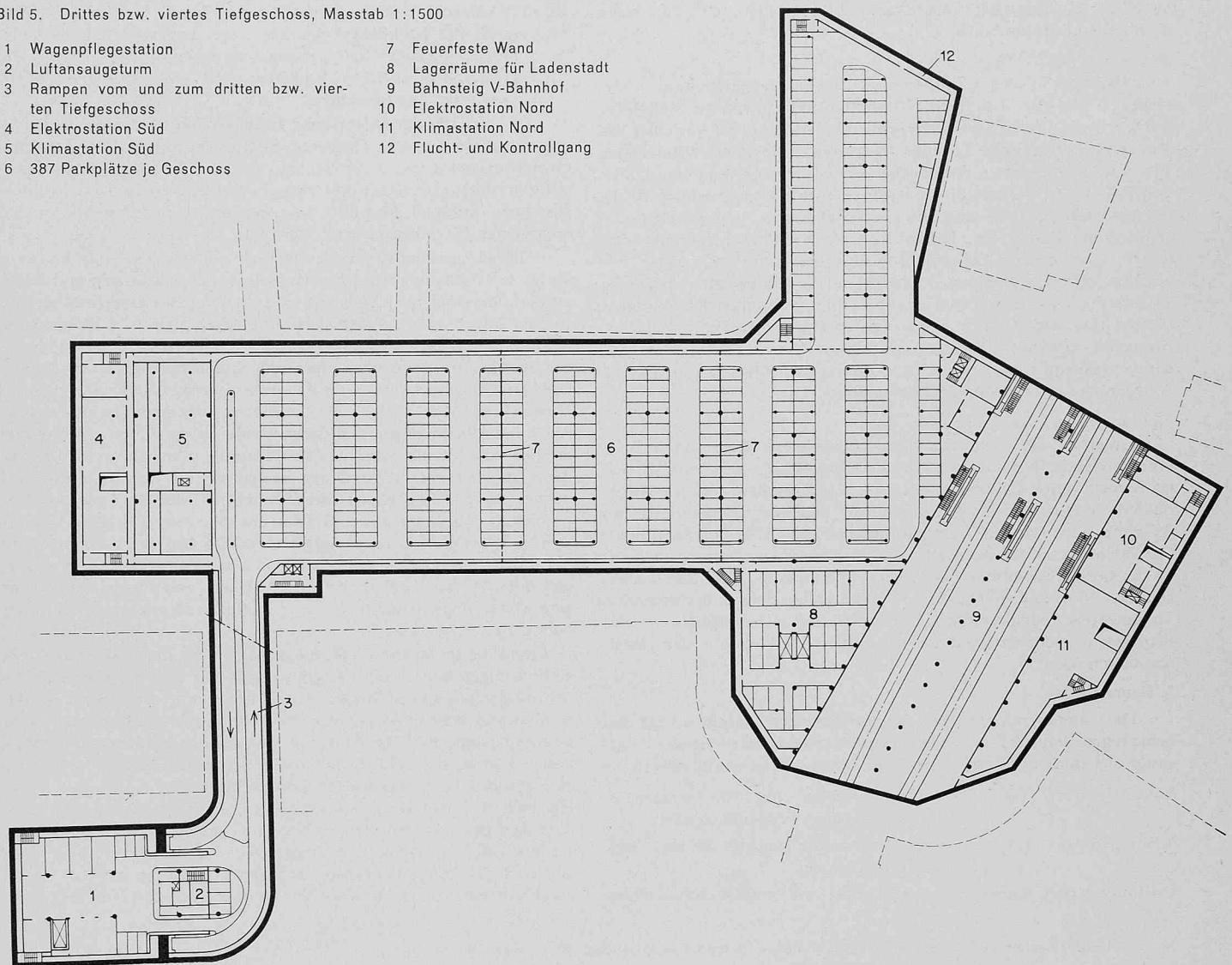
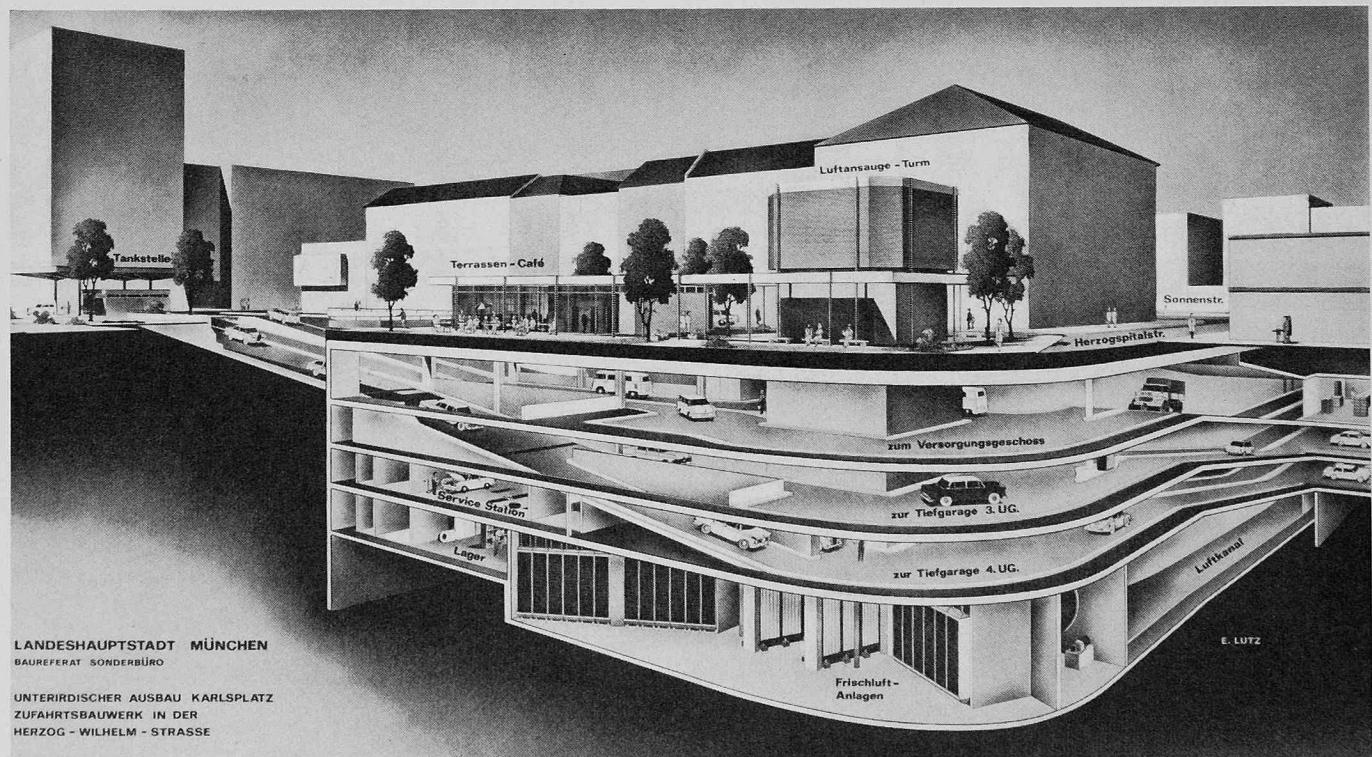


Bild 2. Unterirdischer Ausbau des Stachus, Zufahrtsbauwerk in der Herzog-Wilhelm-Strasse. Blick gegen Westen



in diesem Geschoss Müllräume, technische Werkstätten und Lagerräume für Läden untergebracht.

Drittes und viertes Tiefgeschoss

Bild 5 zeigt den Grundriss des dritten Tiefgeschosses, wobei rechts im Bild der 37 m breite V-Bahnhof, links davon die Stellplätze für die Tiefgarage ausgewiesen sind. Der V-Bahnhof wird hier als sogenannte «Spanische Lösung» ausgebildet, um richtungsbedingtes Ein- und Aussteigen zu ermöglichen. Er erhält insgesamt eine Länge von 210 m. Die außerhalb des städtischen Projektes liegenden Bahnhofsabschnitte werden im Zuge des V-Bahnbaues, den die Deutsche Bundesbahn durchführt, hergestellt. Der V-Bahnhof erstreckt sich wegen seiner grossen lichten Höhe über das dritte und vierte Tiefgeschoss. Die Unterteilung im südlichen Bereich gestattet dabei die Unterbringung von zwei Parkgeschossen mit zusammen 800 Garagenplätzen. Zu- und Abfahrt zu den beiden Garagengeschossen erfolgt, wie bereits erwähnt, über die sechspurige Rampenanlage. Die Tiefgarage wird voll automatisiert, die einfahrenden Wagen durch optische Anlagen zu den freien Parkplätzen geführt.

Fünftes und sechstes Tiefgeschoss

Unterhalb des viergeschossigen Vollausbaus, dessen Sohle 20 m unter Gelände liegt und auftriebsfrei ausgeführt wird, befindet sich im Bereich des V-Bahnhofes noch ein Kreuzungsbauwerk als vorbereitende Massnahme für den Einbau der künftigen U-Bahnlinien, im Anschluss an den geplanten doppelstöckigen U-Bahn-Haltpunkt. Die Sohle dieses Kreuzungsbauwerkes liegt um weitere 10 m tiefer als der übrige Vollausbau des Projekts und erreicht damit eine Tiefenlage von 30 m unter Gelände. Im Bild 6 ist ein Schnitt der gesamten Tiefgeschosse perspektivisch dargestellt, als Gesamtübersicht des Projektes und der vorerwähnten Grundrissaufteilungen in den einzelnen Geschossen.

3. Baumethode

Die umfangreichen Bodenuntersuchungen lassen folgenden Schichtenaufbau, der im wesentlichen bei der Herstellung des Tragsystems (Umfassungswand, Primärstützen) bestätigt wurde, erwarten:

0 bis 3,50 m z. T. bis 7,0 m Auffüllungsboden mit Hindernissen in Form von Mauerwerk und Beton

3,50 (7,0 m) bis 11,0 m Kiese und Sande (leichter Boden) stark wasserundurchlässig.

Darunter stehen teilweise kiesige Lehmb- und reine Lehmschichten

als mittelschwere Böden an und bis zu 17,0 m Tiefe kleinkörnige Mittelsande mit Schluffbeimengungen, die sogenannten Flinzsande. Sie sind dicht gelagert und gehören der Bodenklasse 2,25 an. Die darunterliegenden tertiären Schichten sind als Flinzmergel (Ton, Tonmergel usw.) anzusprechen.

Der Grundwasserspiegel liegt bei etwa 7 bis 8 m unter Gelände. Der Grundwasserstrom fliesst von Südwest nach Nordost. Um eine Grundwasserstauung zu vermeiden, wird das Grundwasser in Oberstrombrunnen gesammelt und mittels einer Dükerleitung den unterstromigen Brunnen zugeführt, von denen aus die Übergabe in den ungestörten Grundwasserbereich erfolgt.

Die anzutreffenden Bodenschichten zwingen also, das Bauwerk mit einer Umfassungswand, welche selbst wasserdicht sein und in die wasserundurchlässigen Bodenschichten einbinden muss, zu umgeben, so dass sowohl eine auftriebssichere Sohle als auch eine Wannenausbildung und -dichtung entfallen kann. In den vorbereitenden Planungen wurde für die Umfassungswand eine Schlitzwand vorgesehen. Ob diese Umfassungswand nur Baugrubenumschliessung oder zugleich konstruktives Ausbauelement ist, hängt naturgemäß von den weitergehenden Überlegungen der Baumethode ab. So führt zum Beispiel die Deutsche Bundesbahn, wo die Bebauung sehr nahe an den Streckentunnel heranreicht (und das ist nahezu im ganzen Innenstadtbereich der Fall) beiderseits der Tunnelröhre Schlitzwände als Baugrubenumschliessung aus und baut den üblichen Tunnelquerschnitt samt Isolierung usw. nachträglich innerhalb den Schlitzwänden ein. Bei dieser Bauweise spricht man dann von einer «offenen Bauweise» und dort, wo Strassenbahnbetrieb, Anlieger- und Fußgängerverkehr eine Abdeckung erfordern, von einer «offenen Bauweise mit teilweiser oder ganzer Abdeckung».

Sind die Baugrubenabmessungen klein, wie innerhalb von Streckenführungen bei U- und V-Bahnen dies der Fall ist, können ohne Mittelaufänderungen solche Abdeckungen auf der Oberkante der Schlitzwand oder eines anderen Verbauers aufgelagert werden. Geht es aber darum, die volle Aufrechterhaltung des Verkehrs zu gewährleisten und ist der Schlitzwand- oder Verbauabstand sehr gross wie zum Beispiel beim Stachus (56 bzw. 90 m), so scheiden diese Überlegungen aus, denn dann müssen völlig neue Provisorien für Aufständerungen der Fahrbahnen und Gleisanlagen mit Abmessungen zum Beispiel von $3 \times 2,50$ m für Fahrspuren (7,5 m), beiderseits also 15 m, zuzüglich der Leiteinrichtungen und für Gleisanlagen mit 6 m Breite, eingebaut werden. Hinzu kommen natürlich bei stark frequentierten

Bild 6. Unterirdischer Ausbau des Stachus in München, Schnitt Karlsplatz-Süd. Blick gegen Norden

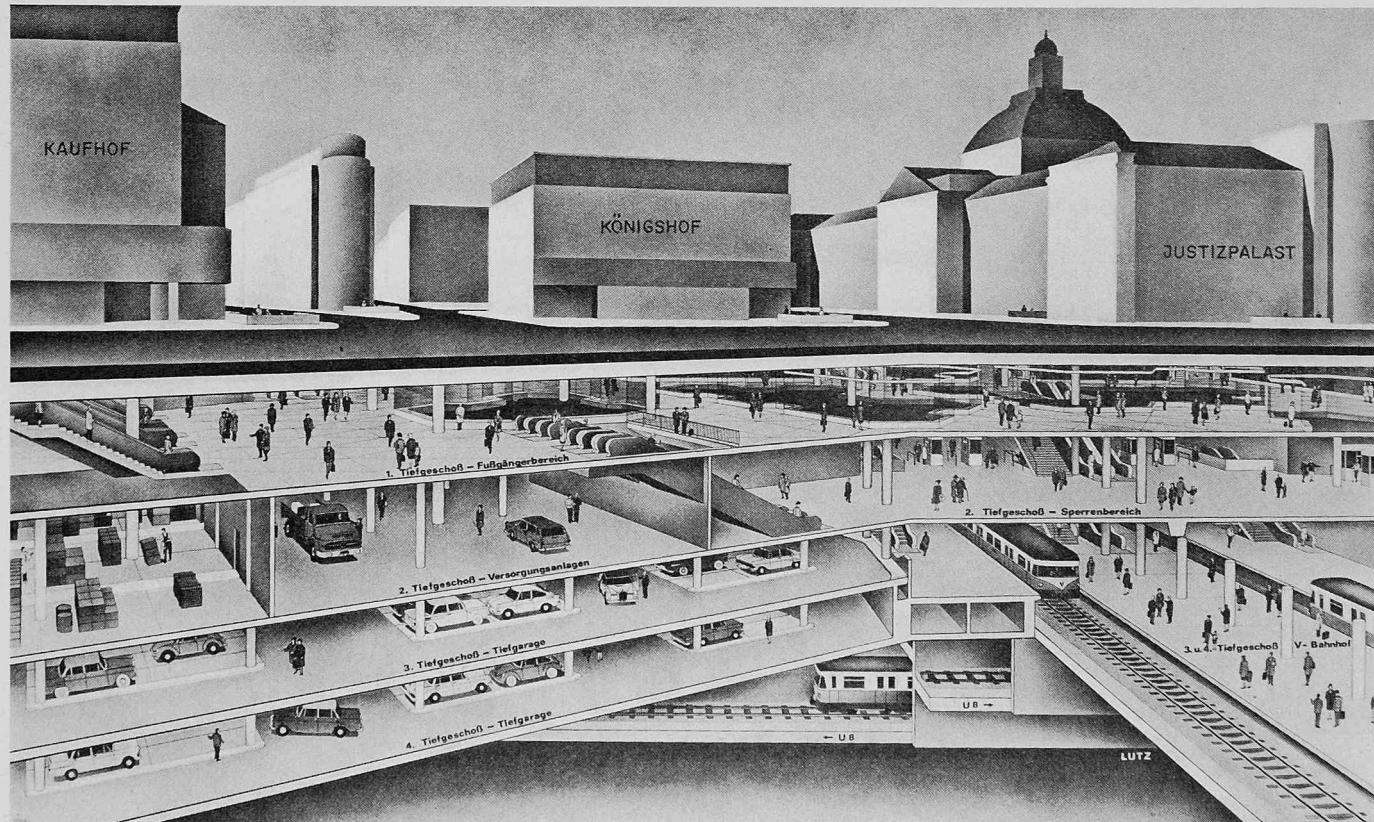
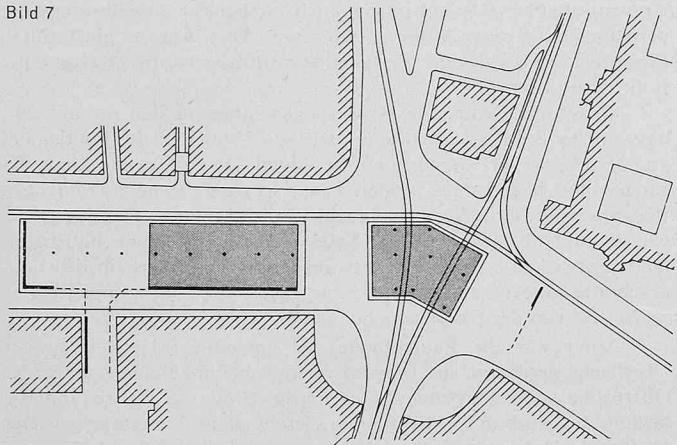


Bild 7



Bilder 7 bis 11: Bauphasen im Grundriss, nämlich: Schlitzwände (fette Linien), Primärstützen (Punkte) und Oberflächenplatte (Raster.) Maßstab rd. 1:5500

Gehsteigen entsprechende Zuschläge für beidseitige Gehwegführungen. Völlig sinnlos und unwirtschaftlich wird diese Aufständering bei Gleis- und Fahrbahnaufspaltungen und insbesondere dann, wenn zudem der Anliegerverkehr nicht unterbunden werden kann und zusätzliche Flächen beansprucht.

Aus verkehrlichen Überlegungen heraus haben Untersuchungen ergeben, dass die gesamte Oberfläche von 20000 m² zweckmässigerweise in fünf Bauabschnitte zu untergliedern ist, wobei ein Bauabschnitt jeweils mehrere Deckenfelder einschliessen kann (Bilder 7 bis 11). Würde hierbei eine Bauausführung der einzelnen Abschnitte in der üblichen Weise wie zum Beispiel bei U-Bahnhöfen praktiziert, so ergäbe sich unter Berücksichtigung der zeitlichen Folge durch die Abhängigkeit der Bauabschnitte untereinander eine sehr grosse Zeitspanne. Für einen U-Bahnhof, vergleichbar etwa mit der Grösse eines Bauabschnittes, wäre für die Rohbauherstellung eine Zeit von 1½ Jahren in Ansatz zu bringen; das würde bedeuten, dass die Stachusoberfläche mindestens 7½ Jahre von Baumassnahmen beeinträchtigt würde.

Eine so lange Bauzeit im Herzen einer Stadt und insbesonders an Verkehrsbergenpunkten kann aber dem Verkehrsteilnehmer und dem Bürger nicht zugemutet werden.

Die Oberflächenbeeinträchtigung im Bereich der Baumassnahme Stachus sollte aber auch aus anderen Gründen so kurz wie möglich dauern, und zwar deshalb, weil andere innerstädtische Bauvorhaben, wie U-Bahnbau, V-Bahnbau, Ausbau des Altstadtringes insbesondere im Ostbereich Gesamtverkehrsumlagerungen notwendig machen, durch die gerade der Stachus noch zusätzlichen Verkehr erhält.

Damit sind wohl die wesentlichsten Voraussetzungen angeprochen, nämlich a) welche Baumethode gewährleistet die volle Aufrechterhaltung des Verkehrs? und b) welche Baumethode gibt es unter Zugrundelegung von a), um die Oberfläche so schnell als möglich, also unabhängig vom Ausbau der Tiefgeschosse, herzustellen?

Ergebnis dieser Überlegungen: Durch eine Baumethode, die sowohl in der Horizontalen als auch in der Vertikalen eine unabhängige Untergliederung, also ein abschnittsweises Bauen zulässt.

Geht man nun noch von der Einschränkung aus, die im speziellen Fall hier durchaus zweckmäßig und richtig ist, gleich eine endgültige Oberfläche herzustellen, dann muss die neue Oberfläche über einem endgültigen «Deckel» erstellt werden, der möglichst auch auf einem endgültigen Tragsystem aufgelagert ist.

Als Tragsystem wurden hier Umfassungswand und Primärstützen gewählt. Die Umfassungswand, als Schlitzwand hergestellt, kann innerhalb der jeweiligen Bauabschnitte bei verhältnismässig geringer Arbeitsbreite ausgeführt werden. Sie wird nahezu lärmfrei erstellt, wenn man vom Baggerbetrieb absieht. Bildet man diese Schlitzwand als bleibenden Bauteil aus, so kann sie für die Auflagerung einer oberen Fahrbahnplatte gleich einem Widerlager einer Brücke verwendet werden, das heisst durch Anordnung eines Auflagerbalkens und der darauf auszuführenden zum Beispiel allseitig beweglichen Neoprenlager.

Wie aus den Bildern 7 bis 11 ersichtlich, sind jedoch die Bauabschnitte kleiner als der Abstand der Schlitzwände (56 bis 90 m). So ist es notwendig, schon um eine wirtschaftliche Deckenstärke zu erhalten, Zwischenauflager, seien sie provisorischer oder endgültiger

Bild 8

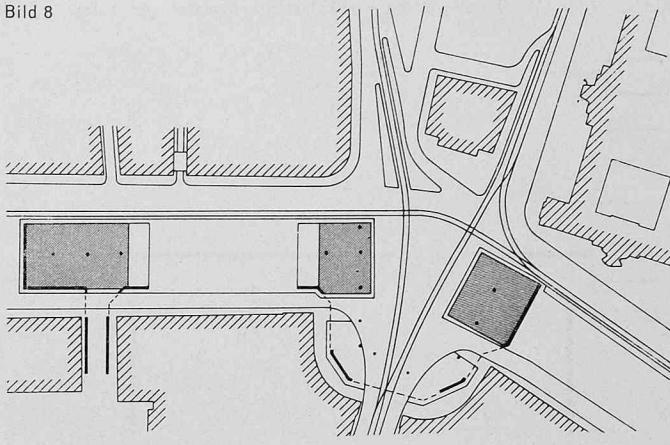


Bild 9

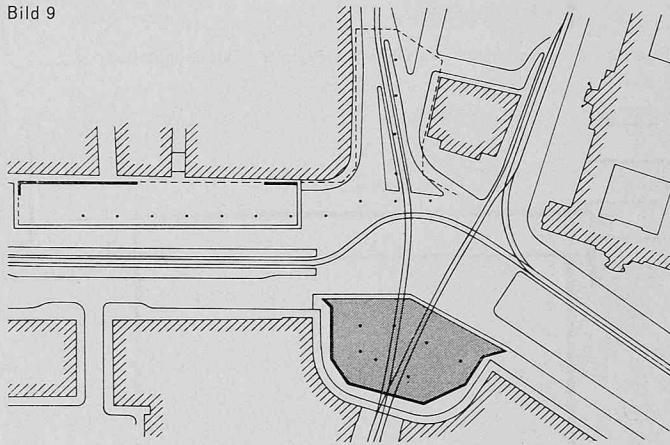


Bild 10

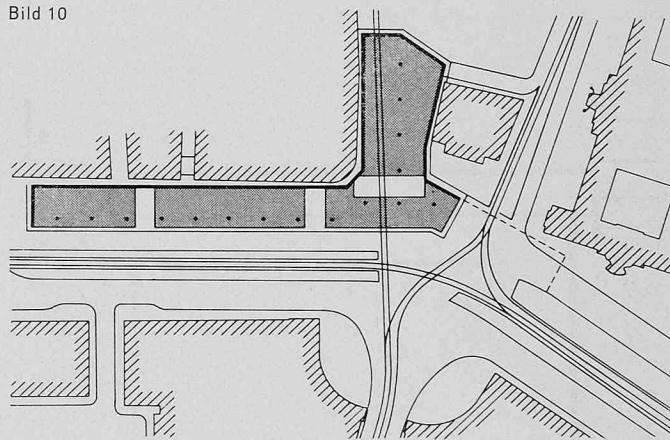
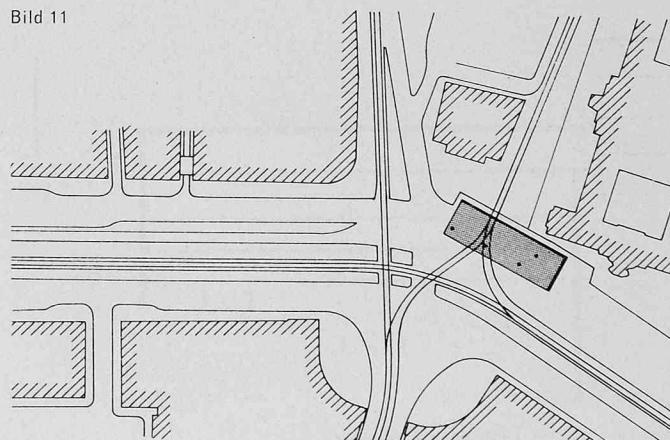


Bild 11



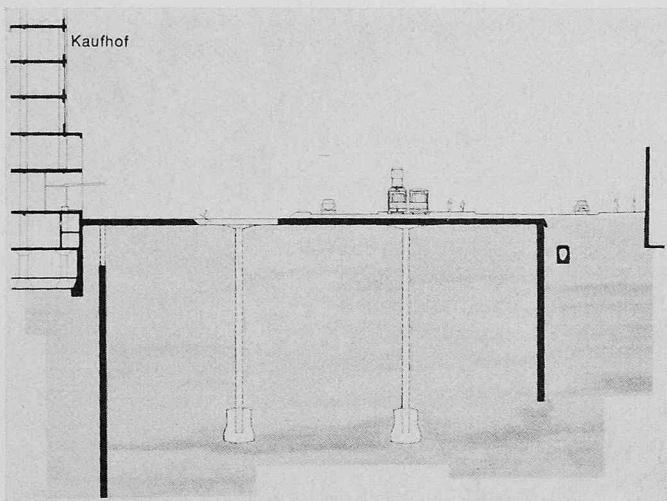


Bild 12. Tragsystem für die Oberflächenplatte (Fahrbahnplatte)

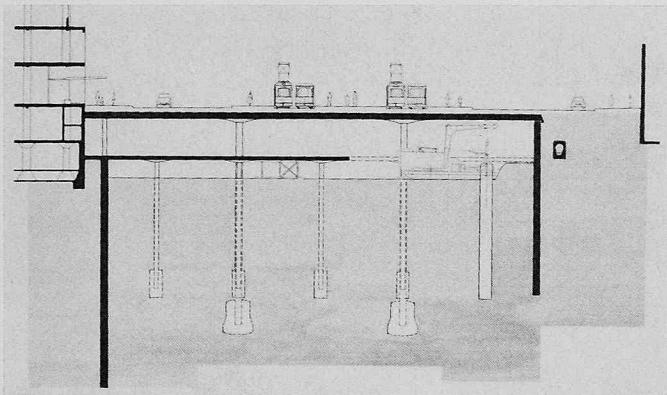


Bild 13. Einbau des ersten Tiefgeschosses

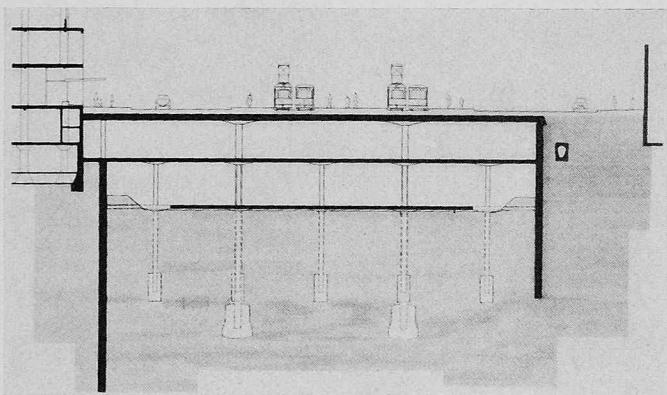


Bild 14. Einbau des zweiten Tiefgeschosses

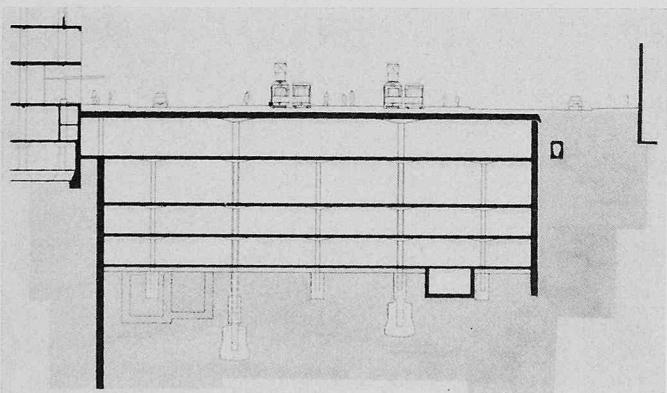


Bild 15. Viertes Tiefgeschoss vollendet

Art, zu schaffen. Wir haben uns auch hierbei zur Ausführung einer permanenten Konstruktion entschlossen. Dies war möglich durch Einsetzen von Stahl- oder Fertigteilbetonstützen in vorher abgeteuften Bohrungen.

Als weitere Bedingung beim Stützeneinbau stellten wir uns vor, dass von der Bohrung aus in einer Tiefe von 25 bis 35 m das Fundament von Hand erweitert werden und die Bodenfuge an Ort und Stelle begangen und begutachtet werden kann, so dass die höchstzulässigen Bodenpressungen in Ansatz gebracht werden konnten. Damit konnte, wie im Bild 12 dargestellt, ein Tragsystem für die obere Fahrbahnplatte entwickelt werden, welches abschnittweise innerhalb der Bauabschnitte zur Aufnahme der darüber gelagerten Fahrbahnplatte ausreicht und von der Oberfläche her erstellt werden kann.

Damit war die Baumethode zur vorzeitigen Herstellung der Oberfläche gefunden, die es auch ermöglicht, unabhängig unter der Oberfläche weiterzuarbeiten. Nach Fertigstellung der Fahrbahnplatte beginnt der Aushub für die unteren Geschosse im Untertagebau. Der abgebaute Boden wird über das Rampenbauwerk an der Herzog-Wilhelm-Strasse an die Oberfläche befördert und zu städtischen Kippen gefahren. Die Reihenfolge der Untertagebauarbeiten ist wie folgt vorgesehen:

- Aushub bis rund 7 m unter der Betondecke
- Einbau der Sekundärstützen, welche die Zwischengeschossdecken tragen (Bild 13)
- Betonieren der Decke über dem zweiten Tiefgeschoss (mit Rüstung und Schalung)
- Restaushub des zweiten Tiefgeschosses (Bild 14)
- Betonieren der Decke des dritten Tiefgeschosses
- Aushub des dritten Tiefgeschosses
- Betonieren der Decke des vierten Tiefgeschosses
- Aushub des vierten Tiefgeschosses, Einlegen der Drainagen in Frostschutzkies (auftriebsfreie Sohle) und Betonieren der Sohle des vierten Tiefgeschosses (Bild 15)

Die vorbeschriebene Baumethode hat sich in der Praxis gut bewährt, und die Verkehrsteilnehmer anerkennen in vollem Umfang die angebotenen Lösungen in den einzelnen Bauphasen. Die gesetzten Termine und Zwischenfristen konnten an der Oberfläche, wo derzeit die letzten beiden Bauabschnitte in Arbeit sind, gut eingehalten werden.

4. Bauausführung

Abschliessend möchte ich noch die Herstellung des Primärtrag- systems und der Fahrbahnplatte erläutern.

Die *Umfassungswand* (Bild 16) in einer Stärke von 80 cm wird in der bekannten Schlitzwandbauweise erstellt. Je nach Entfernung der Randbebauung werden die Lamellen in Längen von 2,5 bis 5 m hergestellt. Nach dem Einsetzen der Leitwand bis 1,5 m unter Gelände beginnt der Schlitzwandgreifer mit dem Erdaushub. Bentonit wird entsprechend dem Aushub zugeführt. Nach dem Erreichen der Endteufe hebt ein Mobilkran den Bewehrungskorb ein, und anschliessend wird der Schlitz im Kontraktorverfahren von unten nach oben ausbetoniert; das seitlich eingestellte Abschalrohr wird dabei gezogen. Durch die Schlitzwandbauweise entfallen Baugrubenverbau und Wasserhaltung. Die Kosten der fertigen Schlitzwand betragen rund 400 DM/m². Durch das satte Anbetonieren sind Setzungen kaum zu erwarten. Stahlanteil 70 bis 80 kg/m² Wand.

An dieser Stelle darf erwähnt werden, dass vor Beginn der Bau- massnahme ein Beweissicherungsverfahren durchgeführt wurde, wobei die Randbebauung auf den Bestand hin untersucht und alle Angaben protokollarisch festgelegt wurden. Die Aussagen sind, wo notwendig, durch fotografische Aufnahmen erhärtet. Auch hinsichtlich Grundwasseraufstau bzw. -absenkung liegen Messungen vor, die laufend ergänzt werden.

Die *Primärstützen* (Bild 17) werden nach einem Verfahren der Firma Dywidag mit vertikaler Baugrundvereisung eingefahren. Je Stütze sind 12 bis 15 Gefrierlanzen im Abstand von rund 1,5 m vom Stützenmittelpunkt abzuteufen. Die Lanzen reichen rund 5 m unter jeweilige Fundamentsohle, um einer allfälligen Grundbruchgefahr entgegenwirken zu können. An die Vereisungsaggregate angeschlossen entsteht innerhalb von 10 bis 14 Tagen ein geschlossener Frostmantel in einer Stärke von rund 80 cm. Ein Calweld-Gerät bohrt nun im Kern in etwa 10 bis 15 Stunden ein Bohrloch von 1,5 m Ø bis in eine Tiefe von 30 m. Anschliessend erfolgt eine Schutzverrohrung im oberen Bereich, und da das Fundament von Hand aufgeweitet werden muss, wird ein Klettergestänge mit Lastaufzug und Versorgungsleitungen eingefahren. Nach dem Betonieren der unteren Fundamentplatte und dem Einsetzen eines unteren Zentrierringes wird die Stahl-

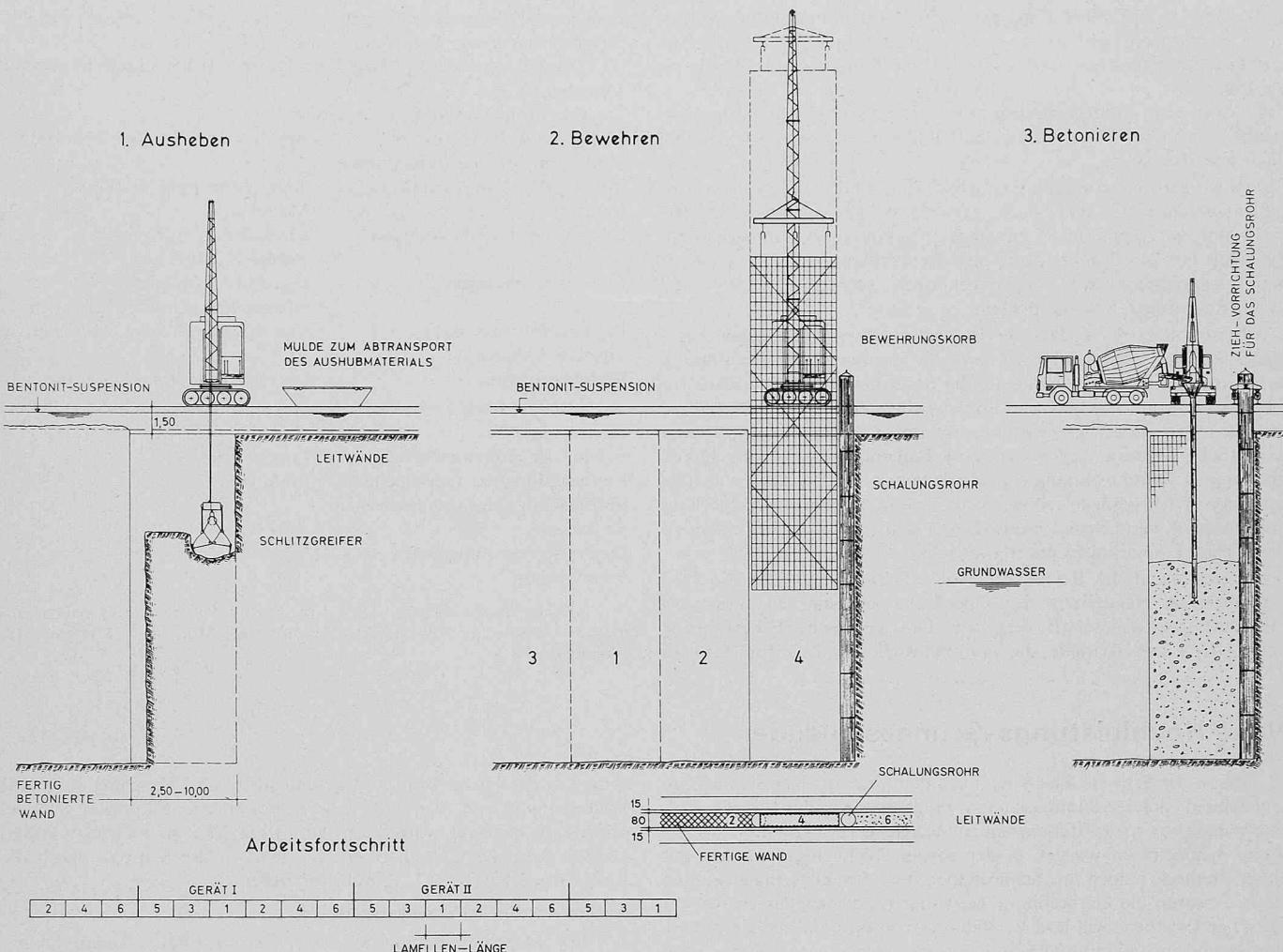


Bild 16. Schema des Arbeitsablaufes bei der Erstellung der Schlitzwand

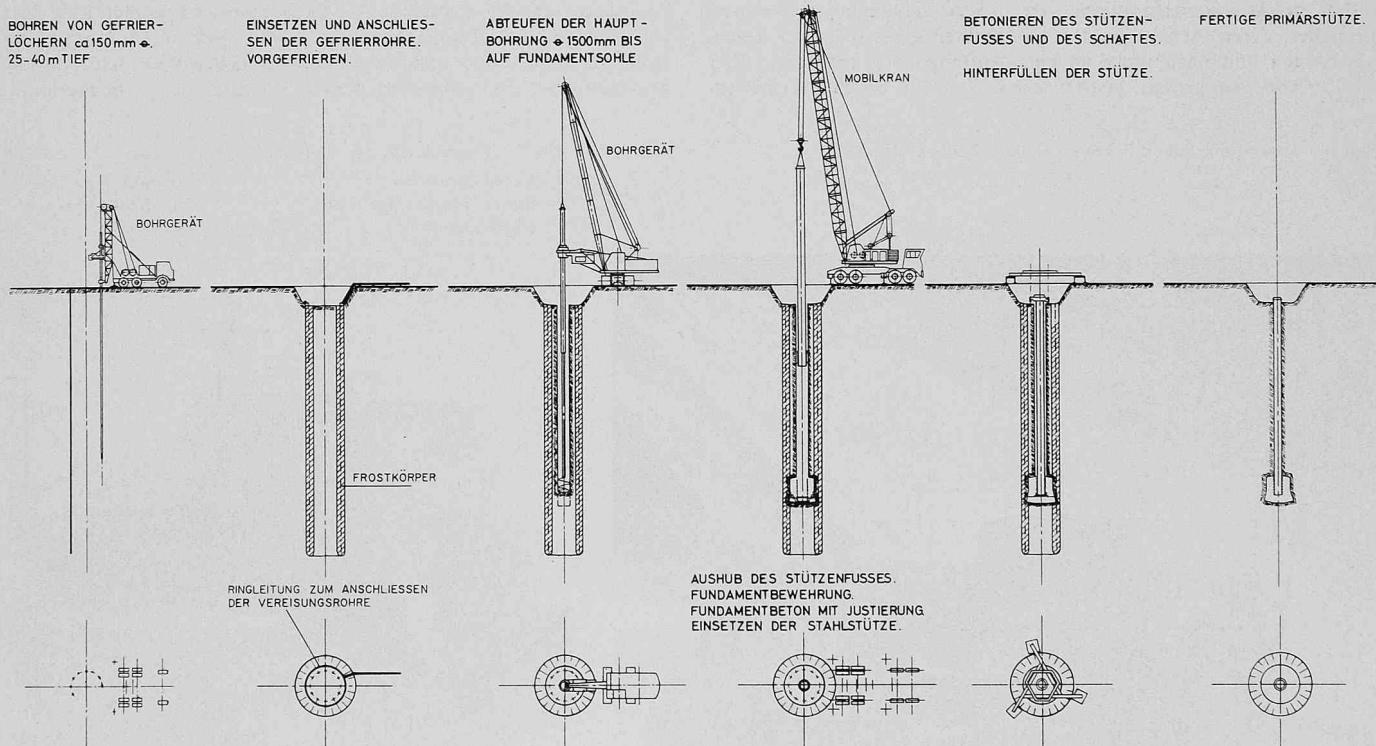


Bild 17. Schema des Niederbringens der Primärstützen

stütze (\varnothing 812 mm) mit Wandstärken von 45 bis 60 mm mittels Mobilkran eingehoben, justiert und der Stützenfuss einbetoniert. Aus brandschutztechnischen Gründen wird der Stützenschaft mit Beton verfüllt.

Auch der Luftansaugeturm wurde mit vertikaler Baugrundvereinigung (Eismantel 17 m \varnothing) abgeteuft und stockwerkweise von unten nach oben betoniert.

Nach der Fertigstellung von Schlitzwand und Primärstützen wird die *Fahrbahnplatte*, eine nach Dywidagverfahren (mit St 80/105 \varnothing 32 mm) vorgespannte, 75 cm starke Flachdecke (B 450) hergestellt. Sie lagert auf den Primärstützen und der Schlitzwand auf. Die einzelnen Deckenabschnitte werden angekoppelt, grössere Einheiten sind durch Raumfugen bzw. Koppelplatten getrennt.

Erwähnt sei noch, dass der Baufortschritt an Hand eines *Netzplanes* laufend überwacht wird, um die termingemäss Ausführung sicherzustellen. Ein Netzwerkteam der Stadt hat gesonderte Pläne für Oberfläche, Untertagebau und Innenausbau erstellt. Die Netzplantechnik ist als modernes Führungsinstrument zu bewerten und weist wesentliche Vorteile gegenüber dem Balkendiagramm auf. Durch maschinelle Durchrechnung können jederzeit Verzögerungen in den einzelnen Arbeitsgängen schnell ermittelt und durch zeitgerechte Umdisponierung wettgemacht werden, was sich besonders bei einem so komplexen Bauvorhaben günstig auswirkt.

Derzeit sind die Rohbauarbeiten in Höhe von 67,5 Mio DM einschliesslich Herstellung der Oberfläche an eine leistungsstarke Firmenarbeitsgemeinschaft vergeben. Die technische Federführung obliegt der Firma *Dywidag*, die kaufmännische hat die Firma *Siemens*

Bauunion. Darüber hinaus gehören dieser Arbeitsgemeinschaft die Firmen *Holzmann*, *Wayss & Freytag* und *Hochtief* an.

Die Gesamtleitung obliegt dem Baureferat der Landeshauptstadt München.

Als Projektanten sind eingesetzt:

für Planung, Konstruktion, Statik und örtliche Bauleitung	Ing.-Büro <i>Obermeyer</i> , München
Innenausbau und Gestaltungsfragen	Arch.-Büro Prof. <i>P. Nestler</i> , München
Lüftungstechnische Anlagen	Firma <i>Caliqua</i> , Ing.-Büro <i>Bormann</i> , München
Elektrische Anlagen	Ing.-Büro <i>Leibhard</i> , Oberschleissheim bei München
Be- und Entwässerung, sanitäre Anlagen	Chr. <i>Aechter & Sohn</i> , München
Sprinkleranlagen	Ing.-Büro Dr. <i>Pauli</i> , Gauting

Darüber hinaus wirkt eine Reihe von Sondergutachtern mit.

Bautermine

Beginn der Rohbauarbeiten	Januar 1966
Fertigstellung der Oberfläche	Ende 1967
Fertigstellung des unterirdischen Ausbaues	1969
Gesamt fertigstellung samt Innenausbau	1970

Adresse des Verfassers: Dipl.-Ing. *Walter Pollinger*, Regierungsbaumeister, Städtischer Baudirektor Baureferat München, München 19, Blücherstrasse 8/1.

Neue Hochleistungs-Schneeschleuder

Als in der Schweiz die ersten, nach dem Prinzip einer Schneefräse arbeitenden Schneeräummaschinen eingesetzt wurden, ergab sich eine Wende von reiner Handarbeit zu mechanisierter Arbeit. Schweizerische Schneefräsen wurden in der ganzen Welt eingesetzt. Da mit dieser Methode jedoch nur Schneehöhen bis 1,5 m abgetragen werden können, waren die Geräteträger gezwungen, auf den Pässen, wo oft gewaltige Lawinenkegel und Verwehungen zu durchfahren sind, diese in zwei und mehr Durchfahrten lagenweise zu räumen, was das Freilegen der Fahrbahnen erheblich verzögerte.

Auf der Suche nach leistungsfähigeren Räumgeräten wurde im letzten Frühjahr auf der neuen Strasse der Gotthard-Südrampe eine Schneeschleuder deutscher Herkunft eingesetzt, welche nach anderen Konstruktionsprinzipien arbeitet. Der Schnee wird nicht mehr wie bisher gefräst, sondern durch vier grosse, senkrecht angeordnete Propeller, deren Achsen in den Eckpunkten eines Vierecks liegen, geschnitten und nach unten in eine Auffangmulde befördert. Hier wird er von zwei grossen Wurfrädern erfasst und durch zwei beweg-

Bild 1. Ansicht der neuen Schneeschleuder Beilhack HS 292



DK 621-757.3

lichen Kamine bis zu 40 m weit geschleudert. Die Maschine stellt eine Weiterentwicklung der seit Jahren bewährten Flugpisten-Schneeschleudern dar und wurde von der Firma Martin Beilhack GmbH, D-8200 Rosenheim, konstruiert. Sie wird in der Schweiz durch die Firma Robert Aebi AG, Zürich, vertrieben.

Aufbau der Beilhack-Schneeschleuder

Die Maschine besteht aus zwei Teilen, Bild 1, einem Deutz-Magirus-Lastwagen-Fahrgestell mit grosser Bodenfreiheit, auf welchem der Fahrmotor von 175 PS und der Antriebsmotor von 275 PS für das Schleuderaggregat montiert sind. Sie besitzt Hinterradlenkung und ist trotz einer Länge von 7,50 m und einer Breite von 2,50 m wegen des kurzen Achsabstandes von nur 3,60 m sehr beweglich, ein Vorteil, der sich in engen Kurven und auf den Wendeplatten der Passstrassen günstig auswirkt. Das Gesamtgewicht beträgt 13 t. Das vorn angeordnete Räumaggregat ist hydraulisch um 0,3 m in der Höhe verstellbar und kann seitlich etwas gedreht werden, was die Anpassung an die Schneeverhältnisse während der Arbeit erlaubt.

Bild 2. Frontansicht der Beilhack-Schneeschleuder Typ HS 292

- | | |
|--|------------------|
| 1 Schneidpropeller | 3 Auffangmulde |
| 2 Starre Messer für seitlichen Schnitt | 4 Schleuderkamin |

