

# Bauausführung der Sihlhochstrasse

Autor(en): **Grossweiler, H. / Leisinger, J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **92 (1974)**

Heft 21

PDF erstellt am: **26.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-72381>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Von H. Gossweiler und J. Leisinger, Zürich

## 1. Aufgabenstellung an den Unternehmer oder Submissionsunterlagen

Bei der Submission lag das zur Ausführung bestimmte Projekt detailliert vor und sollte durch den Unternehmer nicht in wesentlichen Teilen verändert werden. Für die Bauausführung stellten sich im besonderen folgende Probleme:

- die erheblichen Hochwasser der Sihl
- die Wasserhaltung bei der Ausführung der Foundation im Flussbett der Sihl
- Von der gesamten Brückenfläche der 29 Felder mit 35000 m<sup>2</sup> besteht nur ein Teil von 15 Feldern mit 17000 m<sup>2</sup> aus Überbauten konstanter Breite und Länge. Die übrigen Felder variieren in der Breite zwischen 25 und 40 m und in der Länge zwischen 42,40 und 57,80 m
- die Überquerung dreier im Verkehr stehender Brücken, nämlich zweier der Sihltalbahn sowie einer städtischen Hauptstrassenbrücke, mit Tramverkehr und sehr geringen Abständen zwischen Fahrleitungsdraht der Bahn bzw. des Trams und dem Brückenkasten
- die Abstützmöglichkeit des Vorschubgerüsts auf die Brückenpfeiler

## 2. Allgemeine Installationen

Die Mannschaft, welche einen Höchstbestand von 65 Mann erreichte, konnte in bereits bestehenden festen Unter-

künften der beteiligten Unternehmungen untergebracht werden. Die Büros für Bauleitung und Unternehmungen wurden auf städtischen Freiflächen beim südlichen Brückenende erstellt. Als Stützpunkte für die Unterbauarbeiten liessen sich an drei Stellen entlang der Sihl Lager- und Werkplätze mit Rampen zum Flussbett verwirklichen. Für die Herstellung des Überbaus wurden auf der bereits erstellten Brückenplatte mobile Installationen wie Zimmerei, Kompressor und Magazine laufend hinter dem Vorschubgerüst nachgezogen.

Der Beton wurde von einer Anlage, ausgerüstet mit einem Schrapperstern für vier Komponenten und einem Zwangsmischer von 1000 l, am südlichen Brückenende bezogen. Wahlweise nach Jahreszeit wurde als Bindemittel NPC oder HPC beigemischt. Der Herstellung des Betons wurde die grösste Aufmerksamkeit zuteil, da nur bei bester Qualität die kurzen Erhärtungszeiten zu erreichen waren.

## 3. Bauarbeiten Unterbau

Im oberen Gründungsabschnitt wurde im offenen Flussbett gearbeitet (Bild 18), da es möglich war, anfallende Abflussmengen bis zu 12 m<sup>3</sup>/s durch einen vorhandenen Fabrikkanal abzuleiten. Bei grösseren Wassermengen musste jedoch die Arbeitsstelle geräumt werden. Zu erwartendes Hochwasser wurde der Baustelle jeweils durch eine Vorwarnanlage gemeldet.

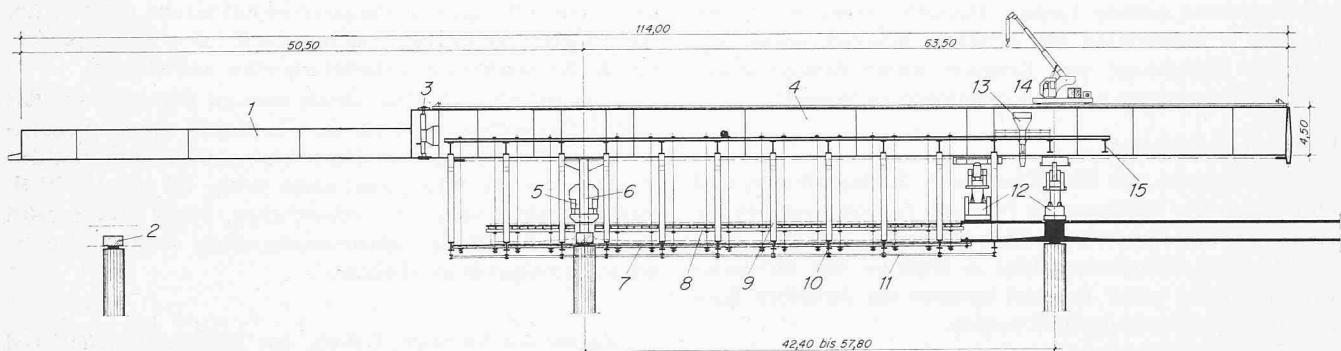


Bild 19. Längsschnitt MS-Gerät

- |                  |                        |                         |                    |
|------------------|------------------------|-------------------------|--------------------|
| 1 Vorlaufträger  | 5 Vorderer Abstützbock | 9 Hängeträger           | 13 Betonverteilung |
| 2 Aufstandsblock | 6 HM-Rohre             | 10 Armträger            | 14 MS-Kran         |
| 3 Gelenk         | 7 Aussenschalung       | 11 Schiebebühne         | 15 Querträger      |
| 4 Hauptträger    | 8 Innenschalung        | 12 Hintere Abstützböcke |                    |

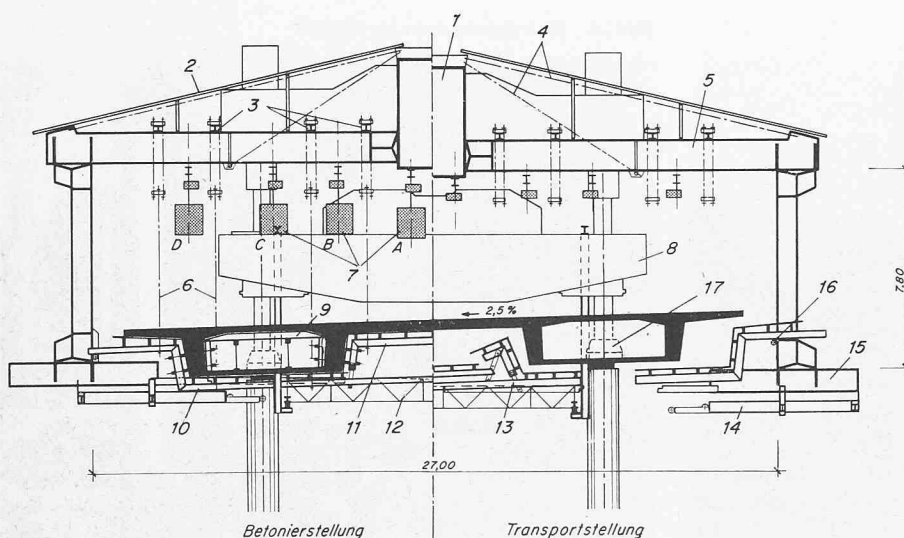


Bild 20. Querschnitt MS-Gerät

- |                           |
|---------------------------|
| 1 Hauptträger             |
| 2 Dach                    |
| 3 Sekundäre Längsträger   |
| 4 Abspannungen            |
| 5 Querträger              |
| 6 Hängestangen            |
| 7 Hängebahnen             |
| 8 Vorderer Abstützbock    |
| 9 Innenschalung           |
| 10 Aussenschalung, Seite  |
| 11 Aussenschalung, Mitte  |
| 12 Mittelbühne            |
| 13 Stichträger            |
| 14 Seitliche Schiebebühne |
| 15 Armträger              |
| 16 Rollenträger           |
| 17 Aufstandsblock         |

**Bildnachweis**

Photo Comet, Zürich (1, 13, 15)

Photo Wolf-Benders's Erben, Zürich (3, 17, 18, 21, 22)

Photodienst Tiefbauamt des Kantons Zürich (16)

Bild 16. MS-Gerät in den überbrannten Zonen

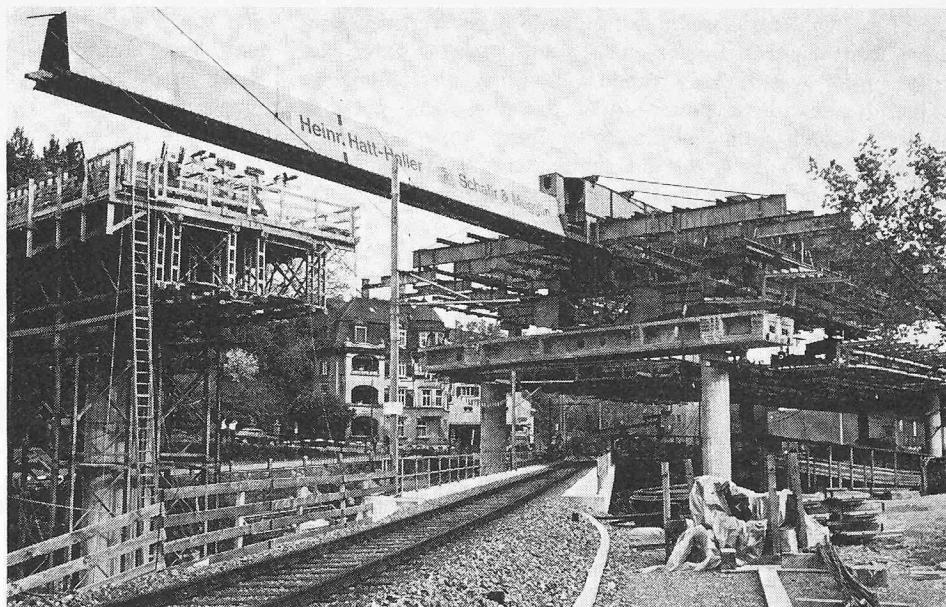


Bild 21. Aussenschalung und Trogarmierung

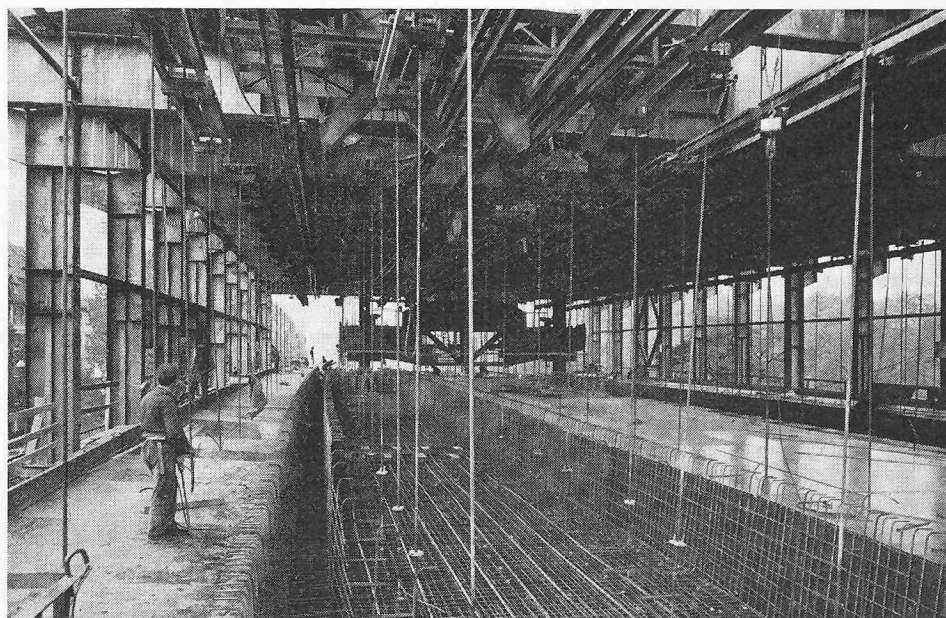
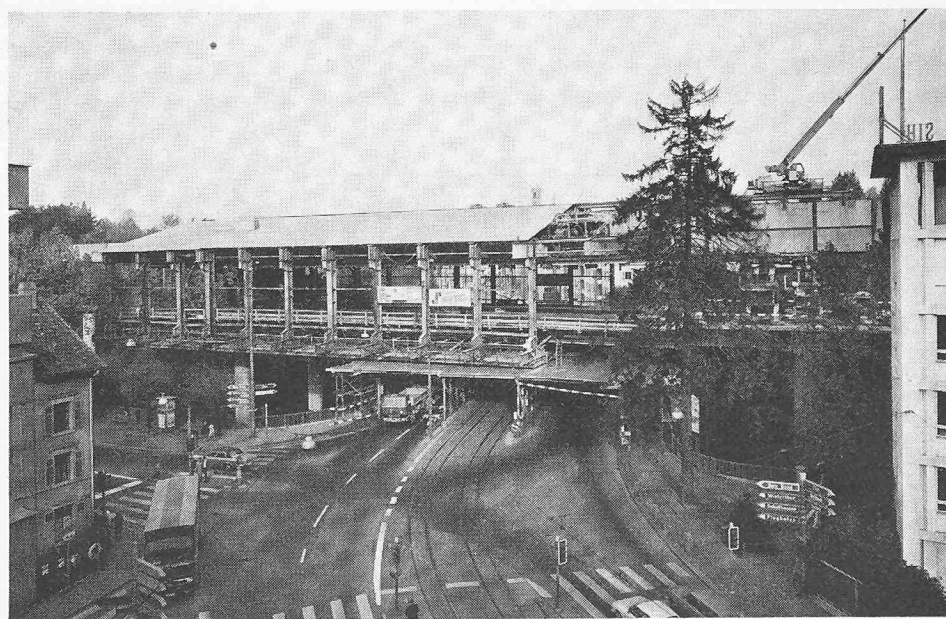


Bild 22. MS-Gerät über der Uto-  
brücke



Im Gründungsabschnitt, unterhalb des Werkkanaleinlaufs führt die Sihl immer eine Dotationswassermenge von über 3 m<sup>3</sup>/s. Aus diesem Grunde wählte man hier halbseitige Baugrubenabschlüsse, bestehend aus Spundwänden, welche in Gräben gestellt und nachgerammt wurden. Innerhalb dieser Baugruben war die Arbeit bis zu Wassermengen von 40 bis 60 m<sup>3</sup>/s möglich. Bei grösserem Andrang mussten aus Stabilitätsgründen die Gruben geflutet werden.

Für die Bauausführung standen folgende Geräte im Einsatz: 2 Pneuکرane, 1 Hydraulikbagger, 1 Trax, 2 Umschlaggeräte, 1 bis 2 Pfahlmäschinen.

Die Pfeilerfundationen gliederten sich in 52 Tief- und 6 Flachgründungen, durchgehend bis auf den Molassefels reichend. Zum ersten Mal wurden hier Benotpfähle von Durchmesser 118 cm verwendet, deren Längen bis zu 32 m reichten. Der dicht gelagerte, blättrige Lehm der Schichten über der Molasse behinderte mit seiner Zähigkeit und Elastizität die Bohrarbeit. Die Einbindung in den Fels und das Durchfahren von Blockwerk erforderten Meisselarbeit. Insgesamt wurden 244 Pfähle mit einer Gesamtlänge von 4070 m ausgeführt.

Die Flachgründungen bei der hochliegenden Molasse machten Sprengarbeiten unumgänglich. Mit Erschütterungsmessungen war es möglich, die Zündstufen und Lademengen so festzulegen, dass schadenfrei im überbauten Gebiet gesprengt werden konnte.

Die Bankette sind in abgeöschten Baugruben nach Abspitzen der Pfahlköpfe bei offener Wasserhaltung erstellt worden. Die Schalung für die elliptischen Pfeiler bestand aus einer Stahlrüstung mit Aluminium-Murali als Schalhaut, eingeteilt in Viertelsegmente. Durch Einlegen von Zwischenstücken konnten mit einer Schalung zwei Pfeilertypen erstellt werden. Diese Schalung liess sich 50mal verwenden. Für die restlichen 8 Pfeiler des dritten Typs gelangte eine Holzschalung zur Anwendung. Die Armierung, zu Körben vorgeflochten, wurde in 2 Schüssen versetzt. Mit einem Vibriergerät, das aus einem Schwimmkörper mit angehängten Tauchvibratoren bestand, sind die Pfeiler in einem Guss betoniert worden. Diese Einrichtung, zusammen mit der Betonierbüchse, gestattete einen kontinuierlichen Arbeitsvorgang ohne Bedienungsmannschaft innerhalb der Schalung.

Nach der Montage der Brückenlager wurden mit Hilfe eines Gerüsts die Aufstandsblöcke in Ortsbeton erstellt. Diese ermöglichten einerseits die Abstützung des Vorschubgerüsts auf die Pfeiler, andererseits die Übertragung der Überbaulasten eines Feldes nach Herstellung und Vorspannung.

#### 4. Vorschubgerüst

Für die feldweise Herstellung des Überbaus wurde ein obenliegendes Vorschubgerüst verwendet. Dieses Gerät be-

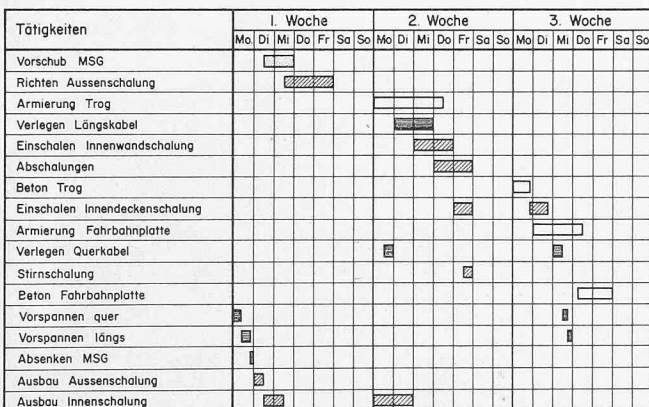


Bild 23. Taktprogramm

sitzt als tragendes Element in Brückenlängsrichtung einen zentralen Hauptträger, der auf Stützböcken ruht. In der Betonierstellung lagert das Gerät mit zwei hinteren Abstützungen auf dem Überbau des vorgängig erstellten Feldes und mit einem Bock vorne auf dem freien Pfeilerpaar. Während des Vorschubs bilden diese Stützböcke mit weiteren Hilfsstützböcken zusammen ein Schreitwerk, in dem wahlweise der Hauptträger über zwei der drei Böcke abrollt oder die Stützböcke entlang dem Hauptträger verschoben werden. Der am Hauptträger gelenkig angeschlossene Vorlaufträger ermöglicht die Vorfahrt des vordersten Stützbockes zum freien Pfeiler und den anschliessenden Einschub des Geräts ins freie Feld. Die Gesamtlänge von Haupt- und Vorlaufträger beträgt 114 m (Bilder 19 und 20).

Die Querträger sind als abgespannte Tragelemente für die Lasten der Schalung, des Frischbetons und der Arbeitsbühnen ausgebildet. Im Betonierzustand wird die Grossflächenschalung mit Hängestangen und sekundären Längsträgern an den Querträgern aufgehängt.

Im Verschubzustand wird die Schalung auf den Arbeitsbühnen gelagert und die Hängestangen temporär entfernt. Die Seitenbühnen mit den darauf lagernden äusseren Schalungen werden seitlich ausgefahren, so dass sich der freie Durchfahrtsbereich bei den Pfeilern ergibt. Die vielfach in den seitlichen Armträgern gelagerte Mittelbühne nimmt die abgeklappte Mittelschalung auf. Vor der Durchfahrt in den Pfeilerbereichen werden einzelne Lagerungen entfernt und nach der Durchfahrt wieder eingesetzt.

Alle Hub-, Senk-, Schwenk- und Verschubvorgänge des Geräts sind durch elektrisch betriebene Hydraulikanlagen mechanisiert. Für die Querverschiebung und die Kurvenfahrt dienen der hinterste Abstützbock und der ausschwenkbare Vorlaufträger. Be- und Entlastung der Stützböcke in den Verschubphasen sowie der Lastenausgleich in den Betonierstellungen erfolgen durch hydraulische Stellingpressen innerhalb der Stützböcke.

Das Verschubgewicht des Geräts im Normalfeld mit Bühnen, Aussenschalung, Dach, Installationen ohne Frischbeton und Böcke beträgt 1100 t.

Auf dem Gerät sind zudem montiert: ein fahrbarer Hydraulikkran für den Materialumschlag, elektrisch gesteuerte Hängebahnen für Betontransport und Baumaterial sowie ein Dach über dem Arbeitsbereich. Die Versorgungsleitungen für Brauchwasser, Druckluft und elektrische Energie sind fest im Gerät installiert.

#### 5. Ausführung des Überbaus

Für die Aussenschalung des Überbaus gelangten grossflächige Elemente zur Anwendung, die mit dem Gerät von Feld zu Feld verschoben werden konnten. Die Elemente setzten sich aus Stahlträgern, Kantholzrost und Sperrplatten als Schalhaut zusammen.

Da die Hohlkasten-Innenhöhe nur 1,50 m betrug, musste die Innenschalung aus kleineren Tafелеlementen aufgebaut

Tabelle 1. Stützbocklasten in verschiedenen Bauzuständen

Bauzustand	R <sub>2</sub> int	R <sub>1</sub> int	R <sub>3</sub> int
Eigengewicht des Gerüsts	+ 800	+ 500	0
während des Betonierens des Troges			
kontinuierliche Umlagerung auf den R <sub>3</sub>			
nach Betonieren des Troges	+ 1290	+ 500	+ 140
nach Vorspannen des Troges	+ 1190	+ 475	+ 140
nach Betonieren der Fahrbahnplatte	+ 1360	+ 540	+ 220
nach dem Vorspannen	+ 1280	+ 460	+ 220
nach Absenken der Schalung	+ 890	0	+ 410

werden. Ein Transport durch den Stützenquerschnitt war infolge der beschränkten Grösse des Durchstiegs nicht möglich, so dass für den Ausbau der Elemente Ausschalöffnungen in der Fahrbahnplatte vorgesehen werden mussten.

Schon geringe Änderungen an der Konzeption von Armierung und Vorspannung können sich zufolge der mehrfachen Anwendung beachtlich auf den Bauablauf auswirken. Dank sorgfältiger Zusammenarbeit zwischen Bauleitung, Projektverfasser und Unternehmung bei den Plänen für die Bauausführung konnten erhebliche Rationalisierungen und damit verbunden auch Leistungsverbesserungen erzielt werden.

Die ersten Felder des 35 m breiten Anschlussbereichs Brunau wurden, angepasst an die Gerätekapazität, in Teilfeldern hergestellt. Sobald die Brückenbreite unter 27 m fiel, konnte das mobile Schalungsgerät mit dem Korb ausgerüstet und die Feldherstellung im Taktverfahren ausgeführt werden (Bild 23).

Als sogenanntes Normalfeld (42,40 m) wurde ein Überbauabschnitt gewählt, der 8,50 m vor der hinteren Pfeilerachse begann und gleichviel über die vordere Pfeilerachse vorkragte.

Ein Arbeitstakt begann mit dem Vorschub des Geräts in abgesenktem Zustand, mit ausgefahrenen Seitenschalungen und auf den Arbeitsbühnen gelagerter Schalung. Nach Erreichen der neuen Betonierstellung wurden die Seitenschalungen auf den hydraulisch bewegten Schiebebühnen eingefahren und mit der Mittelschalung verbolzt. Dann wurde das Gerät hydraulisch in Betonierposition angehoben und die Schalung durch Aufmuttern auf Sollage und Überhöhung gerichtet. Als nächstes wurden Armierung und Vorspannkabel des Trogquerschnitts verlegt und anschliessend die Innenschalung und die Rüstung der Fahrbahnplatte montiert.

Betoniert wurde jeweils von vorne nach hinten in zwei Phasen, zuerst die beiden Tröge mit den Stützenquerträgern und, nach leichtem Vorspannen derselben, die Fahrbahnplatten mit den seitlichen Konsolen. Für die Normalfelder wurden in der ersten Phase 250 m<sup>3</sup> Beton an einem Tag eingebracht und in der zweiten Phase 320 m<sup>3</sup> in 1½ Tagen.

Alle Baustoffe wurden über die Auffahrtsrampe Brunau-Nord und den bereits fertiggestellten Überbau antransportiert. Der auf dem Hauptträger des Vorschubgerüsts montierte Hydraulikkran besorgte den Ablad und den Umschlag. Die acht mit Betonkübeln bestückten Hängebahnen brachten den Beton zur Einbaustelle. Die gewählten Installationen gestatteten eine mittlere Betonierleistung von 30 m<sup>3</sup>/h.

Die Fahrbahnplatte wurde jeweils an einem Freitag betoniert, so dass das Wochenende zur Erhärtung des Betons ausgenutzt werden konnte. Bereits am folgenden Montag konnte der Brückenabschnitt vollständig vorgespannt werden, womit er seine Eigentragsfähigkeit erreichte. Anschliessend

wurde das Gerät abgesenkt, die Schalung auf die Arbeitsbühne abgemuttert, die Hängestangen entfernt und die Seitenschalungen ausgefahren.

Nachdem das Gerät in den Normalfeld-Bereich gelangte, konnte rasch die geplante Taktzeit von 3 Wochen bei einschichtigem Betrieb von 9 Arbeitsstunden an 5 Wochentagen erreicht werden.

### Schlussbetrachtungen

Im Jahr 1967 haben sich die Firmen AG Heinr. Hatt-Haller und Schafir & Mugglin AG entschlossen, ein Vorschubgerüst zur feldweisen Herstellung von Brückentragwerken anzuschaffen, das im Hinblick auf die schweizerischen Gegebenheiten im Grossbrückenbau sehr anpassungsfähig ist. Die vorstehenden Ausführungen zeigen, dass es möglich war, dieses Gerät mit Erfolg bei einem Brückenobjekt einzusetzen, welches nicht in jeder Beziehung ideale Voraussetzungen für die Anwendung eines Vorschubgerüsts bot.

Der Einsatz eines solchen Geräts stellt sehr hohe fachliche Anforderungen an alle am Bau Beteiligten. Schon kleine Fehler bei der Bedienung des Geräts können sich katastrophal auf den Bauablauf auswirken.

Beim Vergleichen zwischen ausgeführten Bauvorhaben mit Vorschubgerüsten, speziell was die Taktzeit anbelangt, sind neben den objektgegebenen Bedingungen besonders die erreichten Durchschnittsleistungen, die effektive Arbeitszeit sowie die klimatischen Verhältnisse zu berücksichtigen.

Die Verwendung eines Vorschubgerüsts stellt den Unternehmer vor viele, teilweise schwer abschätzbare Probleme. Wohl lassen sich einerseits bei geeigneten Objekten auf der Baustelle erhebliche Lohneinsparungen gegenüber dem Brückenbau auf Lehrgerüst erzielen, doch sind andererseits die notwendigen Kapitalinvestitionen sowie die Kosten für Planung, Arbeitsvorbereitung und Bauaufsicht sehr hoch. Mit der Ausführung dieses Bauobjekts bot sich der Unternehmung die Gelegenheit, eine interessante und technisch anspruchsvolle Brücke zu bauen.

### Beteiligte Behörden und Firmen:

- Oberbauleitung: Kantonales Tiefbauamt Zürich  
Projektverfasser: ISZ, Ingenieurgesellschaft Sihlhochstrasse Zürich; Schalcher & Partner, H. Eichenberger AG  
Bauleitung: Ingenieurbüro Bachmann & Gander, Zürich  
Unternehmung: ASH, Arbeitsgemeinschaft Sihlhochstrasse Zürich; AG Heinr. Hatt-Haller, Zürich; Schafir & Mugglin AG, Zürich; Spaltenstein AG, Zürich  
Vorspannung: BBR Stahlton AG, Zürich

Adresse der Verfasser: H. Gossweiler und J. Leisinger, dipl. Bauingenieure ETH, in Firma Heinr. Hatt-Haller AG, Bärengasse 25, 8001 Zürich.

## Umschau

**Mikrowellen-Landesystem.** Mit dem neuen transportablen digitalen Mikrowellen-Landesystem MADGE (Microwave Aircraft Digital Guidance Equipment), das Hubschrauber-Allwetterlandungen zu ermöglichen verspricht, sind in Grossbritannien die Flugversuche aufgenommen worden. Das einfache, robuste und preisgünstige System wurde von der MEL Equipment Company und den Mullard Research Laboratories mit Unterstützung der britischen Blind Landing Experimental Unit entwickelt. Im Jahre 1971 gewann das MADGE-System einen Vergleichstest gegen andere Systeme, die in

Frankreich, der Bundesrepublik und in den USA entwickelt wurden. Aufgrund dessen sollen rund tausend Hubschrauber und taktische Flugzeuge der britischen Streitkräfte mit dem System ausgerüstet werden, wenn es 1976 in Dienst gestellt wird. Und eine zivile Ausführung dürfte erstmals Blindlandungen auf kleinen Zivilluftflughäfen ermöglichen. Die Ausrüstung besteht aus einer leichten, im Flugzeug eingebauten Elektronikeinheit und einer Antennenanlage, die in einem kleinen Fahrzeug transportiert und von zwei Mann in weniger als 15 Minuten errichtet werden kann. Mikrowellensignale zwischen Flugzeug und bodenseitiger Antenne ermöglichen dem Piloten bei praktisch jedem Wetter eine Landung in einem beliebig gewählten Landeanflugwinkel. Das System wird