

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 79 (1961)  
**Heft:** 47

**Artikel:** Das Projekt einer Tiefbahn für Zürich  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-65636>

### **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:** 15.03.2025

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

## Das Projekt einer Tiefbahn für Zürich

DK 625.42

Der Stadtrat von Zürich unterbreitet dem Gemeinderat das Projekt für den Bau der ersten Etappe der Tiefbahn<sup>1)</sup> und verlangt einen Kredit von 109 Mio Franken für die Durchführung dieser Aufgabe. Hiemit tritt die Verkehrsplanung Zürichs, die sich bisher im Bereich der Planung bewegte, in das Vorstadium der Verwirklichung. Auf Grund der beiden bekannten Verkehrsgutachten (Pirath-Feuchtinger SBZ 1955, S. 513 und 523, und Kremer-Leibbrand SBZ 1955, S. 550 und 576) war klar geworden, dass die Schaffung einer zweiten Verkehrsebene zur Lösung der sich stellenden gewaltigen Aufgaben nötig geworden ist. Man wurde sich im Laufe der Jahre auch bewusst, dass es richtig ist, die Strassenbahn als Trägerin des öffentlichen Verkehrs beizubehalten und sie im Stadttinnern als Tiefbahn in den Untergrund zu verweisen. Die reine Untergrundbahn mit wenigen, schnell befahrbaren Strecken ist für Zürich ungeeignet, weil sie nicht in der Lage ist, die Fläche der ausgedehnten und in den Randgebieten dünn besiedelten Stadt zweckmässig zu bedienen. Für die Feinverteilung des Verkehrs würde nach dem Bau einer richtigen U-Bahn immer noch ein öffentliches Verkehrsmittel an der Oberfläche nötig werden. Die von Initianten einer privatwirtschaftlich betriebenen U-Bahn Zürich eingereichte Motion für den Bau einer solchen Bahn wurde von den Räten und vom Volk abgelehnt, so dass die U-Bahn aus Abschied und Traktanden fällt.

Stadt- und Gemeinderat folgten im wesentlichen den Empfehlungen beider Gutachtergruppen, die auch als Basis für weitere Untersuchungen dienten. Im Frühjahr 1956 wurde Prof. Dr. W. Lambert, Stuttgart, zugezogen, der sich als Gutachter über die Netzgestaltung und die Betriebsweise zu äussern hatte (SBZ 1957, S. 662). Im März 1957 wurde eine Technische Kommission ins Leben gerufen, worin ausser den städtischen Funktionären, dem Vertreter des kantonalen Regionalplanungsbüros und den zuständigen Organen der Schweizerischen Bundesbahnen auch Mitglieder der Fachverbände S. I. A. und BSA mitwirkten. Diese Kommission hat die Verkehrsplanung nach allen massgebenden Gesichtspunkten zuhanden des Stadtrates geprüft.

Die Studien für die Tiefbahn legte die Exekutive unter Führung von Stadtrat W. Thomann und VBZ-Direktor Dr. W. Latscha in die Hände einer Arbeitsgruppe unter der Leitung der Verkehrsbetriebe, worin Prof. Dr. K. Leibbrand als verkehrstechnischer Mitarbeiter, die AG. Integra, Wallisellen, für die Signaltechnik, eine Arbeitsgemeinschaft der drei Zürcher Ingenieur- und Tiefbauunternehmungen AG. Conrad Zschokke, AG. Heinr. Hatt-Haller und Locher & Cie. AG. mit Erwin Schmitter, dipl. Ing., als verantwortlichem Leiter für die Bautechnik und das Architekturbüro Dr. R. und P. Steiger für die architektonische Gestaltung der Stationsanlagen und Fussgängerhallen wirkten.

Die Projektierung einer ersten Etappe setzte nicht nur die gründliche Prüfung des ganzen Netzes der Strassenbahn, sondern auch die Neubearbeitung der Verkehrsabwicklung in der Region Zürich voraus. Diese misst rd. 245 km<sup>2</sup> und bietet im Endausbau rd. 850 000 Einwohnern Platz. Das heutige Stadtgebiet umfasst nur rd. 92 km<sup>2</sup>, es kann gemäss geltenden Plänen rd. 560 000 Einwohner aufnehmen. Grundsätzlich wird eine Aufgabenteilung zur Bewältigung des öf-

fentlichen Verkehrs vorgesehen: die Schweizerischen Bundesbahnen übernehmen den Vorortverkehr, die städtischen Verkehrsbetriebe den Nahverkehr.

Die Bundesbahnen haben die zur Lösung dieser Aufgaben erforderlichen Massnahmen im Rahmen ihres Ausbauprojektes 1954 vorgesehen: neues zentrales Stellwerk, Verlegung des Rangierbahnhofs nach Spreitenbach, Ausbau der Betriebsanlagen des Hauptbahnhofs, zweiter Doppelspurtunnel nach Oerlikon mit Verbesserungen des Bahnhofs Oerlikon, Ausbau des Bahnhofs Seebach, Doppelspur zwischen Oerlikon und Glattbrugg, kreuzungsfreie Einführung der Linie Dübendorf—Uster stadtwärts des Bahnhofs Wallisellen, Möglichkeit des Ausbaus der Linien nach Dübendorf—Uster, nach Bülach, ins Furttal, Station Opfikon und direkter Anschluss des Flugplatzes Kloten, zweite Doppelspur zwischen Rangierbahnhof Limmattal und Hauptbahnhof und Erweiterungen der Bahnhöfe Altstetten, Schlieren, Dietikon und Killwangen-Spreitenbach, unterirdische Einführung der rechtsufrigen Zürichseelinien in den Hauptbahnhof, evtl. Haltestelle Hirschengraben, teilweiser Ausbau der rechtsufrigen Strecke auf Doppelspur und dreispuriger Ausbau der Strecke Zürich—Thalwil. Der Bau des Stellwerkes steht in Ausführung. Für den Rangierbahnhof Limmattal sind das Plan genehmigungs- und das Enteignungsverfahren eingeleitet, die Bauarbeiten werden bald einsetzen. Mit dem Bau des zweiten Tunnels nach Oerlikon soll 1962 begonnen werden. Der teilweise Ausbau der rechtsufrigen Strecke auf Doppelspur kann nach Erledigung der hängigen Finanzfragen sofort in Angriff genommen werden. Die übrigen Arbeiten werden entsprechend den Bedürfnissen folgen. Die schrittweise Verwirklichung dieses Ausbauprogrammes wird dem Netz der Bundesbahnen im Bereich von Zürich eine Leistungsfähigkeit verleihen, die eine wesentlich verbesserte Verkehrsbedienung der Region gestattet und die für den Vorortverkehr auch nach vollständiger Besiedlung aller Wohngebiete der Umgebung Zürichs ausreicht. Die Einführung starrer Fahrpläne wie auch die Vervollständigung des heute üblichen Fahrplansystems werden durch diesen Ausbau ermöglicht. Die Nebenbahnen zur Forch und ins Sihltal sind der zu erwartenden Bevölkerungsentwicklung angemessen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Bundesbahnen und die vorhandenen Nebenbahnen in der Lage sind, den Schnellverkehr für die Bevölkerung der Region in Zukunft sicherzustellen. Der Flugplatzverkehr ist ein Sonderproblem, das separat zu lösen sein wird. Neue, über die Stadtgrenzen hinausgreifende und dem Verkehr zwischen den Vororten und der Stadt dienende Verkehrsträger sind daher nicht erforderlich. Die Planung der Verkehrsbetriebe kann sich also im wesentlichen auf das eigentliche Stadtgebiet beschränken. Das von der Bahn nicht berührte rechtsufrige Limmattal bildet eine Ausnahme. Ausserdem werden die Orte, die heute schon mit Autobuslinien versehen sind, weiterhin von den Verkehrsbetrieben bedient werden.

Für die Gestaltung des Netzes der städtischen Verkehrsbetriebe und für die Beurteilung der möglichen Lösungen waren folgende Gesichtspunkte massgebend: Trennung des individuellen Verkehrs vom kollektiven im Bereich der stärksten Verkehrsballungen, beschleunigte und regelmässige Betriebsabwicklung, genügende Leistungsfähigkeit, zusammenhängendes Netz mit einer Vielzahl direkter Beziehungen und zweckmässigster Einsatz der finanziellen Mittel. Unter diesen Gesichtspunkten wurden geprüft: U-Bahn, Umstellung auf Busbetrieb und Tiefbahn. Nicht geprüft wurden Hoch-

<sup>1)</sup> Mit dem Wort «Tiefbahn» wird die *tiefgelegte Strassenbahn* bezeichnet, im Gegensatz zur eigentlichen *Untergrundbahn*. Der Vorschlag, die bestehende Strassenbahn in der Innenstadt tief zu legen, wurde erstmals von Arch. Wolfgang Naegeli gemacht (SBZ 1947, Nr. 45, S. 616) und dann auch von den Gutachtern Pirath/Feuchtinger und Kremer/Leibbrand übernommen.

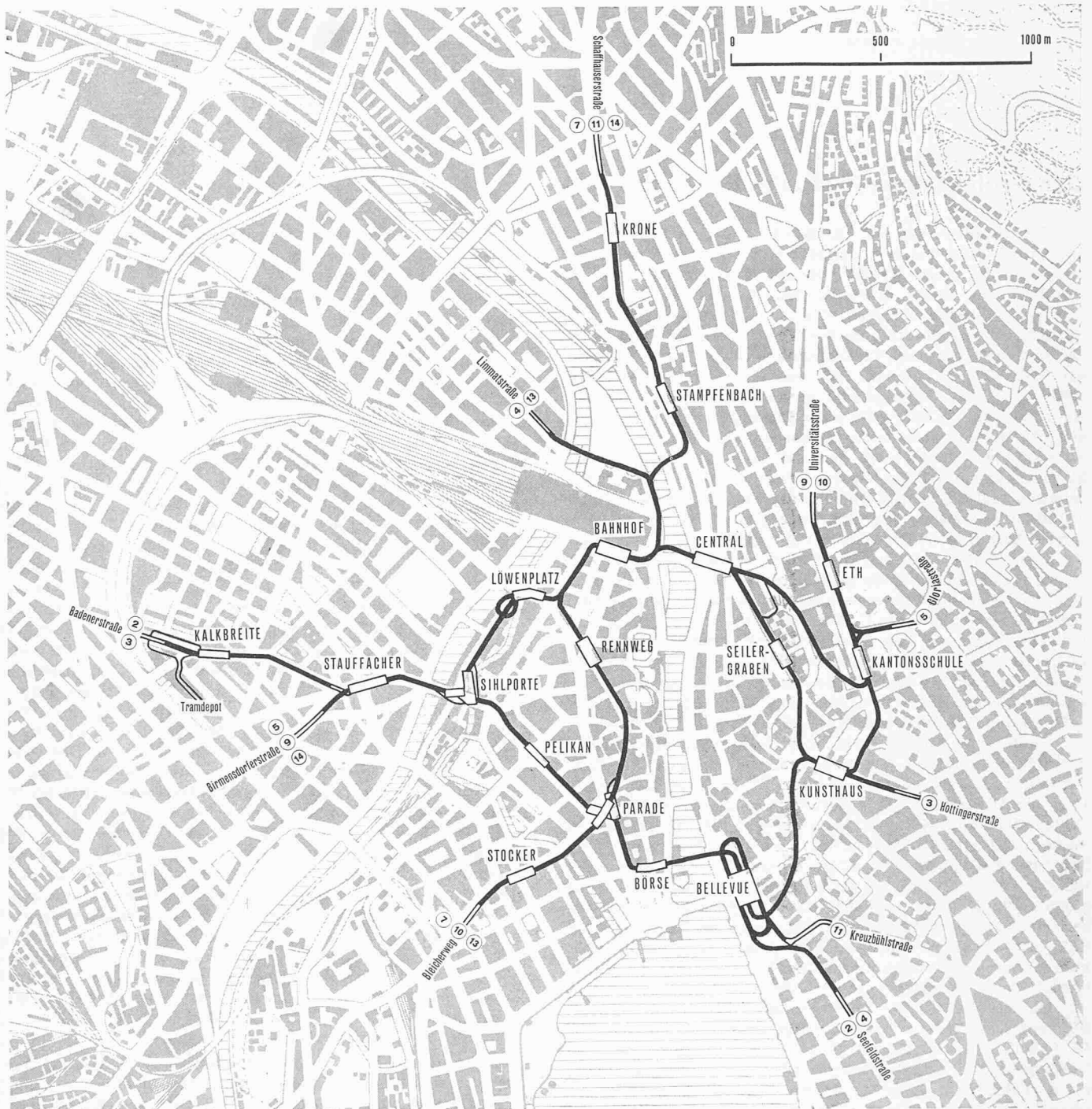


Bild 1. Innenstadt von Zürich, Masstab 1:20 000 Schwarz das vorgesehene Tiefbahnnetz von 12,3 km Länge; die Doppelstriche deuten die Rampen an, mittels denen in die bestehenden oberirdischen Strecken aufgestiegen wird (im Kreis die Linienbezeichnung). Die 2,6 km lange erste Baustufe umfasst die Strecken Badenerstrasse — Pelikan und Birmensdorferstrasse — Löwenplatz. Cliché «Neue Zürcher Zeitung»

bahnsysteme, die aus städtebaulich-ästhetischen Gründen weggelassen worden sind. Die U-Bahn fiel aus den bekanntgegebenen Gründen weg. Die Umstellung auf Busbetrieb kam nicht in Betracht, weil der Verkehrsraum des zürcherischen Strassennetzes nicht ausreicht und die nötigen Entflechtungen nicht vorgenommen werden können. Erfahrungen lehren auch, dass auf Busbetrieb umgebaute Strecken mit grossen Verspätungen in der Innenstadt rechnen müssen, weil der öffentliche Bus im Verkehrsstrom der individuellen Verkehrsteilnehmer nicht bevorzugt werden kann. Ausserdem ist der Busbetrieb wegen des höheren Personalbedarfes an und für sich unwirtschaftlicher als die Strassenbahn.

Die in Vorschlag gebrachte Tiefbahn (Tieflegen der Strassenbahnlinien in der überlasteten Innenstadt) bringt die Entflechtung im Stadtkern, die beschleunigte und regelmässige Betriebsabwicklung und die Steigerung der Leistungs-

fähigkeit mit sich. Die Vorteile der weitverzweigten Flächenbedienungs in den dünner besiedelten Wohngebieten am Stadtrand bleiben erhalten, ebenso die Vorteile direkter Beziehungen, die das heutige Netz aufweist. Der Einsatz von Auto- und Trolleybussen auf den Strassen kann somit wie bis jetzt im beschränkten Rahmen beibehalten werden.

Die Leistungsfähigkeit der Tiefbahn wird durch die Leistungsfähigkeit ihrer Knotenpunkte bestimmt. Bei kreuzungsfreiem Ausbau derselben kann jeder Doppelbahnsteig eine stündliche Leistung von 26 400 Plätzen bewältigen, was mehr als doppelt so viel ist wie heute im günstigsten Fall bewältigt wird. Dieser Leistung entspricht eine Zugfolge von 45 Sekunden, das Intervall auf der Strecke beträgt 500 m zwischen den Zügen, die ein Fassungsvermögen von 330 Personen haben (Strassenbahn-Gelenk-Zweiwagenzüge von rd. 40 m Länge).

Die Mittel für den teuren Tunnelbau werden — anders als bei der Untergrundbahn — nur dort eingesetzt, wo das Verkehrsproblem am stärksten drängt: in der Innenstadt. Die gebündelten Strassenbahnlinien lasten die Anlagen gut aus. Die vorhandenen Fahrzeuge, die noch einen Buchwert von 50,8 Mio Franken aufweisen, lassen sich grösstenteils weiter verwenden.

#### Allgemeine Projektierungsgrundsätze

Bei der Tiefbahn handelt es sich nicht einfach um die Tieflegung der bestehenden oberirdischen Anlagen in die untere Ebene der Innenstadt. Betriebliche Unzulänglichkeiten sind zu beseitigen; die Tiefbahn hat eine ausreichende Leistungsreserve aufzuweisen und soll eine Erhöhung der Reisegeschwindigkeit bringen. Die Tunnelanlagen sollen Entwicklungsmöglichkeiten hinsichtlich der einzusetzenden Fahrzeuge wahren. Heute sind die Fahrzeuge 2,20 m breit, in Zukunft sollen aber auch 2,40 m breite Wagen oder auch mechanisch gelenkte Gelenkrolleybusse zirkulieren können, was Tunnelverbreiterungen in den Krümmungen erforderlich macht.

Unterirdisch wird auf Sicht gefahren, weshalb die Fahrgeschwindigkeit von der Sichtweite abhängt. Kleine Bogenradien werden höchstens vor und nach Haltestellen verwendet, wo sowieso langsamer gefahren wird. Die Ueberhöhung der Gleise in den Kurven wird von Fall zu Fall festgelegt. Gewisse Gefahrenquellen wie Vereinigungsweichen und allfällige Kreuzungen werden durch fahrzeugbediente Signale gesichert. Niveaufreie Entwicklung ist vorzuziehen.

Die Bahnsteige bieten zwei Gelenkwagen-Zügen Platz, sie sind in der Regel 84 m lang (vereinzelt Ausnahmen für unbedeutende Stationen 42 m). Die Breite der Bahnsteige beträgt mindestens 3,50 m, selten 3 m; in grossen Stationen richtet sie sich nach dem zu erwartenden Fahrgastverkehr. Bei allen wichtigen Stationen sind besondere Fussgängerzweischengeschosse vorgesehen, die auch als Fussgängerunterführungen dienen. Rampen, Treppen und Rolltreppen werden die Bahnsteige mit der Oberfläche verbinden. Die grossen Stationen sind mit Toiletten, Post- und Telephonanlagen, Kiosken, Ladengeschäften, Restaurationsstätten usw. ausgestattet.

Die Haltestellenfolge des ganzen Netzes beträgt heute 330 m, was für die geregelte Abwicklung eines flüssigen Verkehrs ungünstig ist. Sie soll daher im Durchschnitt auf 450 bis 500 m erhöht werden. In der Innenstadt wird eine etwas kürzere Distanz (durchschnittlich 446 m) zwischen den Stationen gewählt, damit die einzelne Station nicht allzu sehr belastet wird.

Grössere Steigungen bzw. Gefälle werden vermieden. Auf der Strecke werden 5,5 %, auf Haltestellen 3 % nach Möglichkeit nicht überschritten. Für die Rampen gilt eine Neigung von 5,5 % (ausnahmsweise 6,5 %). Das heutige Netz

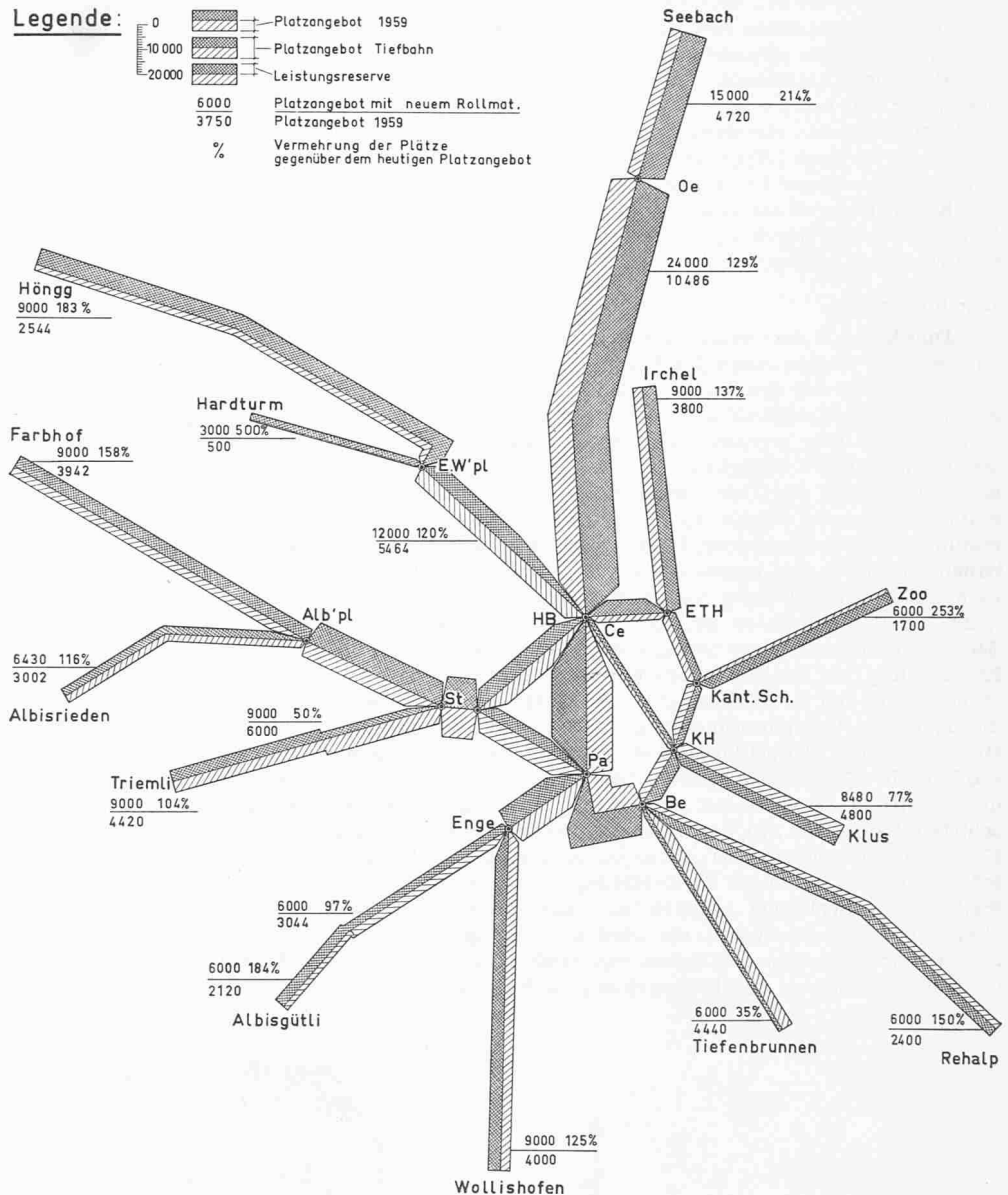


Bild 2. Das Zürcher Strassenbahnnetz, heute 59,88 km Doppelspurstrecke umfassend. Hell schraffiert Platzangebot 1959, dunkel schraffiert Platzangebotvergrösserung durch die Tiefbahn (die Berechnung beruht auf Zweiwagen-Zügen mit 300 Plätzen; in Auftrag gegeben werden Züge mit 330 Plätzen)

weist Steigungen bis 7,7 % auf (Haltestellen bis 7,5 %). Die Tunnelstrecken können über die vorgesehenen Rampen hinaus verlängert werden.

Zur Einsparung von Tunnelhöhe und Baukosten werden die Schienen unmittelbar auf der Sohle des Tunnels elastisch befestigt.

#### Das Netz der Tiefbahn

Das gesamte Netz der Tiefbahn (Bild 1) soll 12,3 km umfassen, was etwa einem Fünftel des heutigen und einem Viertel des zukünftigen Strassenbahnnetzes entspricht (einige Strecken sollen auf Busbetrieb umgestellt werden). Gegen aussen wird es durch folgende Rampen begrenzt: Kalkbreite, Birmensdorferstrasse, Bleicherweg, Seefeldstrasse, Stadelhofen, Hottingerstrasse, Gloriamstrasse, ETH, Schaffhauserstrasse und Limmatstrasse. Die Gleispläne für das ganze Netz sind im Masstab 1:500 angefertigt worden. Für verschiedene wichtige Plätze bestehen Varianten, die erst mit den Strassen- und Platzkorrekturen endgültig festgelegt werden können. Für die erste Etappe von 2,6 km Länge liegt ein abstimmungsreif ausgearbeitetes Projekt vor.

Mit dem Tiefbahnprojekt sollen alle grossen Wohngebiete mit den Hauptplätzen der Innenstadt direkt verbunden werden. Bahnhof, Paradeplatz, Sihlporte, Central, Bellevue, Heimplatz und Stauffacher erhalten eine Verkehrsbedie-

nung, die der heutigen entspricht. Ausserdem bleibt der Vorteil der Diametrallinien erhalten. Der kritische Bereich wird an der Oberfläche strassenbahnfrei.

Besondere Untersuchungen wurden für die Verbindung des stetig und rapid wachsenden Stadtteiles Zürich 11 angestellt, für den eine Netzerweiterung notwendig werden wird, weil diese grösste Wohnreserve der Stadt im Endausbau 127 000 Einwohnern Platz bietet. Es ist vorgesehen, den bei der Krone Unterstrass endenden Tunnel bis zum Milchbuck fortzusetzen und ihn dort nach Schwamendingen und Seebach verzweigen zu lassen.

#### Der Baugrund

Durch die Tunnelbauten der Tiefbahn werden folgende geologischen Formationen des Stadtgebietes durchfahren:

1. Die Füllung des untersten Zungenbeckens des letzten grösseren Rückzugstadiums der letzten diluvialen Vergletscherung. Hier werden angetroffen: Auffüllung und Bauschutt historischer Tätigkeit; darunter mächtige Streuungen von Sihlschotter und Durchbrüchen der Sihl im Raume Selnau und Sihlporte, welche von NW nach SO einfallende Deltabildungen aus wechselnden Lagen von Kies und Sand aufbauen und bis in die Limmat und den See reichen; unter diesen kompakten Schotterlagen folgt Schlamm sand und Seebodenlehm als Sedimentation der trüben Schmelzwasser. Diese Sedimente liegen auf der Grundmoräne, die sich nach kurzer Eindringung als ausserordentlich widerstandsfähig erweist, entsprechend der Vorbelastung durch das Gletschereis. Ueber die Tiefe der Grundmoränen-Oberfläche unter Gelände bestehen folgende Aufschlüsse: Pelikanstr./Bahnhofstr. 8,5 m, Bankverein 17 m, Utoquai/Seehofstr. 24 m; im See liegt sie unter Mitte Quaibrücke auf Kote 369, 50 m, am Ende Dampfschiffsteg auf Kote 370, beim Seerestaurant Hafen Enge auf Kote 388 (Seespiegel 406). Diese Grundmoräne ist unregelmässig überlagert durch Deltabildungen von Seitenbächen. Postglaziale Seekreide bedeckt in einer Mächtigkeit von etwa 10 m den Seeboden; sie wird auch unter den durch Auffüllung gewonnenen Flächen angetroffen, sei es als natürliche Bildung, sei es als eingepumptes Füllmaterial.

2. Die Endmoräne wird durchstossen an der Sihlporte, im Rennweg und am Westrand der St. Peter Hofstatt und unter der Winkelwiese.

3. Der Schotterfächer der Sihl aus kompakten, sandreichen Massen entsprechend der Herkunft des spätglazial und postglazial sich in Moränengebiete und die Molasse der Albiskette intensiv eingrabenden Bergflusses.

4. Rechtsufrig der Limmat wird ausserhalb der Endmoräne die Ueberlagerung aus Moräne älterer Stadien der letzten Vergletscherung, aus Gehängelehm und aus Alluvion des Wolfbaches durchfahren. Der Molassefels bildet zwischen Zentral, Hirschengraben und Universität einen günstigen Baugrund.

Von besonderer Bedeutung für den Bau der unter Grund geführten Bahn ist die Lage des Grundwasserspiegels in der breiten Talsohle. Der Seewasserspiegel, Kote 406, reicht in der Limmat bis zum Wehr an der Sihleinmündung und im Schanzengraben bis zum Wehr beim Hallenbad. Dadurch herrscht innerhalb der Endmoräne ein Grundwasserspiegel von Kote 406, d. h. von 2,5 bis 3,5 m unter Strassenhöhe. Von der Sihlbrücke bis zur Sihlmündung fällt der Grundwasserspiegel von 406 auf 403. Das selbe Gefälle herrscht längs der Badenerstrasse bis zur Kreuzung mit der SBB (Kalkbreite), entsprechend dem Verlauf eines Grundwasserstromes in einem älteren Taltrög.

#### Die Bauausführung

Für den Entwurf der Linienführung war nach den verkehrstechnischen Gesichtspunkten die Rücksicht auf die Bauausführung der Haltestellen und Strecken von massgebendem Einfluss. Die geräumigen Haltestellen mit mehrfachen Zufahrten können im vorliegenden Baugrund nur in offener Baugrube ausgeführt werden. Damit ergibt sich auch die durch die Zugänglichkeit geforderte höchstmögliche Lage. Angesichts der kurzen Haltestellenabstände, besonders in der eigentlichen City, kommen dadurch auch die Zwischenstrecken möglichst direkt unter den Werkleitungsboden der Strassen zu liegen, was angesichts der Bodenbeschaffenheit und der Lage im Grundwasser meist ohnehin zwingend ist.

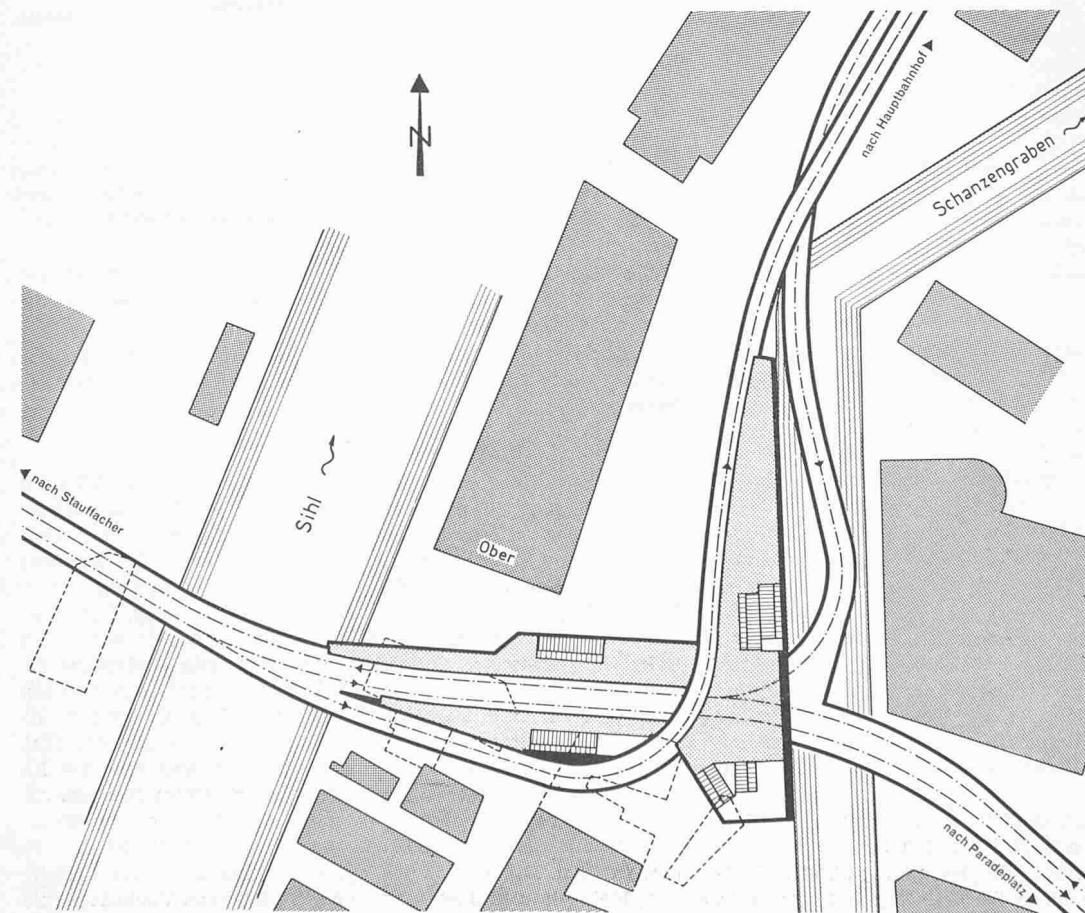


Bild 3 (links). Station Sihlporte der Tiefbahn, Uebersichtsplan 1:1500. Dunkler Raster = bestehende Bauung, heller Raster = Bahnsteige. Vergleiche die Geschossgrundrisse und Schnitte auf den Seiten 852 bis 854

Bild 4 (rechts). Station Sihlporte, perspektivischer Schnitt längs der Sihlstrasse, Blick gegen Süden

Da strassenbahnmässig auf Sicht gefahren wird, muss nach einer möglichst gestreckten Führung der Tunnelstrecken gestrebt werden. Günstige Lösungen in diesem Sinne konnten erzielt werden, indem kommende Strassenausbauten der Linienführung zugrunde gelegt wurden. Es sind deshalb kaum grössere Gebäudeabbrüche vorausgesetzt, die allein durch die Tiefbahn veranlasst wären.

Die Ausführung der Tunnelstrecken soll im Tagbau erfolgen, wo immer dies möglich ist. Viele Angriffspunkte und direkter Zugriff begünstigen eine rasche Baudurchführung. Im Grundwasser der Talsohle kommen je nach der örtlichen Bodenbeschaffenheit und der Nähe und Gründung der Gebäude offene Wasserhaltung innerhalb der dicht umschlossenen Baugrube oder Grundwasserabsenkung in Betracht. Die Baugrubenumschliessung kann dabei gebildet werden durch Rammträger-Bohlenwand, Spundwand, Betonschlitzwand oder Bohrpfehlwand. Entscheidend für die Wahl wird die Wirtschaftlichkeit des Tunnelbaues sein, die von den örtlich gegebenen Bedingungen einerseits, von der Kontinuität des Einsatzes einer Spezialausrüstung andererseits abhängen wird.

Im bergmännischen Vortrieb werden ausgeführt ab Central der Tunnel zur Universität und unter dem Hirschengraben, die im wesentlichen in die Molasse zu liegen kommen, sowie der Tunnel im Zuge Bellevue-Heimplatz von der Stadelhoferstrasse bis zum Kunsthaus, der Moräne durchfährt.

In der mittleren Bahnhofstrasse würde die Vielzahl von Werkleitungen mit dem Haupttunnel der Telefonkabel zu einer besonders langwierigen Inanspruchnahme durch die Bauarbeiten führen. Es wurde deshalb nach einem Weg gesucht, dieser wichtigsten Strasse zwischen ihren beiden Haltestellen Uraniastrasse und Paradeplatz auszuweichen. Dank der Geländegestaltung und der Bodenbeschaffenheit längs dem Rennweg und der West-Flanke der St. Peter-Hofstatt ist eine bergmännische Durchtunnelung mittels Schild hier möglich. Längs dem Rennweg steigt das Gelände von 411 auf 416 an, während der Tunnel mit 2% bis unter die St. Peterstrasse fällt. Der Grundwasserspiegel liegt an der Haltestelle Uraniastrasse/Bahnhofstrasse mit Kote 405,5 etwas unter Tunnelaxe, am oberen Ende des Rennweges auf Höhe des Scheitels, bei In Gassen 3 m über Tunnelscheitel. Die Ueberlagerung steigt im Rennweg von 2 auf 10 m an und beträgt von Widdergasse bis Augustinergasse 11 m, die Keller werden hier in 7 m Tiefe unterfahren. Bis zur Zeugwartgasse nimmt die Ueberlagerung auf 6 m ab. Der 413 m lange Tunnel liegt in den ersten 146 m in der Geraden und geht dann in eine Kurve von 275 m Radius über. Diese Krümmung kann mit einem Schild des vorliegenden Durchmessers gerade noch gebaut werden. Als lichter Durchmesser sind für die Tiefbahn 7,40 m erforderlich. Eine Auskleidung mit Walzstahl-Tübbing mit innerer Spritzbetonhülle hat eine Stärke von 25 cm (bei Anwendung von Beton-Tübbing wird eine grössere Stärke erforderlich). Damit ergibt sich ein äusserer Durchmesser des Schildes von 8 m. Bis Ende Rennweg kann der Vortrieb mittels Wasserhaltung möglich sein, da der Boden voraussichtlich sehr dicht ist. Weiter wird man zum

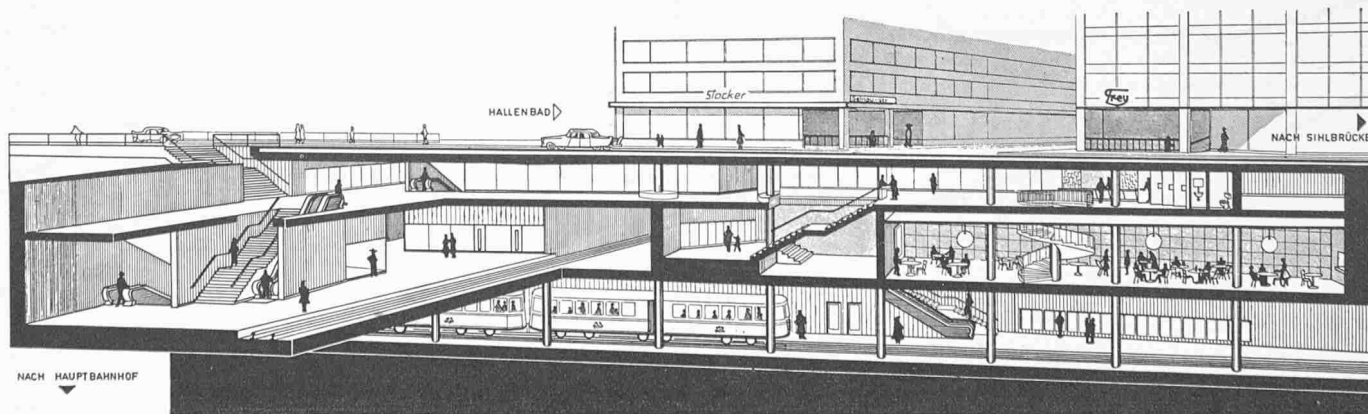
Vortrieb unter Druckluft übergehen, wobei der Innendruck auf wenig über 1 atü ansteigen wird.

Die Flusskreuzungen werden in offener Baugrube vorgenommen. Die Sihl wird oberhalb der Sihlbrücke und im Zuge der Limmatstrasse mit Tunneldecke dicht unter Flusssohle unterfahren. Die Limmat wird dreimal gekreuzt mit Lage der Tunneldecke dicht unter der zulässigen Fluss-Sohle, womit sich die Tiefe der Baugruben zu etwa 10 m ergibt. Die Kreuzung wird in drei Bauabschnitten vorgenommen, indem zunächst von den Ufern aus vorgegangen wird, so dass bei Schluss in Flussmitte Kolkwirkungen an den Ufern vermieden werden. Die Kreuzung unterhalb dem Bauschänzli im Zuge der Börsenstrasse liegt im einstigen See-Ende, der Talweg liegt neben der rechten Ufermauer. Hier berührt der Tunnel Silt, während er gegen das linke Ufer Kies und Sand durchfährt. Die Kreuzung unterhalb der Bahnhofbrücke liegt im sandreichen, dichten Sihlschotter, der unter dem Central gegen die Molasse stösst. Die Kreuzung unterhalb des Landesmuseums liegt in dicht gelagertem, wenig durchlässigem, sandigem Schotter der Sihl.

Der Inangriffnahme des Tunnelbaues in einem Strassenzug wird eine grosszügige Umdisposition der Werkleitungen vorangehen müssen. Mit dem Abschluss der Tunnelbauarbeiten wird der Ausbau der Strasse im Rahmen des Ausbau-Programmes durchgeführt. Deshalb wird, wo immer möglich, die Strassenbahn für den Bau in einen anderen Zug umgelegt, wo sie bleiben soll, bis sie in die Tunnel- etappe hinuntergeführt werden kann. Der Strassenverkehr wird abschnittsweise umgelegt.

#### Die 1. Bauetappe

Die erste Bauetappe umfasst die Strecken zwischen den Rampen Kalkbreite, Birmensdorferstrasse und den provisorischen Rampen im Talacker (gegen Paradeplatz) und in der Löwenstrasse (gegen Hauptbahnhof) und misst 2,6 km. Die Rampe Kalkbreite ist mit einer unterirdischen Abstellanlage verbunden, welche das unterirdische An- und Abhängen der Anhängewagen ermöglicht. Ebenso erfolgt die Weg- und Zufahrt der Strassenbahnzüge vom Depot Elisabethenstrasse unterirdisch. Die anschliessende Station Kalkbreite weist entsprechend ihrer untergeordneten Bedeutung kein Fussgängerstockwerk auf. Grosszügige Schutzinseln in der Mitte der Fahrbahn werden das Ueberqueren der Strasse à niveau erleichtern. Im Zuge der Lang- und Ankerstrasse liegt der Tunnel so tief, dass zusammen mit dem Tiefbahnbau oder später Fussgängerunterführungen errichtet werden können. Die Haltestelle Bezirksgebäude, die nur gut 200 m von den nächsten Haltestellen entfernt liegt, wird im Interesse einer höheren Reisegeschwindigkeit aufgehoben. Am westlichen Kopf der Station Stauffacher verzweigen sich die Strecken nach Badenerstrasse und Birmensdorferstrasse. Die Verzweigung erfolgt kreuzungsfrei. Die Tunnelanlagen nach der Birmensdorferstrasse werden über den stadtwärts gerichteten Ast des Tunnels aus der Badenerstrasse überführt. Ueber der Station liegt eine grosse Fussgängerhalle, die sowohl den Tiefbahnpassagieren, wie auch den übrigen Fussgängern dient. Hier finden sich öffentliche



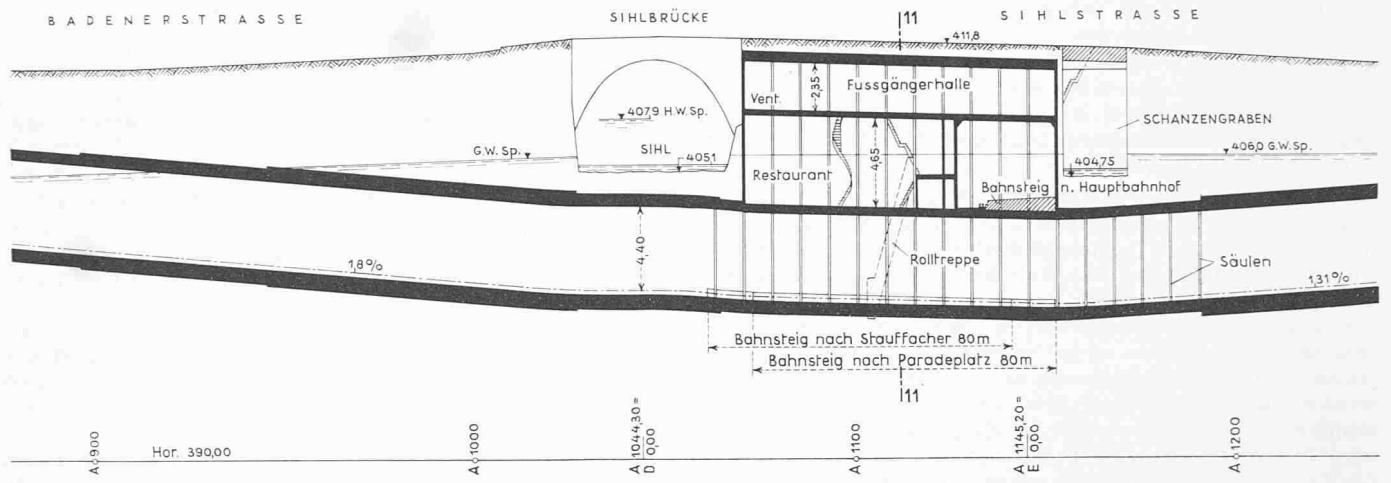


Bild 5a. Längenprofil der Strecke A (siehe diese in Bild 8), Längen 1:2000, Höhen 1:400

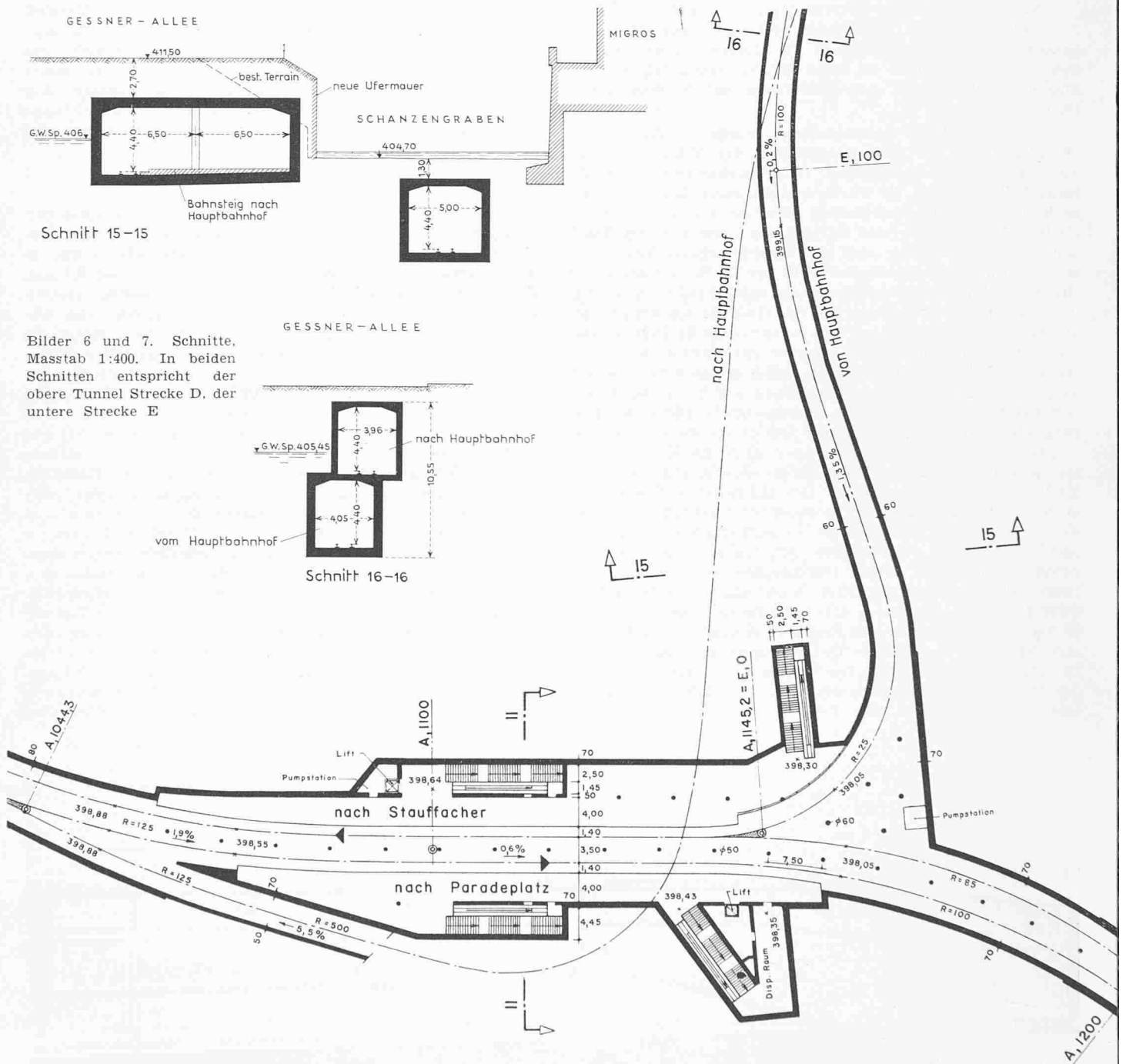


Bild 8. Station Sihlporte, unterer Bahnsteig (rd. 13,2m unter Strassenoberfläche) mit Situierung der Stecken A und E. Masstab 1:800

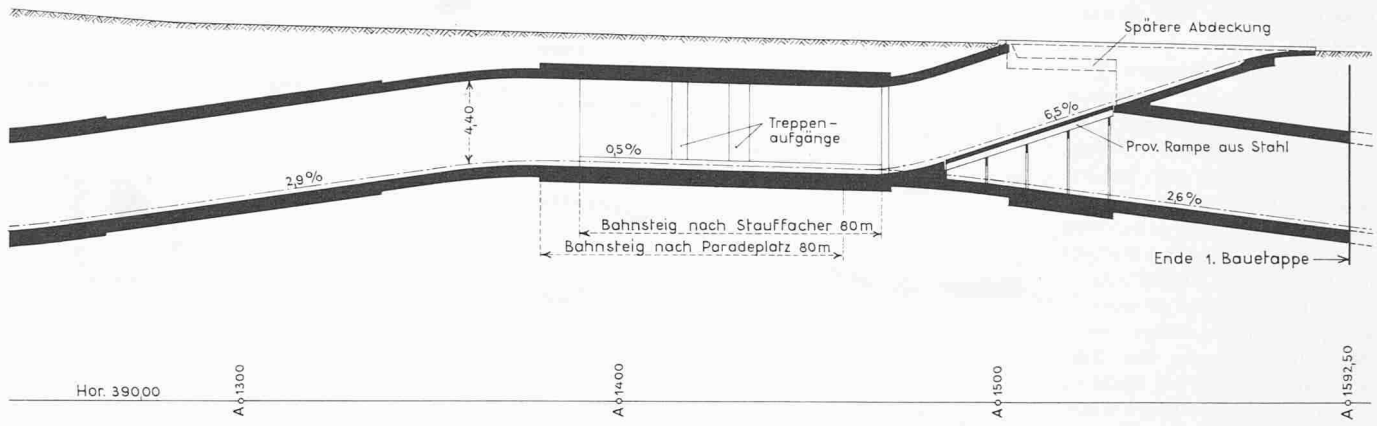


Bild 5b. Fortsetzung von Bild 5a

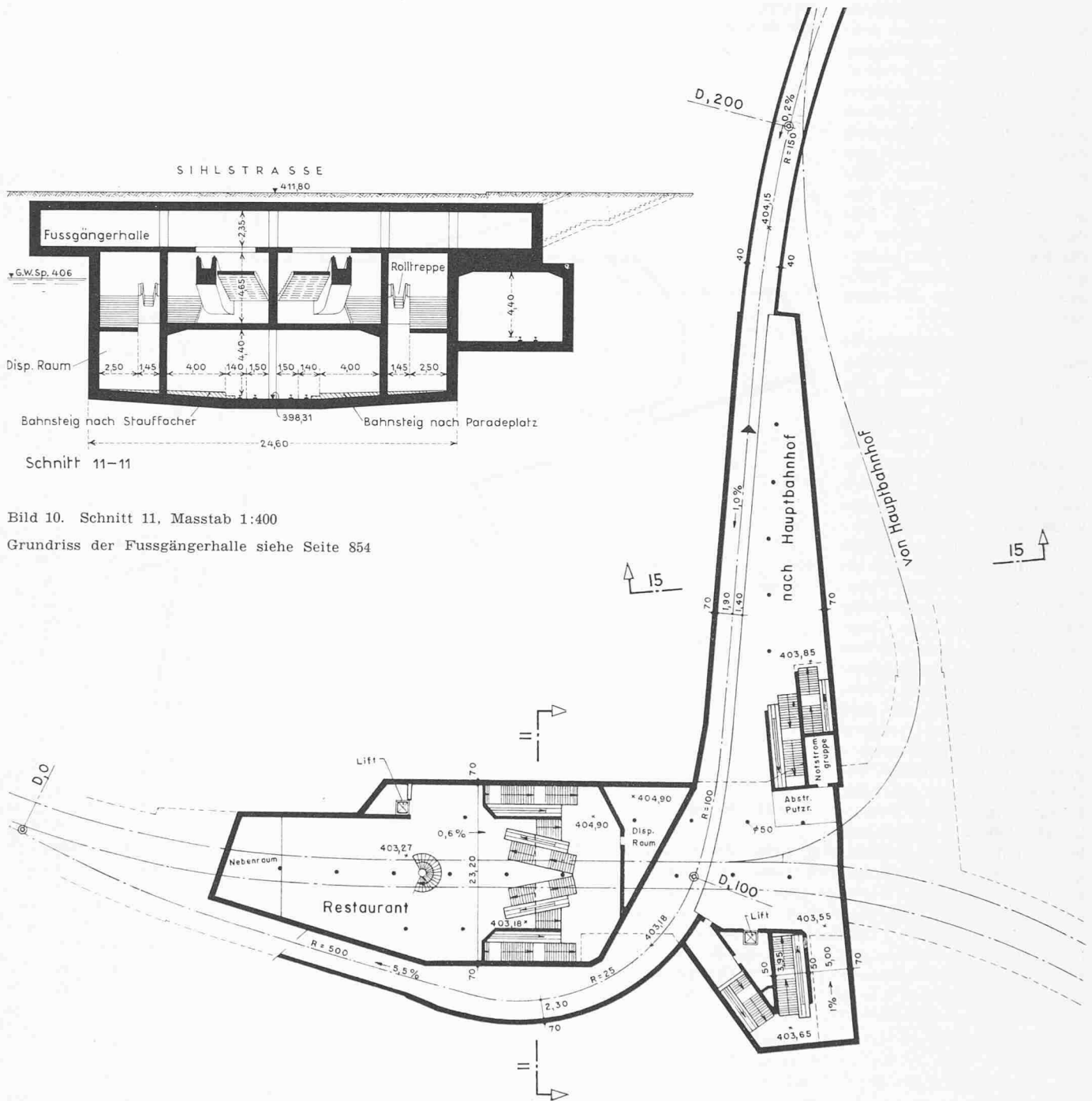


Bild 10. Schnitt 11, Masstab 1:400

Grundriss der Fussgängerhalle siehe Seite 854

Bild 9. Station Sihlporte, oberer Bahnsteig, Masstab 1:800, mit Situierung der Strecke D (deren Längenprofil s. S. 854)





Wasserkraftanlagen zu übertragen, das den Bau sämtlicher stadt-eigenen Kraftwerke geleitete hat. Es hat sich dabei über die Fähigkeit ausgewiesen, vielfältige und schwierige technische und organisatorische Probleme stellende Bauten grössten Ausmasses überlegen zu führen, zuletzt die Arbeiten für die Bergeller Kraftwerke, welche einen Kosten-aufwand von 175 Mio Franken erforderten.

Die baureife erste Etappe (ohne Hauptbahnhof) erfordert folgende Aufwendungen:

Baukosten, einschliesslich Leitungsumlegungen, strassenbahntechnische Ausrüstung, Ausrüstung der Stationen	84,15 Mio Fr.
für spätere Etappen vorsorglich auszuführende Arbeiten	6,33 Mio Fr.
untergehende Strassenbahnanlagen	0,8 Mio Fr.
Erwerb von Grund und Rechten	17,68 Mio Fr.
	<hr/>
	108,96 Mio Fr.

Der Grunderwerb erfolgt zwar unmittelbar für den Bau der Tiefbahn, er kann aber nach Bauvollendung zum Teil für den Strassenausbau verwendet werden, so für die Strassenausweitung bei der Sihlbrücke und zwischen Usterbrücke und Löwenplatz.

Die Baukosten, ohne Grunderwerb, stellen sich für das ganze, 12,3 km umfassende Tiefbahnnetz auf 329 Mio Fr.

Die Baukosten können nicht aus Taxeinnahmen gedeckt werden, da sonst übermässige Gebühren erhoben werden müssten. Eine solche Finanzierung wäre sachlich auch nicht gerechtfertigt, da die Ursache für diese Bauten nicht beim öffentlichen Verkehr, sondern in der allgemeinen Verkehrslage zu suchen sind. Würde die Tiefbahn nicht gebaut, der öffentliche Verkehr also an der Oberfläche belassen, so müsste der Strassenraum unter Opferung wirtschaftlich genutzter Flächen, d. h. durch weitgreifende Häuserniederlegungen, an zahlreichen Orten zusätzlich ausgeweitet werden. Das käme die Stadt schliesslich bedeutend teurer als der Tiefbahnbau zu stehen, ohne dass eine wirkliche Entflechtung und damit eine dauernde Sanierung des öffentlichen Verkehrs erreicht würde.

Für die Abschreibung der Aufwendungen sind nicht die kantonalen Vorschriften massgebend, welche bestimmen, dass von den Baukosten im ersten Jahr ein Drittel und der Rest in 25 weiteren Raten getilgt werden muss. Massgebend sind die eisenbahnrechtlichen Grundsätze. Diese lassen eine wesentlich längere Amortisationsdauer zu. Die Tunnelanlagen z. B. müssten mit 1 % jährlich abgeschrieben werden. Finanzpolitische Gesichtspunkte legen indessen nahe, mehr abzuschreiben, als die eisenbahnrechtlichen Mindestansätze erfordern. Die Tilgung der Kosten für die erste Baustappe mit jährlichen Annuitäten (Abschreibung und Verzinsung) von 5 Mio Fr. hat sich als zweckmässigste Lösung erwiesen. Die Anlagen werden so etwa 36 Jahre nach Baubeginn voll abgeschrieben sein.

\*

Zusammenfassend sei folgendes festgehalten: Ohne leistungsfähigen öffentlichen Verkehr kann die Innenstadt nicht funktionsfähig erhalten werden. Seiner Sanierung ist daher der Vorrang zu geben. Hand in Hand mit der Realisierung der Tiefbahnanlagen sind jene für den individuellen Verkehr auszubauen. Das Tiefbahnnetz bildet den Kern eines leistungsfähigen unterirdischen Netzes, das von späteren Generationen nach aussen erweitert werden kann. Die Tiefbahn wird Gewähr dafür bieten, dass das Erreichen der Innenstadt für den Berufs- und den Besucherverkehr auch dann noch möglich ist, wenn die fortschreitende Motorisierung das Verkehrsproblem auf der Strasse noch schwieriger gestalten wird.

#### Tiefbahn oder Untergrundbahn?

Am 13. Oktober 1961 hat der Stadtrat einen ergänzenden Bericht an den Gemeinderat herausgegeben, der den Titel «Tiefbahn oder Untergrundbahn» trägt. Dieser Bericht nimmt u. a. Stellung zu Vorschlägen, die seit dem Erscheinen der Weisung für den Bau der ersten Etappe als Anreger oder kritische Aeusserungen von verschiedenen Sei-

ten vorgebracht worden sind. Die Ausbildung des heutigen Strassenbahn-Netzes, das auf dem Prinzip der Durchmesserlinien aufgebaut ist, wurde in der Presse von Laien und Fachleuten angezweifelt. Der städtische Vorschlag, dieses Grundnetz im wesentlichen beizubehalten und es im kritischen Bereich abzusenken, wird von der Verwaltung einem U-Bahnnetz und anderen unzweckmässigen Systemen gegenübergestellt. Die Leitung der städtischen Verkehrsbetriebe ist nach wie vor der festen Ueberzeugung, die Durchmesserlösungen mit Feinverteilung im Randgebiet der Stadt bleibe die für Zürich günstigste Lösung.

Würde man beispielsweise dazu kommen, die City mit einem U-Bahnring einzufassen, so läge ein grosser Teil des wichtigsten Arbeitsgebietes nicht innerhalb des 300-m-Fussgängerbereichs der Haltestellen, was ausgesprochen unpraktisch wäre, weil ja auch die Möglichkeiten, diesen Raum mit individuellen Fahrzeugen zu erschliessen, äusserst beschränkt sind. Eine gute Bedienung der Bahnhofstrasse mit öffentlichen Verkehrsmitteln bleibt eine der wichtigsten Forderungen der zürcherischen Stadtplanung.

Die sich an allfälligen Ringlinien ergebenden baulichen Konzentrationen sind städtebaulich nicht erwünscht, weil diese Ringstrassen hauptsächlich zur Entlastung des innerstädtischen Verkehrs nötig werden und folglich nicht zu dicht bebaut werden dürfen. Zu diesen Nachteilen des Ring-systems gesellen sich die Unbequemlichkeiten für den Fahrgast, der meistens einmal, häufig sogar zweimal umsteigen muss, bis er sein Ziel erreicht. Autonome unterirdische Systeme brächten an ihren Verknüpfungsstellen mit den oberirdischen ungünstige Umsteigeverhältnisse und kostspielige, komplizierte Bauwerke. Aehnliche Ueberlegungen gelten für Tangentialliniennetze, die mit einem innerstädtischen Ring zu verbinden wären.

Weitere Vorschläge, wie die Verwendung des Schanzengrabens, des freiwerdenden Tunnels der SBB von Stadelhofen nach Letten, eines neuen Ausgleichsbahnhofs in Schwamendingen usw. scheiden aus. Undurchführbar seien auch die Vorschläge, Untergrundstrecken mit dem SBB-Netz zu kombinieren, weil das offiziell vorgeschlagene System der Teilung der Verkehrsbedienung der Landschaft in SBB- und VBZ-Anteil richtig sei und dem weiteren Ausbau der Region Zürich genüge. Es bestünden auch unüberwindliche Schwierigkeiten, wenn die Züge einer U-Bahn auch auf den Gleisen der SBB zirkulieren müssten. Der Vorschlag, die SBB-Linien für die Lösung des städtischen Verkehrs herzurichten, ist verfehlt, weil diese Linien nicht mit den städtischen Verkehrsströmen korrespondieren.

Besondere Studien sind dem Vergleich U-Bahn/Tiefbahn gewidmet worden. Ein Netz von 40,9 km mit drei Durchmesserlinien und ein reduziertes Netz von 32,5 km mit zwei Durchmesserlinien wurden berechnet. Die Baukosten hiefür betragen 1 307 662 000 Fr. bzw. 1 025 676 000 Fr., was die finanziellen Möglichkeiten Zürichs übersteige. Aus den Reisezeit-Vergleichen dieser Netze mit dem Tiefbahn-Netz ergibt sich, dass die U-Bahn trotz ihren unverhältnismässig viel grösseren Anlagekosten keine wesentlichen Zeitgewinne bringt.

Der Gesichtspunkt der Baumethoden hat keinen Einfluss auf die Wahl zwischen Tiefbahn und U-Bahn. Die Baumethode entwickelt sich aus den örtlichen Gegebenheiten und ist insbesondere abhängig von der Geologie des Baugrundes, den Grundwasserverhältnissen, der Topographie, der Ueberbauung und den Gründungsverhältnissen der Gebäude, der Wirtschaftlichkeit der möglichen Methoden, dem Längenprofil und der Linienführung der Bahn und von den Möglichkeiten der Verkehrsumleitungen. Der Bericht vom 13. Oktober bietet einen Ueberblick über gegenwärtig in Ausführung begriffene U-Bahnen, dem wir folgendes entnehmen:

Wenn immer möglich wird dem Tagbau der Vorzug gegeben. Für ihn sprechen wirtschaftliche und verkehrliche Ueberlegungen. Der Tagbau ist namentlich in ungünstigen Baugrundverhältnissen in der Regel ganz wesentlich billiger als bergmännischer Vortrieb. Bekannt ist die Berliner Bauweise, die auch in Hamburg (s. SBZ 1959, S. 705) angewendet wird. In Mailand wurde das Bentonit-Schlitzwandverfahren

(s. SBZ 1958, S. 151) ausgebildet; der jährliche Baufortschritt beträgt 2,5 bis 3 km Doppelspurttunnel. In Lissabon wird die zweite Etappe der U-Bahn im Tagbau ausgeführt, mit örtlicher Unterfahung von Gebäuden in der Altstadt. Auch die erste Etappe dieser U-Bahn wurde, wo immer möglich, im Tagbau ausgeführt; bergmännisch wurde ein Hügel aus Basalt und Kalkstein durchfahren. Die in Rotterdam im Bau stehende 5 km lange U-Bahn stellt einen Sonderfall des Tagbaues dar: In den breiten Strassen der Nordstadt wird von der Maas her ein Kanal gebaggert, in den die fertigen Tunnelstücke eingeschwommen werden. In Toronto (SBZ 1955, S. 520) wird die zweite Etappe der U-Bahn in gleicher Weise wie die erste Phase im Tagbau ausgeführt. Nur in einem Teilstück der University Avenue, der Hauptverkehrsstrasse und Zufahrt nach City, Bahnhof und Hafen wird der Tunnel mit Schild, unter Druckluft vorgetrieben. Die Eingangshallen der in dieser Strecke liegenden zwei Haltestellen müssen indessen im Tagbau erstellt werden. Tagbau kommt auch zur Anwendung bei den U-Bahnbauten in Tokio und Osaka und ist vorgesehen bei den beschlossenen Tiefbahnbauten in München, Frankfurt und Stuttgart.

Zu einer *bergmännischen Bauweise* wird gegriffen, wenn besonders vorteilhafte Baugrundverhältnisse diese Bauweise als wirtschaftlich erscheinen lassen, wenn die Tiefenlage des Tunnels den Tagbau nicht zulässt oder wenn der Tunnel unter einem Strassenzug liegt, der vom Verkehr nicht befreit werden kann. Liegt standfestes Gebirge vor wie z. B. in Stockholm (SBZ 1956, S. 440) oder in Zürich zum Teil in der Oststadt, so kommen die normalen Handwerksregeln des Tunnelbaues in Betracht. Schildbauweisen kommen zur Zeit bei folgenden Untergrundbahnen zur Anwendung: in Hamburg zur Unterfahung des Gleisfächers in der Bahnhofausfahrt (SBZ 1959, S. 712) und in Budapest (SBZ 1958, S. 582) wegen tiefer Lage der Tunnel; nach sehr grossen Auslagen wurde dieser Bau aus finanziellen Gründen und infolge über-

handnehmender Erkrankungen der Arbeiterschaft eingestellt. In London wird gegenwärtig auf der Versuchsstrecke Finsbury Park eine neue Schildbauweise über etwa 1,5 km erprobt. Die Strecke liegt etwa 15 m unter Bodenoberfläche und durchfährt ohne Druckluft einen zähen, wasserdichten und standfesten Lehm, der gar keine Steine enthält. Für die Stationen kann trotz des Schildvortriebes auf den Strecken auf den Tagbau nicht verzichtet werden. Der Schildbau erweist sich im zürcherischen Baugrund als ausserordentlich teuer. Wegen der dabei nötigen grossen Tiefenlage der Tunnel wirkt er sich für den Fahrgast zudem sehr nachteilig aus.

Auch für die *Tiefbahn* sind Anregungen und *Verbesserungsvorschläge* gemacht worden. Dem Tiefbahnringssystem haften ähnliche Nachteile an wie dem U-Bahnring. Bei den Anschlüssen der Radialstrecken an den Ring sind zur Vermeidung von niveaugleichen Kreuzungen teure mehrgeschossige Bauwerke nötig, für die sogar in vielen Fällen der Platz fehlen würde. Umsteigevorteile der offiziellen Lösung gingen verloren.

Für das *Tunnelprofil* haben sich seit der Uebergabe der stadträtlichen Weisung an den Gemeinderat insofern Veränderungen ergeben, als es dank speziell entwickelten Stromabnehmern und Fahrdrachtaufhängvorrichtungen in den Stationen möglich wird, Einsparungen in der Höhe vorzunehmen. Die Tunnel können 30 cm, die Stationen sogar 40 cm niedriger projektiert werden, was eine Reduktion der Baukosten von 5 % bis 6 % zur Folge haben dürfte.

\*

Es wird damit gerechnet, dass der Gemeinderat der Stadt Zürich die Kreditvorlage in den ersten Monaten des kommenden Jahres in positivem Sinne verabschiedet, so dass die Volksabstimmung über die Tiefbahn noch im ersten Semester 1962 durchgeführt werden könnte.

## Studientagung über Spannbetonprobleme und die Versuche in Opfikon

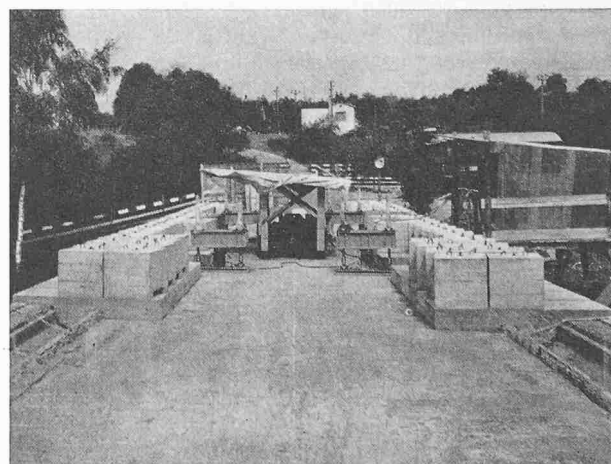
DK 061.3:624.012.47

Die Fachgruppe für Brückenbau und Hochbau des S.I.A., gemeinsam mit dem Verband für die Materialprüfungen der Technik, führte am 27./28. Oktober 1961 an der ETH unter Leitung von Ing. M. Birkenmaier und Prof. E. Amstutz eine Studientagung über Spannbetonprobleme und die Versuche an der Brücke Opfikon durch. Rund 400 Fachleute nahmen daran teil.

In einer ersten Gruppe von Vorträgen wurden allgemeine Fragen des Spannbetons behandelt. Prof. Dr. B. Thürlimann (ETH) sprach über statische, materialtechnische und konstruktive Probleme. Er stellte besonders den Begriff der Rissesicherung einer Rissesicherheit gegenüber und wies auf die Unterschiede bei der Berechnung der Bruchsicherheiten zwischen statisch bestimmten und statisch unbestimmten Systemen hin. Dr. A. Voellmy (EMPA) behandelte die verschiedenen Ursachen der Rissebildung, woraus sich die Schwierigkeit erklärt, Rissbreiten für den Einzelfall vorzuberechnen. Er betonte an Hand vieler Bilder von Schäden, wie wichtig konstruktive Massnahmen zur Einschränkung der Rissebildung sind, wie z. B. genügende Betonüberdeckung, dichter Beton, gut verteilte, profilierte Armierung, saubere Ausbildung der Fugen. Dr. R. Walther (Materialprüfungsanstalt Stuttgart) sprach über Schubmessung auf Grund neuer Versuche und Erkenntnisse. Diese neuen, umfassenden Versuche wurden unter Leitung von Prof. Leonhardt im Otto-Graf-Institut durchgeführt. Die auf Grund der Bruchlast hergeleiteten Bemessungsformeln berücksichtigen den Einfluss der Betonqualität, der Vorspannung, der Bügel und des Verbundes und können an Hand von Diagrammen einfach angewendet werden. Man wird mit Spannung die Publikation dieser Ergebnisse erwarten.

In einer zweiten Gruppe von Vorträgen wurden die Versuche an der Brücke Opfikon behandelt. Diese erst fünf Jahre alte Brücke über die Glatt musste mit dem Bau

der Nationalstrasse nach dem Flughafen Kloten abgebrochen werden und wurde der Eidg. Materialprüfungsanstalt (EMPA) für Versuche zur Verfügung gestellt. Im Sommer 1960 wurden Ermüdungsversuche bis zum Bruch eines sekundären Bauteiles und anschliessend — nach Reparatur der Bruchstelle — ein statischer Versuch bis zur Erschöpfung der Tragfähigkeit durchgeführt. Diese Versuche, deren Kosten mehr als doppelt so hoch zu stehen kommen wie der Bau der Brücke, kann man wohl als einmalig bezeichnen. Sie führten zu wichtigen Ergebnissen. Ing. W. Schalcher (Ingenieurbüro Soutter und Schalcher) als projektierender Ingenieur erläuterte das Projekt und seine Ausführung in den Jahren 1954/55. Die Uebersicht über die Versuche wie auch die Zusammenfassung der Ergebnisse



Schwingererreger in Fahrbahnmitte