

# Die Bauausführung der Fluss-Strecke beim Autotunnel unter der Maas in Rotterdam

Autor(en): **Schnitter, Erwin**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **117/118 (1941)**

Heft 26

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-83474>

## **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.

INHALT: Die Bauausführung der Fluss-Strecke beim Autotunnel unter der Maas in Rotterdam: Das Schliessen der Fugen. — Ausbauprojekt 1940 der kantonalen Universitätsklinik (Kantonspital) Zürich: Entwicklung der Bettenhäuser aus Krankenzimmer, Pflegeeinheit und Doppelstation;

Verpflegung nach Verteilküchen-System; Aufbau des Gesamt-Entwurfs und Arbeitsweise der AKZ; Ausbaugrösse und Kosten. — Nekrologe: Paul W. Meyer. — Wettbewerbe: Genfer Verbindungsbahn-Rhonebrücke. Gewerbeschule in Baden. Neue Bahnhofbrücke mit Umgebung in Olten.

Band 117

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Verbandsorgane nicht verantwortlich  
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Nr. 26

### Die Bauausführung der Fluss-Strecke beim Autotunnel unter der Maas in Rotterdam

Von Dipl. Ing. ERWIN SCHNITZER, Zürich

(Schluss von Seite 290)

War ein Tunnelstück verlegt, so hatte seine Verbindung mit dem vorhergehenden zu erfolgen. Es war also im offenen Fluss in Wassertiefen zwischen 13 und 25 m 1 m Rahmentunnel herzustellen, der bezüglich Festigkeit und Dichtigkeit jedem andern Tunnelquerschnitt gleichwertig sein musste. Das Schliessen dieser Fugen wurde in folgender Weise vorgenommen.

An den Enden der Tunnelstücke waren halbe Bohlen Larsen XI angeordnet und kräftig im Beton der Seitenwände verankert (Abb. 28, Detail). In diese wurden nun Halbzyylinder aus 8 mm-Blech, deren Ränder mit ebensolchen halben Bohlen gesäumt waren, eingeschoben. Hierzu waren an die Richttürme 16 m hohe Führungs-

säulen gefügt, die das Schloss bis über Wasser verlängerten und so ein bequemes Einfädeln erlaubten (siehe Abb. 7 zu äusserst links, Abb. 22). Mit einem 1,2 t schweren, mit Druckluft angetriebenen Rammhammer wurden diese Halbzyylinder auf Tiefe gerammt, wobei ein 15 m langer Pfahl als Jungfer diente.

Gegen den über die Tunnelwände vorstehenden seitlichen Stahlmantel wurden nun Tafeln aus 8 mm-Blech, durch 10 Profile kräftig versteift, eingeschoben, wozu neben dem Larsen-Schloss eine aufgebogene Führungsplatte an der Tunnelwand und der Führungssäule angeordnet war. Nachdem auch diese Platten auf Tiefe gerammt und der genaue Sitz dieser Anordnung durch Taucher kontrolliert waren, war der seitliche Abschluss so weit vorbereitet.

Die folgende Arbeit war nun auf der Tunneldecke und in deren Fuge auszuführen. Es musste hier also ein Arbeitsraum im offenen Wasser 10 bis 15 m unter Oberfläche geschaffen werden. Dazu war, aus den örtlichen Verhältnissen entwickelt, eine Taucherglocke konstruiert worden (Abb. 23). Sie hatte die Deckenfuge zu umschliessen, einen Arbeitsraum über dieser abzugeben und zu ermöglichen, das Wasser 1,6 m unter ihrer Schneide wegzupressen, um so den Raum für die Herstellung der Decke trocken zu legen.

Die Taucherglocke bestand aus einer Arbeitskammer von 27 m Länge, 2,1 m Breite und 2 m Höhe, die durch 6 mm-Blech mit kräftiger Profileisenversteifung umschlossen war (Abb. 24). Ueber der Kammer lag ein Ballastraum, wo zehn Kästen mit Roheisen, jeder 20 t schwer, eingelegt wurden. Unter den Enden waren 80 cm hohe Halbzyylinder angeschraubt, die mit geringem Spiel an die Seitenwände des Tunnels schlossen. Der Arbeitsraum war durch zwei Schachtröhre zugänglich, zwei Rohrleitungen führten die Druckluft nach dem Arbeitsraum. Die Längswände waren als Vollwandträger ausgebildet. Ihre Auflager-schneide erhielt eine reichlich bemessene Gummidichtung mit besonders ausgebildeter Anpress-Vorrichtung (Abb. 24) zur Sicherung des absolut luftdichten Abschlusses auf den 25 m langen Betonauflagern, die leicht etwas windschief liegen konnten oder Ausführungsunvollkommenheiten aufweisen. Ein kurzer eiserner Turm diente der Aussteifung der Schachtröhre und der Auf-

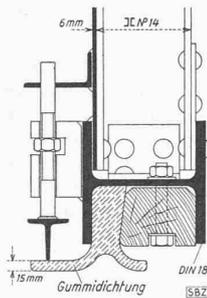
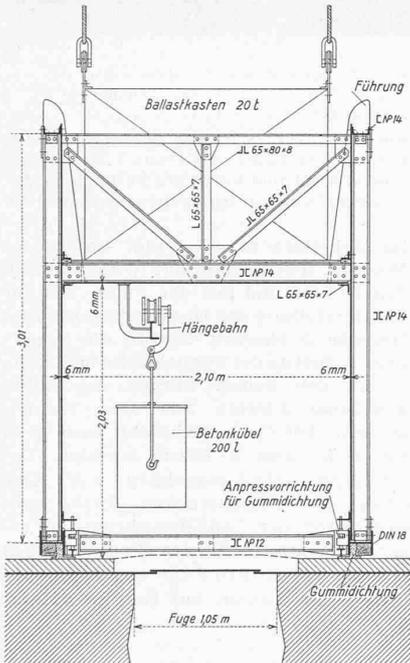


Abb. 24. Querschnitt der Taucherglocke 1:50 mit Einzelheiten der Abdichtung 1:10

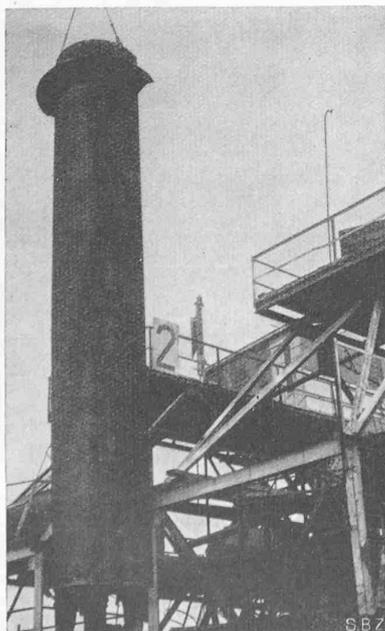


Abb. 22. Einschleppen eines Halbzyinders zum seitlichen Fugenschluss



Abb. 23. Taucherglocke für die Ausführung der Tunneldecke in den Fugen

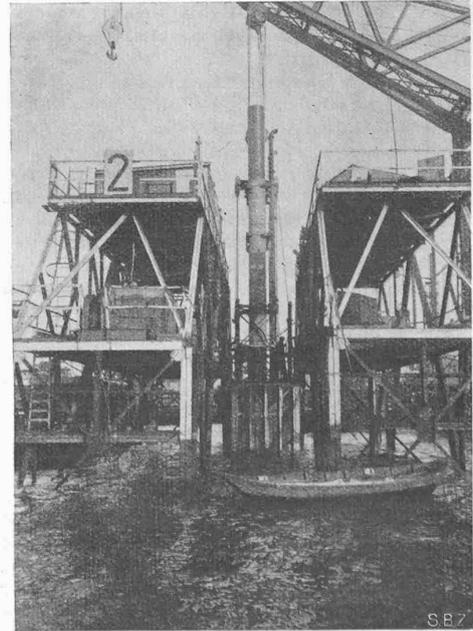


Abb. 25. Einfahren der Taucherglocke zwischen die Richttürme, Seitenansicht

hängung der ganzen Vorrichtung, die fertig montiert und ausgerüstet mit 65 t in den Haken des Schwimmkranes kam. Das notwendige sehr genaue Versetzen dieser Taucherglocke wurde ermöglicht durch die beidseitig der Fuge stehenden Richttürme. Nachdem der schmale Körper auf Höhe der Wasseroberfläche von der Seite zwischen die Richttürme eingeschoben war (Abb. 25), wurden nach Ausmass aufgefütterte Führungsklötze angeschraubt und nun mit allseitigem Spiel von 2 cm die Konstruktion abgelassen. Durch Taucher wurde ihr genauer Sitz auf den beiden Tunnelenden kontrolliert. Das Aufbringen der Ballastkasten erfolgte mit langen Aufhängungen und einfachen Führungen, sodass hierfür wie später für das Wegholen keine Taucherhilfe nötig war. Nach Montage der

Maastunnel Rotterdam  
Schliessung der Fugen

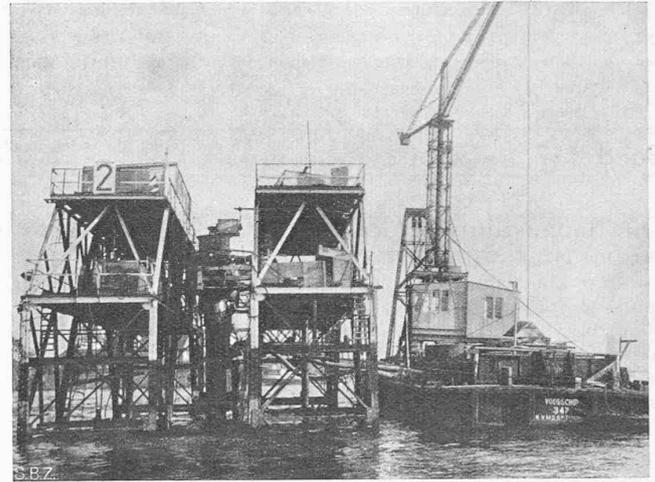
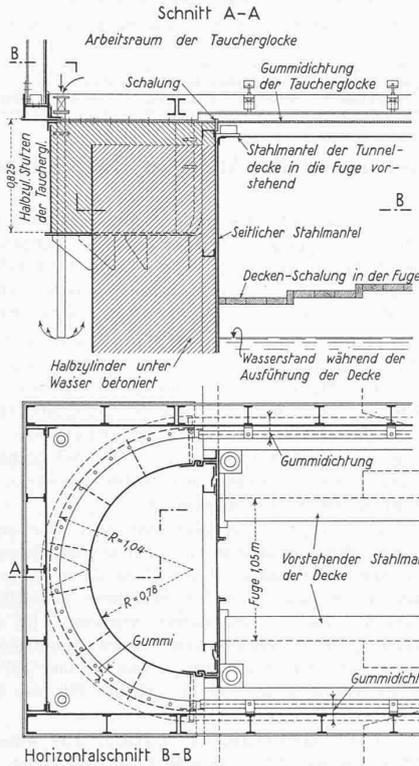


Abb. 26. Anordnung der Druckluftanlage während der Arbeit in der Taucherglocke. Rechts das «Fugenschiff»

Abb. 28 (links). Seitlicher Fugenabschluss durch Halbzylinder und Platte 1 : 50 (Detail 1 : 25) und luftdichte Verbindung der Taucherglocke mit dem Seitenabschluss 1 : 50

im Arbeitsraum stieg nun um dieses Mass an und presste das Wasser durch den Untergrund aus der Fuge, den für die Herstellung der Decke nötigen Raum freigebend. Hiermit konnte die eigentliche Arbeit an der Tunneldecke beginnen. An den Seiten wurden die eingeschobenen Platten mit dem Tunnelmantel elektrisch verschweisst. Die Deckenschalung legte man auf zum voraus angeordnete L- und Z-Eisen, nachdem darunter ein Gerüst für die folgende Arbeit eingehängt war. Eine Längsverankerung zwischen den Tunnelstücken wurde eingebracht und hierauf das Richten der Längsbewehrung vorgenommen, deren Anschlusseisen 25 mm Ø für das Einschwimmen rechtwinklig abgebogen worden waren. Pro Fuge waren im ganzen rd. 1000 Stäbe zu richten. Sie wurden auf Rotglut erhitzt

Schleusen auf den Schachtrohren wurde das Fugenschiff angeschlossen, das Kompressoranlage, Betonmischanlage mit Kies- und Sandsilos und Mannschaftsraum enthielt (Abb. 26); auf Deck besorgte ein Turmdrehkran das Einbringen des Betons mittels Kübel in die Betonhose der einen Schleuse. Die geschilderte Anordnung und die folgenden Arbeiten sind in Abb. 27 im Zusammenhang dargestellt.

Nach Einblasen von Druckluft konnte man die Tunneldecke

betreten. Das Wasser stand in der Kammer zunächst auf Höhe der Schneide. Zur Sicherheit wurde die Taucherglocke mit der Tunneldecke mehrfach verankert. Nun schritt man zum Ausbetonieren der seitlichen Abschlüsse. Mittels an einer kleinen Hängebahn laufender Kübel wurde der Beton in an Flaschenzügen aufgehängte Trichterrohre geschüttet. Dank der Druckluft konnten die Schüttröhre von 20 cm Ø bei einiger Sorgfalt in der Handhabung stets trocken gehalten werden, sodass dieser Unterwasserbeton von vorzüglicher Qualität wurde. Nach Füllen der Halbzylinder nahm man den Seitenabschluss vor, dessen Einzelheiten Abb. 28 zeigt. Die beidseitigen Halbzylinderstützen unter der Taucherglocke umfassten mit einem Zwischenraum von 35 cm die Halbzylinder der Wände und stiessen gegen ein waagrechtes Konsolblech, das von den Halbzylindern als Kragen getragen wurde (auf Abb. 22 sichtbar). Federbleche dichteten dies Konsolblech gegen die Tunnelwände; an den Stützen waren Schiebelleche zum dichten Anschluss an die Tunnelwände angeordnet. Der derartig umschlossene Raum wurde nun unter Wasser mit besonderem, kurzem Schüttröhre sorgfältig ausgegossen und darauf der ganze ausserhalb des Tunnelprofils liegende Raum mit einer Abschlussplatte dichtgegossen, die an die Gummidichtung anschloss. Während des Erhärtens dieses Betons wurde die Luft durch einen Schieber mit Auslass in Höhe der Gummidichtung abgelassen. Nach Erhärtens schloss man diesen Schieber und öffnete andere Schieber mit Auslass durch Rohre, die 1,6 m unter der Schneide endigten. Der Druck

betreten. Das Wasser stand in der Kammer zunächst auf Höhe der Schneide. Zur Sicherheit wurde die Taucherglocke mit der Tunneldecke mehrfach verankert. Nun schritt man zum Ausbetonieren der seitlichen Abschlüsse. Mittels an einer kleinen Hängebahn laufender Kübel wurde der Beton in an Flaschenzügen aufgehängte Trichterrohre geschüttet. Dank der Druckluft konnten die Schüttröhre von 20 cm Ø bei einiger Sorgfalt in der Handhabung stets trocken gehalten werden, sodass dieser Unterwasserbeton von vorzüglicher Qualität wurde. Nach Füllen der Halbzylinder nahm man den Seitenabschluss vor, dessen Einzelheiten Abb. 28 zeigt. Die beidseitigen Halbzylinderstützen unter der Taucherglocke umfassten mit einem Zwischenraum von 35 cm die Halbzylinder der Wände und stiessen gegen ein waagrechtes Konsolblech, das von den Halbzylindern als Kragen getragen wurde (auf Abb. 22 sichtbar). Federbleche dichteten dies Konsolblech gegen die Tunnelwände; an den Stützen waren Schiebelleche zum dichten Anschluss an die Tunnelwände angeordnet. Der derartig umschlossene Raum wurde nun unter Wasser mit besonderem, kurzem Schüttröhre sorgfältig ausgegossen und darauf der ganze ausserhalb des Tunnelprofils liegende Raum mit einer Abschlussplatte dichtgegossen, die an die Gummidichtung anschloss. Während des Erhärtens dieses Betons wurde die Luft durch einen Schieber mit Auslass in Höhe der Gummidichtung abgelassen. Nach Erhärtens schloss man diesen Schieber und öffnete andere Schieber mit Auslass durch Rohre, die 1,6 m unter der Schneide endigten. Der Druck

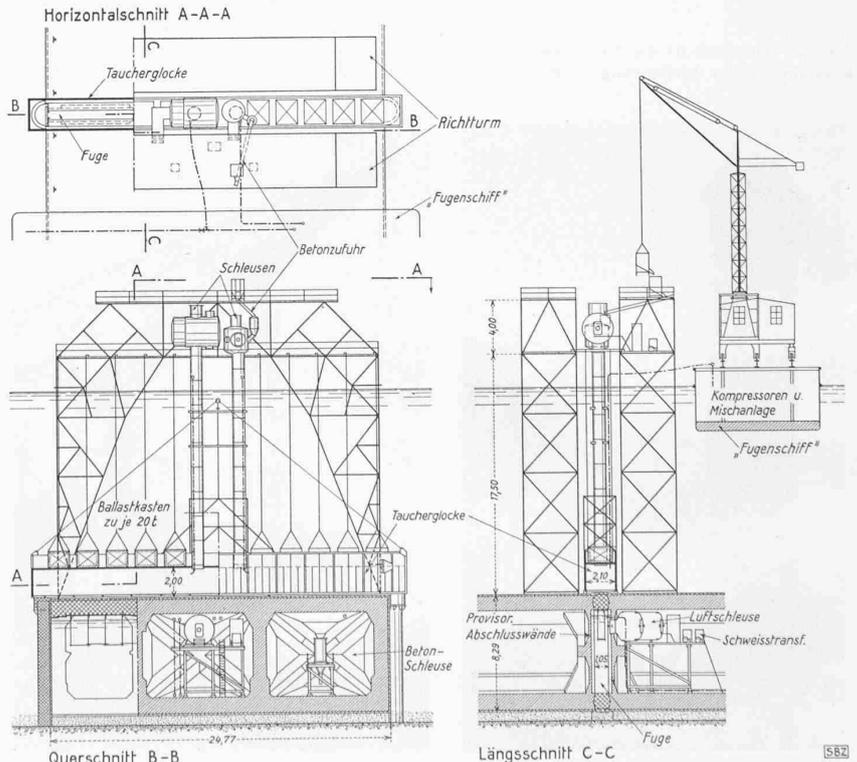


Abb. 27. Fuge zwischen zwei Tunnelstücken, 1 : 500. Dargestellt ist der Zustand nach Beendigung der Decke und bei Beginn im Innern

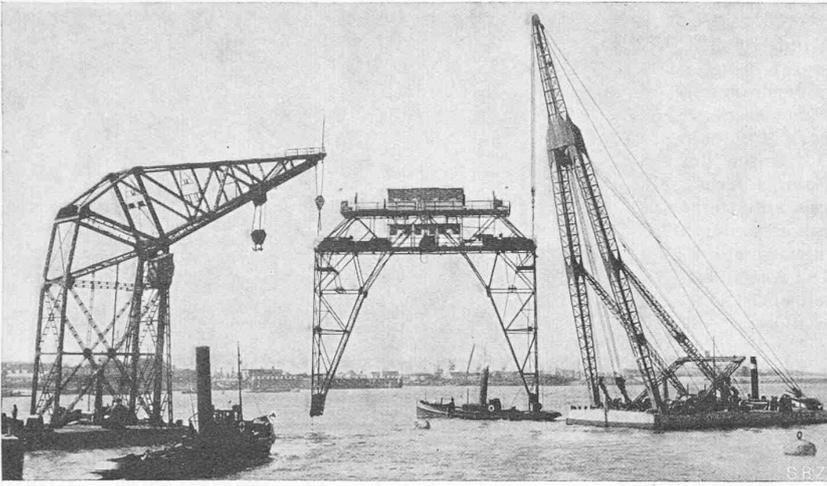


Abb. 29. Wegheben des vollständig ausgerüsteten Haupttrichterturmes

und von Hand gerade gebogen. Für das Erhitzen hatte man einen handlichen Transformator konstruieren lassen, der die Netzspannung von 380 V auf 3,5 V brachte und dabei 6000 Am-père lieferte. Zwei Kabel, bestehend aus je  $18 \times 50 \text{ mm}^2$  von 1,5 m Länge setzten über aus Bronze gegossene Klemmen die Aufbiegung auf 25 cm Länge unter diesen Strom. Nach 2 bis 4 Minuten — je nach Blankheit des Kontaktes — war die Stelle rotglühend ( $800^\circ$ ) und der Stab konnte von Hand gebogen werden. Der Trafo von 150 kg konnte an der Hängebahn bequem verfahren werden.

Die schwere Rahmenbewehrung aus 36 mm  $\varnothing$  war z. T. an den Stirnwänden festgebunden mit eingeschwommen, z. T. war sie in der Taucherglocke mitgebracht worden. Nach beendetem Flechten der sehr engen Bewehrung konnte man die Decke betonieren. Darüber wurde der Stahlmantel mit in der Taucherglocke mitgenommenen, 6 m langen Platten ergänzt und elektrisch verschweisst. Dieser Mantel wurde noch besonders verankert und durch einen Schutzbeton abgedeckt. Hierauf schraubte man die seitlichen Stützen ab und die Taucherglocke konnte nach Demontage der Schleusen und Wegholen der Ballastkasten weggehoben werden.

Nun holte man die Richttürme weg und versetzte sie auf das folgende Tunnelstück, wohin inzwischen die übrigen Installationsteile von der Tunneldecke verbracht waren. Der Haupt-turm, der mit der kompletten fein-mechanischen Einrichtung

nach Wegdrücken des Wassers durch den Untergrund durch die Schleuse betreten werden. Ueber das Hängegerüst konnte man gleich an die Seitenwände gelangen und das oben begonnene elektrische Verschweissen der Seitentafeln mit den beiderseitigen Mantelblechen fortsetzen. Dadurch wurde der Raum nach unten fortschreitend luftdicht abgeschlossen, wodurch sich der Druck im Arbeitsraum erhöhte, bis dieser Raum vollständig trocken fiel. Nach Ausräumen des eingespülten Sandes wurde unter dem Stahlmantel der Sohle ausgehoben und dort ein Schutzbeton trocken eingebracht. Hierauf verlegte man die am Tunnelstück mitgenommenen 6 m langen Platten des Bodens des Stahlmantels und verschweisste sie elektrisch. Mit besonderer Sorgfalt wurden die Ecken zwischen Seitenwänden und Sohle in minutiöser Arbeit wasserdicht geschweisst, was infolge der Beengung zwischen der schweren Bewehrung eine mühsame Arbeit war. Alle Eisenteile erwiesen sich beim Schweißen vollständig trocken. Es wurden hier unter Drücken von 1,3 bis 2,5 atü 2 1/2 km Schweissnaht hergestellt, die sich porenfrei, homogen und dicht erwies, sodass der in den Fugen ausgeführte Stahlmantel sich in nichts von dessen anderen Teilen unterschied. Dies Ergebnis haben wir erreicht durch Anwendung besonderer Elektroden, die auf Grund vorausgegangener eingehender Versuche entwickelt wurden. Sie besaßen eine besonders schwere Umhüllung von stark organischem Charakter, die beim Verbrennen einen kräftigen Gasmantel erzeugte, der den Zutritt

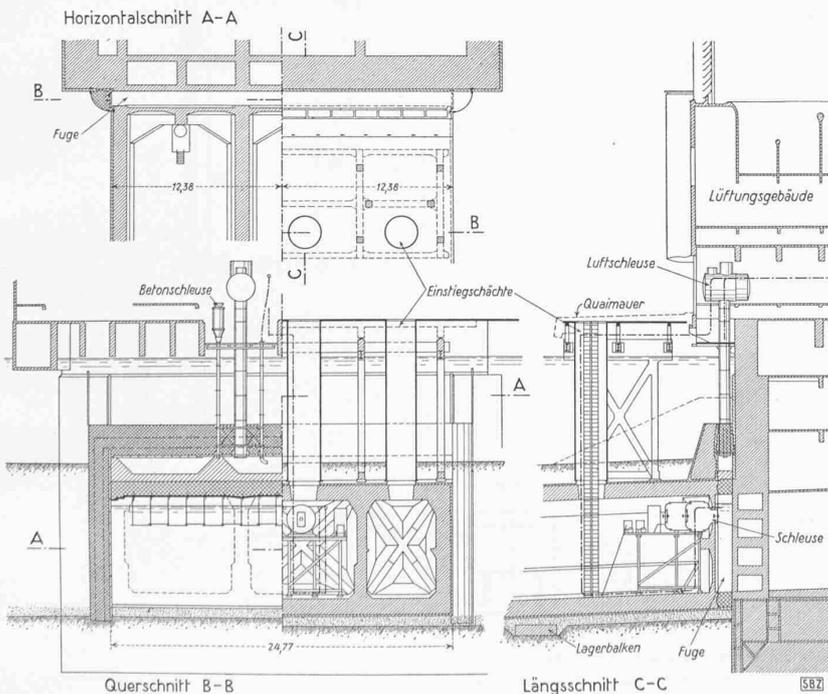


Abb. 30. Anschlussfuge des Flusstunnels an das Lüftungsgebäude  
Masstab 1 : 500

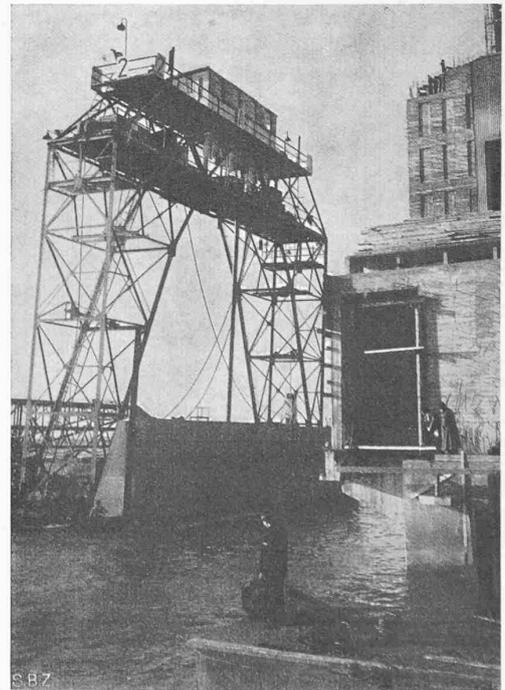


Abb. 31. Tunnelstück mit aufgesetzter Stirnwand zur Schliessung der Anschlussfuge

von Sauerstoff und Stickstoff in solchen Grenzen hielt, dass der Schmelzvorgang ruhig verlief.

Besondere Beachtung musste beim Schweißen unter hohem Druck<sup>4)</sup> der Feuergefahr geschenkt werden, da durch Funken eine plötzliche Entflammung und äusserst intensive Verbrennung entstehen konnte. Alle brennbaren Stoffe mussten gewissenhaft ferngehalten werden; die Schweisser trugen lederne Kleidung.

Dem Schweißen des Stahlmantels folgte das Richten der Längsbewehrung und das Flechten der schweren Rahmenbewehrung. Für das anschliessende Einbringen des Betons stand eine besondere Betonschleuse zur Verfügung. Nach dem Betonieren der Sohle wurde die Seitenschalung in zuvor angeordnete Z-Eisen eingeschoben und die Wände hochgeführt. Die Anschlussfuge gegen die Decke presste man mit Zementmilch aus. Damit war nach zwölf tägiger Arbeit eine Flussfuge geschlossen; die Zwischenwände wurden nachträglich ausgeführt. Die Endschotten wurden ausgebrochen und die ganze Installation vorgetragen.

Die Anschlussfugen an die Lüftungsgebäude, deren Gesamtanordnung Abb. 30 zeigt, kamen unter den über dem Gründungskörper etwa 4 m vorkragenden Oberbau zu liegen. Hier gingen wir nach dem selben Grundgedanken vor, doch musste für den seitlichen und oberen Abschluss eine besondere Anordnung getroffen werden. Dem Ende des Tunnelstückes wurde eine 4 m hohe Stützmauer aufgesetzt, die in Abb. 31 zu sehen ist. Das Tunnelstück wurde mit dem Caisson des Lüftungsgebäudes durch in Larssen XI-Schlössern geführte Viertelzylinder verbunden, die Seitenplatten gegen den Stahlmantel und einen in der Caissonwand angeordneten Dichtungsanschlussrahmen eingeschoben und die Viertelzylinder mit Unterwasserbeton bis 1,8 m über Tunneldecke gefüllt. In dieser Höhe wurde zwischen Stützmauer und Caissonwand eine eiserne Deckenschalung auf dafür ausgesparte Auflager gelegt und eine 2 m starke Decke unter Wasser geschüttet, nachdem zuvor ein Schachtrohr und zwei Luftleitungen durch die eiserne Schalung geführt waren. Nun wurde im Innern des Lüftungsgebäudes eine Schleuse auf dem Schachtrohr montiert und durch die Luftleitungen eingeblasen. Nachdem das Wasser in dem Raum unter der Hilfsdecke genügend weggepresst war, wurde eingestiegen, Undichtigkeiten mit Zement gedichtet und hierauf die Arbeit in der selben Weise wie in der Taucherglocke durchgeführt. Für die Betonierung wurde die Betonschleuse auf eine der Luftleitungen aufgeschraubt. Der Ausbau der unteren Fuge spielte sich in der selben Weise wie bei den Flussfugen ab.

Das erste Tunnelstück verlegte man nach sehr weitgehenden, mit ausserordentlicher Sorgfalt betriebenen Vorbereitungen

<sup>4)</sup> Vgl. Näheres in «SBZ», Bd. 117, S. 83 (22. Februar 1941).

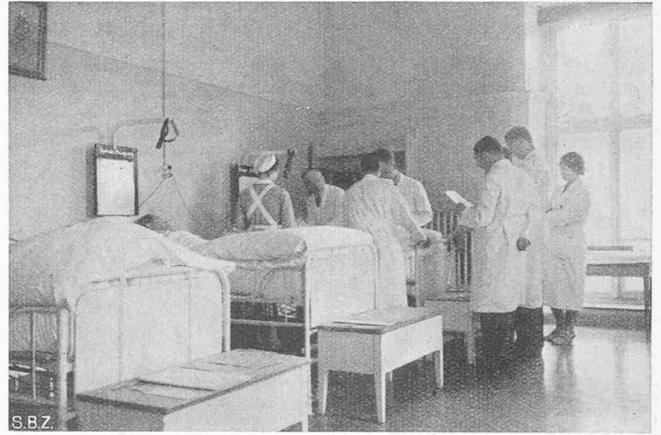


Abb. 1. Visite des Chefarztes mit den Assistenten in einem Krankenzimmer des heutigen Kantospitals Zürich

Ende 1939. Der sehr kalte Winter brachte einen längeren, vollständigen Stillstand infolge des schweren Eisganges. Es musste dann das Bestreben sein, vor dem Eintritt des Eisganges des folgenden Winters alle Arbeiten im offenen Fluss zu beendigen. Mit dieser Absicht wurde das zweite Tunnelstück Mitte März 1940 ausgeschwommen. Nach einem Arbeitsunterbruch durch die schweren militärischen Ereignisse im Mai förderte man die Arbeiten mit solcher Energie und solchem Erfolg, dass Mitte Dezember die Taucherglocke von der letzten Fuge gehoben und der letzte Richturm aus dem Fluss entfernt werden konnte, zwei Tage bevor der schwere Kälteeinbruch das gewohnte Bild des eisbedeckten Stromes zurückrief.

Die Schliessung sämtlicher zehn Fugen ist in der Zeit von zehn Monaten erfolgt, wobei von Anfang bis zum Schluss die selben Leute unter Druckluft tätig waren.

\*

Der Bau des Maastunnels lag in den Händen der N. V. Maastunnel, zu der sich zu diesem Zwecke vier holländische Firmen zusammengeschlossen hatten: Christiani & Nielsen, Den Haag, Van Hattum & Blankevoort, Beverwijk, Nederlandsche Aanneming Maatschappij, Den Haag, Internationale Gewapendbeton-Bouw Breda. Für die Druckluftarbeiten wurde die Neue Bau-gesellschaft Wayss & Freytag A. G. Frankfurt am Main zur Mit-

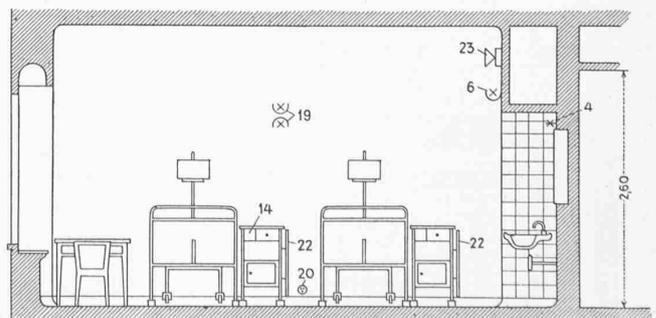
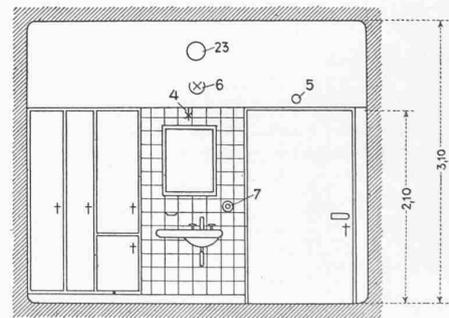
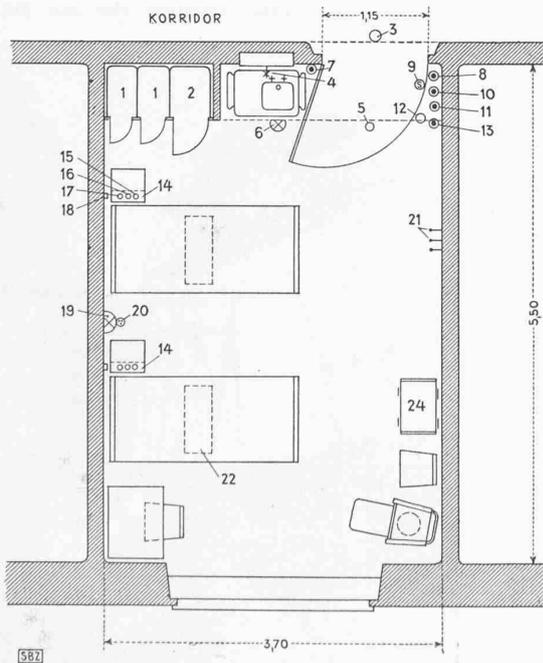


Abb. 3. Normales Krankenzimmer für zwei Betten gemäss Entwurf der AKZ. — Masstab 1:75

Legende: 1 Krankenschrank, 2 Wäscheschrank, 3 Signallampe, 4 Wandlampe, 5 Beruhigungslampe, 6 Nachtlcht, 7 Schalter, 8 Umschalter für Haupt- und Nachtlcht, 9 Summer, 10 Sperrschalter für Leselampe, 11 Schwesternschalter, 12 Lautstärkereglter, 13 Arztschalter, 14 Anschlusskasten, 15 Schalter für Leselampe, 16 Ruftaster, 17 Stecker für Birntaster, 18 Stecker mit Verbindungs-Kabel, 19 Hauptlampe kombiniert mit Leselampe, 20 Stecker, 21 Kleiderhaken, 22 Krankentisch, 23 Lautsprecher, 24 Rolltischchen

