

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 113/114 (1939)  
**Heft:** 12

**Artikel:** Die Gründung der Lüftungsgebäude des Maastunnels in Rotterdam  
**Autor:** Schnitter, Erwin  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-50463>

### **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:** 30.01.2025

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

INHALT: Die Gründung der Lüftungsgebäude des Maastunnels in Rotterdam. — Die neuen Laboratorien der Aluminium-Industrie-A.-G., Neuhausen am Rheinfall. — Mitteilungen: Neue elektrische Schnellzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn für 180 km/h Höchstgeschwindigkeit. Äquivalenz- und Paritätspreis der elektrischen Energie. Voreinspritzung

zur Verringerung des Zündverzuges in Dieselmotoren. Von der Schweiz. Landesausstellung. Zwei amerikan. Kleinflugzeuge. Schneesturmmaschine. Der neue Flughafen Milano-Linate. Kurs für gewerblichen Atemschutz und Rettungsgasschutz. — Nekrologe: Ernst Meissner. Anton v. Salis. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- u. Vortrags-Kalender.

Band 113

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

Nr. 12



Abb. 1. Rotterdam, Blick auf die Neue Maas mit eingezeichnetem Verlauf des Tunnels und seiner Zufahrten. — Masstab 1: 15 000. — Luft-Photo KLM  
Das grosse Becken im Südosten ist der Maashaven, das kleinere der Rijnhaven. Links unten der Altstadttrand, rechts davon der Heuvelpark

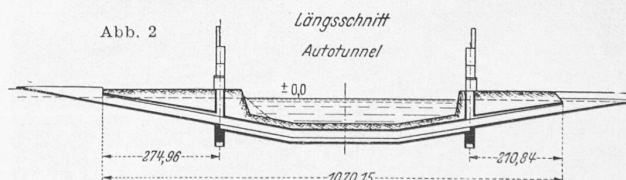
## Die Gründung der Lüftungsgebäude des Maastunnels in Rotterdam

Von Dipl. Ing. ERWIN SCHNITZER, G. E. P., S. I. A., Obering. der Neuen Baugesellschaft Wayss & Freytag A. G., Frankfurt am Main<sup>1)</sup>

Bei dem in Ausführung begriffenen grossen Autotunnel unter der Maas — dem einen Mündungsarm des Rheins, der die Hauptaxe der ausgedehnten Hafenanlagen von Rotterdam bildet — ist die 560 m lange Flussstrecke an beiden Ufern durch je ein Lüftungsgebäude begrenzt (Abb. 1 und 2).

Für das fertige Bauwerk stellen diese Baukörper die Grenze dar, wo der aus vier Strängen bestehende Flusstunnel sich gabelt: die zwei doppelspurigen Autotunnels gehen mit einer Rampe von 1:28 stetig weiter, den Anschluss an das Strassennetz suchend. Fussgänger- und Radfahrertunnel dagegen biegen hier rechtwinklig ab und führen über Rolltreppen zur Kaifläche hinauf.

<sup>1)</sup> Die folgenden Ausführungen bilden im wesentlichen einen Teil eines Vortrages: «Aus der Praxis der Druckluftgründung», den der Verfasser am 16. November vor der Sektion Zürich und am 18. November 1938 vor der Sektion Bern des Schweiz. Ing.- und Arch.-Vereins gehalten hat.



Die vier Stränge sind im Flusstunnel in einem rechteckigen Eisenbetonrahmen von 24,8 m Breite und 8 bis 9,5 m Höhe mit zwei Zwischenwänden vereinigt (Abb. 3). Der 1,05 bis 1,15 m starke Konstruktionsbeton ist durch einen 6 mm starken, elektrisch geschweissten Stahlmantel wasserdicht umhüllt, der seinerseits durch 10 cm Eisenbeton geschützt ist. Die Gesamt-Querschnittsfläche des Tunnels beträgt 236 m<sup>2</sup>.

Dieser Eisenbetonrahmentunnel ist so dicht wie möglich unter das Flussbett verlegt. Bei einer zukünftigen Lage der Flusssohle auf -11,85 m, einem Ankergrund von 2 m bis im Minimum 1,50 m und einer lichten Höhe des Autotunnels von 4,20 m (bei

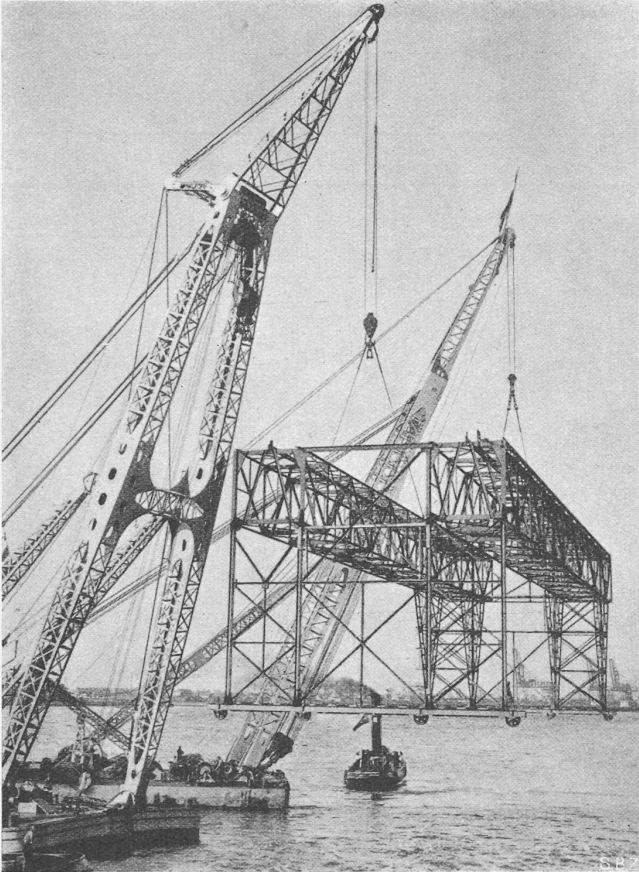


Abb. 15. Verbringen der 65 t schweren Kranbrücke vom rechten nach dem linken Maasufer mittels Schwimmböcken

einer Breite von 6,0 m zwischen Randsteinen, bzw. 6,60 m zwischen den Mauerabsätzen) ergibt sich damit für die Fahrbahn in der Flussmitte eine Höhenlage von  $-19,2$  m und eine Gründungskote des Tunnels hier von  $-22,26$  m. Die mittleren 62 m des Tunnels liegen waagrecht; nach beiden Seiten steigt dann die Fahrbahn allmählich an auf eine durchgehende Neigung von  $1:28$  ( $= 3,57\%$ ).

Dicht hinter den Uferlinien dringt der Flusstunnel in die Lüftungsgebäude (Abb. 4 und 5). In einem solchen liegen 10 m über Gelände 16 Schraubventilatoren. Von diesen pressen 8 angesaugte Frischluft durch vier Kanäle in den Tunnel, dessen Fahrbahn hier auf  $-12,6$  m liegt; die gleiche Zahl dient zum Absaugen der verbrauchten Luft aus den Tunnelröhren mittels vier Kanälen, und zum Abblasen derselben durch den 35 m hohen Kamin ins Freie.

Ueber jedem Kanal stehen somit zwei Ventilatoren, von denen der eine zunächst als Reserve bestimmt ist und erst später,

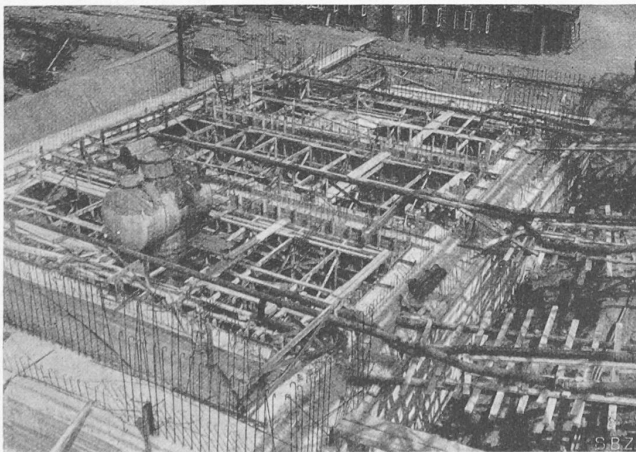


Abb. 14. Ende der Caisson-Absenkung am rechten Ufer. Dahinter Kompressorenbaracke

bei vergrössertem Luftbedarf, in normalen Betrieb genommen werden soll.

Jedes der beiden Lüftungsgebäude bedient 280 m Flusstunnel und 210 bzw. 270 m Rampentunnel, liegt also in günstiger Weise nahe den Viertelspunkten der Tunnelänge. Im Flusstunnel liegen die Luftkanäle unter der Fahrbahn; in den Rampentunnels liegen sie über dem Verkehrsraum. Von den Hauptkanälen wird die Frischluft mittels einbetonierter Eternitrohre, die seitlich dicht über der Fahrbahn endigen, dem Verkehrsraum zugeführt; die verdorbene Luft wird längs der Tunneldecke abgesogen. Dies Prinzip der Querlüftung von unten nach oben ist konsequent durchgeführt. Die Formgebung der Haupt- wie der Abzweigkanäle wurde im aerodynamischen Laboratorium in Delft festgelegt.

Am Beginn des Flusstunnels beträgt bei einem Querschnitt des Verkehrsraumes eines doppelspurigen Autotunnels von  $29,3$  m<sup>2</sup> der Querschnitt der Luftkanäle  $8$  m<sup>2</sup> für Frischluft und  $9,4$  m<sup>2</sup> für Abluft, also zusammen  $17,4$  m<sup>2</sup> = rd.  $60\%$  des Verkehrsquerschnittes. Gegen Flussmitte nimmt die Höhe der Luftkanäle allmählich um  $1,4$  m ab.

Die Ventilatoren sind mit Elektromotoren versehen, die mit zwei verschiedenen Drehzahlen laufen können und so eine geringere oder grössere Leistung abgeben können. Sollte sich später ein noch grösserer Luftbedarf notwendig erweisen, so können die Antriebsmotoren der Propellerventilatoren durch stärkere ausgewechselt werden. — Die Entwicklung des Luftbedarfes in Autotunnels hängt zur Zeit wesentlich von der Entwicklung des Dieselmotors in der Lastwagentraction ab, da dadurch eine andere Zusammensetzung und Menge der Abgase geschaffen wird.

In den Lüftungsgebäuden sind ferner alle für die Regelung und Ueberwachung des Verkehrs im Tunnel notwendigen Installationen untergebracht. Die Bedienung dieses ganzen Apparates geschieht in einem zentralen Raum in dem Gebäude am rechten Maasufer; von hier aus werden auch die Ventilatoren des linken Maasufers gesteuert.

Der Betrieb der Ventilatoren richtet sich nach dem Ergebnis der Luftanalysen: die Luft wird in jeder Tunnelhälfte an vier Stellen im Tunnel oder an vier Stellen in den Schächten des Lüftungsgebäudes in Proben entnommen, mit automatisch wirkenden Apparaten auf ihren CO-Gehalt geprüft und das Ergebnis auf elektrischem Wege im zentralen Bedienungsraum registriert.

Der Formgebung der Lüftungsgebäude, deren Baumasse sich an beiden Ufern  $40$  m über den Wasserspiegel erheben wird — dem vom Meere her Einfahrenden als künftige Wahrzeichen der grossen Handelsstadt — wird der hohe Stand der holländischen Architektur eine würdige Lösung sichern.

Für die Bauausführung stellen die Lüftungsgebäude die Grenze dar für die zwei verschiedenen Tunnelbauweisen: Zwischen ihnen liegt die bis  $24$  m unter Wasserspiegel auszubaggernde offene Baugrube des Flusstunnels, in die die fertig betonierten Tunnelstücke eingeschommen und versenkt werden. Diese Eisenbetonstücke besitzen bei  $24,8$  m Breite und  $8$  bis  $9,5$  m Höhe eine Länge von  $61,35$  m und ein Gewicht von rd.  $17000$  t. Sie werden mit einem Zwischenraum von  $1$  m verlegt; die Fuge wird unter Druckluft ausgebaut.

An die Lüftungsgebäude landseitig anschliessend werden Rampen- und Rolltreppentunnel mittels Grundwasserabsenkung in offener Baugrube zwischen Larssenwänden ausgeführt und eingefüllt. Die Länge dieser Rampen ab Landseite Lüftungs-

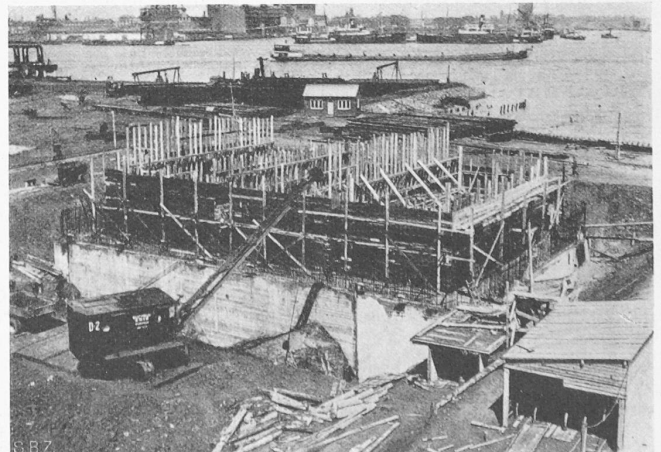


Abb. 10. Absenkung des Caisson am linken Ufer mittels offener Wasserhaltung. Der Aushub wird unter der landseitigen Schneide durchgeworfen

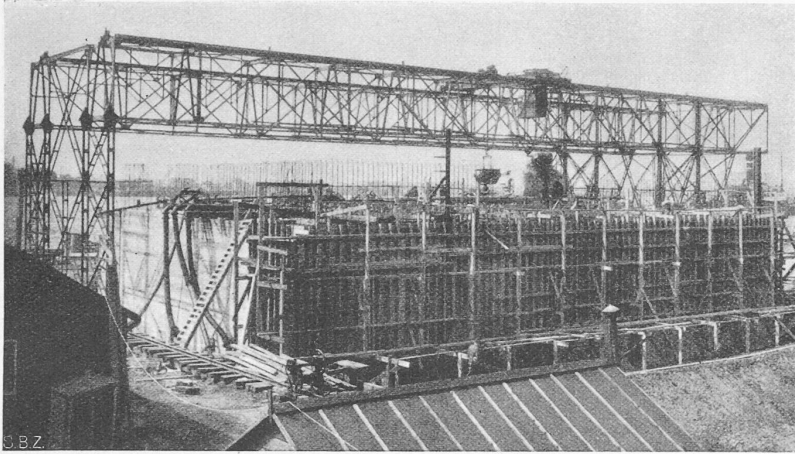


Abb. 12. Caisson am rechten Ufer, die Betonierung des ersten Aufbaues wird eben beendigt

gebäude beträgt: am rechten Maasufer 325 m, davon 200 m als eigentlicher, geschlossener Tunnel, 125 m als offene Rampe; am linken Maasufer 435 m, davon 260 m geschlossen und 175 m offen.

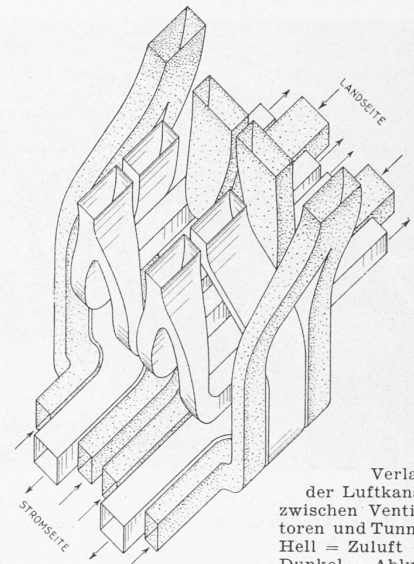
Die Gesamtlänge des Autotunnels ergibt sich damit zu: 560 m Flusstrecke, 50 m zwei Lüftungsgebäude, 260 m linke Rampe, überdeckt, 200 m rechte Rampe, zusammen 1070 m eigentliche Tunnellänge; ferner 175 m linke offene Rampe, 125 m rechte offene Rampe, total 1370 m Bauwerkslänge.

Die Lüftungsgebäude sind also für die Ausführung Knotenpunkte, an die sich die weiteren Bauwerke anschliessen, und somit waren sie als erstes und in kürzester Zeit zur Ausführung zu bringen.

Die beiden spiegelbildlich gleichen Gebäude bestehen aus einem bis 26 m unter Gelände reichenden Fundament und dem 35 m hohen Oberbau. Der unter Niederwasser liegende Teil des Fundamentes wurde als ein Eisenbetoncaisson ausgebildet. Die Einmündungen der Tunneln wurden durch provisorische Eisenbetonwände abgeschlossen. So entstand ein Senkkasten von 32,25 x 22,4 m Grundfläche und 22 m Höhe mit einer Eisenbetonkubatur von 7500 m<sup>3</sup> und einem Gewicht von 19000 t. Er wurde in drei Etappen aufgebaut und versenkt (Abb. 6, S. 147).

Die erste Etappe bestand aus der eigentlichen Fundamentplatte des Gebäudes, die durch die Arbeitskammer mit ihrer 3 m starken Decke gebildet wurde. Diesen Caisson von nur 5,3 m Höhe bei 730 m<sup>2</sup> Grundfläche und einem Gewicht von 7000 t auf dem sehr weichen Ton enthaltenden Boden aufzubauen, erforderte besondere Massnahmen:

Der weiche Ton wurde an den Caissonbaustellen bis auf eine gewisse Tiefe weggebaggert, und wo nötig durch eine Sand-



Verlauf der Luftkanäle zwischen Ventilatoren und Tunnel. Hell = Zuluft Dunkel = Abluft

Abb. 5 (rechts)

schüttung überlagert. Am linken Maasufer wurde er bis 4 m unter Gelände entfernt; die Bohrungen zeigten hier aber noch weitere 6 bis 7 m weichen Ton. Auf diesen wurde eine 1,2 m starke Sandschüttung aufgebracht. Auf dem so vorbereiteten Baugrund wurde nun unter den Caissonschnitten eine leicht bewehrte Betonplatte von 4,5 m Breite und 60 cm Stärke ausgeführt. Auf dieser Platte von 450 m<sup>2</sup> und auf zwischenliegenden hölzernen Schwellenrosten wurde das schwere Gerüst für die Arbeitskammer aufgebaut. Da der Caisson zur absoluten Sicherung der Wasserdichtigkeit eine vollständige Umhüllung aus 4 mm starkem, elektrisch geschweisstem Stahlblech erhielt, die als Schalung verwendet und deren eiserne Aussteifung als Bewehrung herangezogen wurde, begann der Aufbau des Caissons mit der Montage dieser Eisenkonstruktion.

Der Caisson erhielt Schnitten von 80 cm Breite. Zur weiteren Vergrößerung der Auflagerfläche und als wirkungsvolle Aussteifung wurde die grosse Arbeitskammer durch zwei Querwände unterteilt; diese Zwischenschnitten erhielten 1 m Breite. Die zu Beginn der Absenkung zu erwartenden Beanspruchungen waren sehr erhebliche und führten zu einer sehr schweren Bewehrung der Längs- und Querschnitten (Abb. 7). Rechnet man Bewehrung, Eisenkonstruktion und Blechmantel zusammen, so ergeben sich für diesen Caisson rd. 100 kg Eisen pro m<sup>3</sup> Beton.

Bei der Ausbetonierung der fertig montierten und bewehrten Stahlhülle wurde so vorgegangen, dass man die 3 m starke Caissondecke durch Zwischenschalungen so unterteilte, dass zunächst ein System von Wandträgern betoniert werden konnte (Abb. 6 oben). So entstand bei relativ geringem Gewicht ein

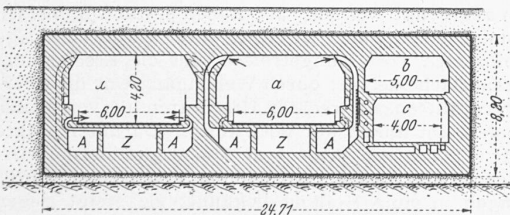


Abb. 3. Querschnitt des Flusstunnels. — Masstab 1 : 400  
a Auto, b Radfahrer, c Fussgänger, Z Zuluft, A Abluft

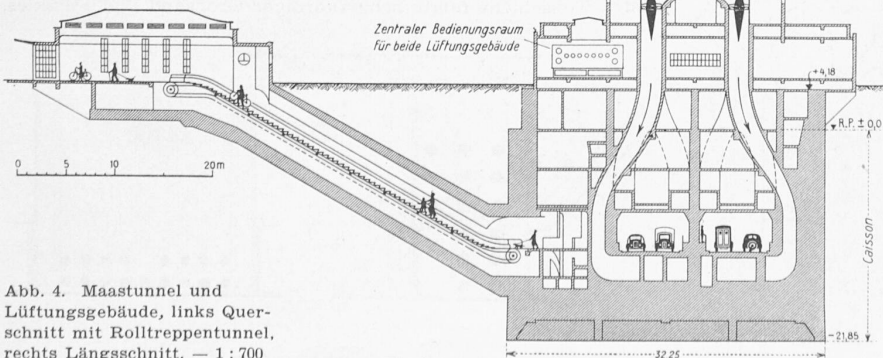
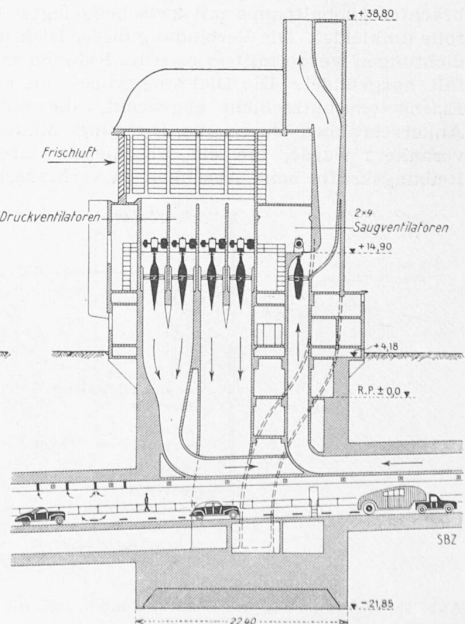


Abb. 4. Maastunnel und Lüftungsgebäude, links Querschnitt mit Rolltreppentunnel, rechts Längsschnitt. — 1 : 700



SBZ

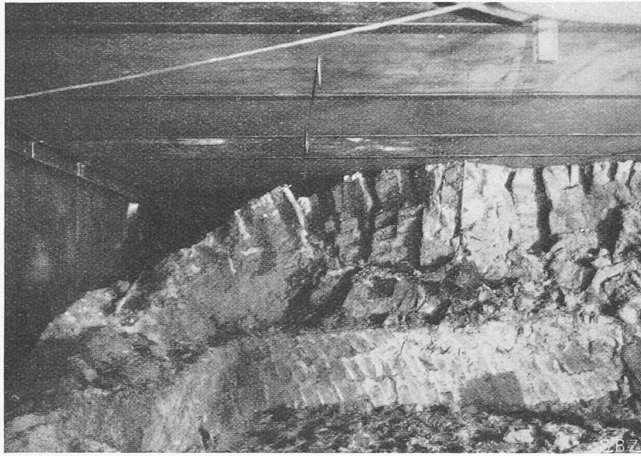


Abb. 9. Der Ton des Arbeitskammerbodens wölbte sich unter dem Schub der sinkenden Caissonschnitten stellenweise bis zur Kammerdecke

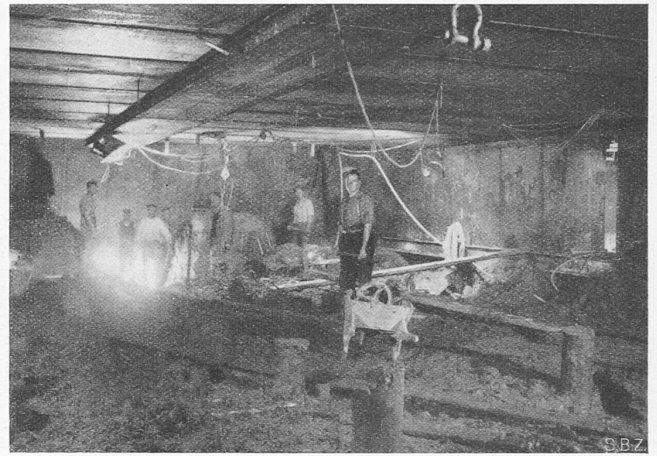


Abb. 8. Blick in die Arbeitskammer während der Entfernung der Betonfundamente unter den Schneiden und der 90 Holzpfähle, die sich im Untergrund vorfinden. Zwischenschnitte mit Durchgang und Stahlhülle erkennbar

steifer Körper, der sich beim Füllen der verbliebenen Fache sukzessive um 20 cm setzte, ohne dass unzulässige Spannungen in den Caisson kamen.

Die Absenkung des so entstandenen 7000 t-Blockes begann mit der Entfernung der schweren Holzrüstung durch Untergraben des Schwellenrostes und dem systematischen Abbruch der 300 m<sup>3</sup> Beton der Fundamentplatte (Abb. 8). Es wurde hierbei so vorgegangen, dass der Druck allmählich und gleichmässig auf die Schneiden übertragen wurde, während der Caisson dabei langsam absank. In dem weichen Ton des linken Maasufer lief der Caisson allerdings gelegentlich durch, bis die Caissondecke stellenweise auf dem sich aufwölbenden Ton zum Tragen kam (Abb. 9).

Nach 7 m Senkung war der letzte Rest der Betonfundamente unter allen Schneiden entfernt und der Caisson konnte zum weiteren Aufbau fest in den Grund gesetzt werden. Diese erste Senkung konnte ohne Druckluft vorgenommen werden: am rechten Maasufer im Schutze der Grundwasserabsenkung eines im Bau befindlichen Landtunnelabschnittes; am linken Ufer, wo durch reinen Ton gesenkt wurde, konnte der sehr geringe Wasserandrang mittels offener Wasserhaltung in der Arbeitskammer leicht bewältigt werden. Das ganze Material wurde unter der landseitigen Schneide durchgeworfen, in Gruben, die mittels Bagger frei gehalten wurden (Abb. 10, S. 144).

Am rechten Ufer führte diese Senkung mit der flussseitigen Schneide durch aufgespülten Sand, während mit der landseitigen Schneide eine alte Uferböschung mit Faschinenlagen und starken Steinschüttungen mühsam zu durchfahren war.

Als zweite Etappe wurden die Umfassungswände und drei Zwischenwände um 9 m hochbetoniert (Abb. 6 unten links). Die Umfassungswände sind 2,4 m stark. Um die Wasserdichtigkeit absolut sicher zu stellen, sind sie mit zwei Lagen heiss aufgetragener Asphaltpappe mit zwischengelegter 1/10 mm Aluminiumfolie umkleidet. Die Verbindung dieser Dichtung mit den Tunnel-dichtungen wurde mittels eiserner Rahmen mit besonderer Sorgfalt ausgebildet. Die Dichtung wurde mit einer 20 cm starken Eisenbetonschutzschicht abgedeckt, die mittels wasserdichter Ankerschrauben durch die Dichtung hindurch mit der Wand verankert wurde, um ein Abschieben durch die bedeutenden Reibungskräfte beim Absenken zu verhindern (Abb. 11).

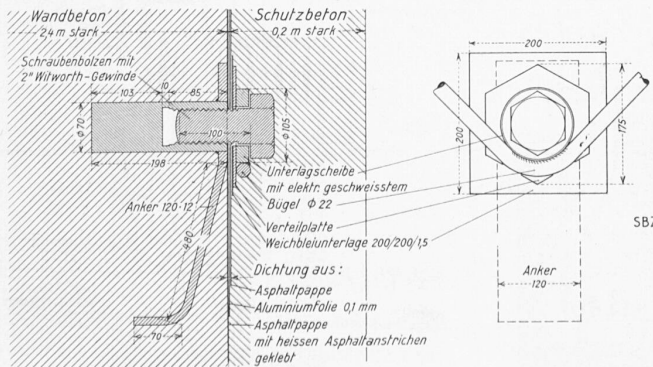


Abb. 11. Verankerung des Schutzbetons, durch die Dichtung wasserdicht hindurchgeführt. Masstab 1 : 10

Die Umfassungswände sind gerechnet als horizontaler Rahmen mit Abstützung auf die drei Zwischenwände (Abb. 14). Die stark von einander abweichenden Belastungszustände während der Absenkung und der Ausführung der verschiedenen Tunnelanschlüsse führten zu einer sehr starken Bewehrung. Insbesondere wurde hierdurch eine reichliche Schubbewehrung mittels Bügel notwendig. Trotz der Wandstärke von 2,4 m waren rd. 100 kg Eisen pro m<sup>3</sup> Beton notwendig. Am oberen Rande dieses ersten Abschnittes der Umfassungswände wurde ein Aussteifungsträger von 0,5 x 1,0 m Querschnitt mit Diagonalenkreuz eingezogen, der den Körper gegen Verwindungen sichern soll und nach der Absenkung wieder herauszubrechen ist.

Die Absenkung dieses Caissons von 13000 t Gewicht erfolgte unter Druckluft (Abb. 12). Der Sand und Ton des Untergrundes wurde durch die Mannschaft in der Arbeitskammer mit scharfen Wasserstrahlen gelöst und durch Pumpen und Förderleitungen in am Ufer liegende Schuten gespült (Abb. 13). Am rechten Maasufer erzielte man in Sand, festem Ton und Torflagen eine mittlere Senkung von 60 cm im Tag entsprechend einer täglichen Förderleistung von 450 m<sup>3</sup>.

Am linken Ufer wurde in natürlich gelagertem Feinsand die Senkung von 7,8 m in 6 Tagen durchgeführt, also eine tägliche Senkung von i. M. 1,3 m erzielt, entsprechend einem Aushub von 1000 m<sup>3</sup>. Bei der angewandten Arbeitsweise genügte hierzu eine Mannschaft von 12 Mann in der Kammer. Der Druck betrug 0,9 bis 1,5 atü.

Als dritte Etappe wurden die Umfassungs- und Zwischenwände um weitere 7,5 m in gleicher Weise hochgeführt (Abb. 6 unten rechts). Dieser Caisson von 22 m Höhe und 19000 t Gewicht musste um 8 m abgesenkt werden. Der Boden bestand an beiden Ufern zunächst aus feinem Sand. Auf Kote - 16,8 wurde eine Lage sehr alten, kompakten Torfes angetroffen, der die Erscheinung einer alten Strandfläche zeigte: durch Wellengang war die Oberfläche flach abgeschliffen. Am rechten Ufer waren hiervon grosse Schilde vorhanden, am linken nur noch Reste. Darunter folgte eine Lage festen Tones von etwa 1 m Mächtigkeit. Die Torfschicht, die hier in so typischer Ausbildung erschlossen wurde, ist aus Bohrungen in ganz Holland bekannt; sie steigt gegen das Innere allmählich an. Sie wird als Grenzschicht zwischen Diluvium und Alluvium betrachtet. Unter dem Druck der Caissonschnitten wölbte sich diese Schicht beim Senken hoch in die Kammer auf, kräftige, grossflächige Kuppen bildend. Unter der festen Tonschicht folgte scharfkörniger Grobsand und Feinkies,

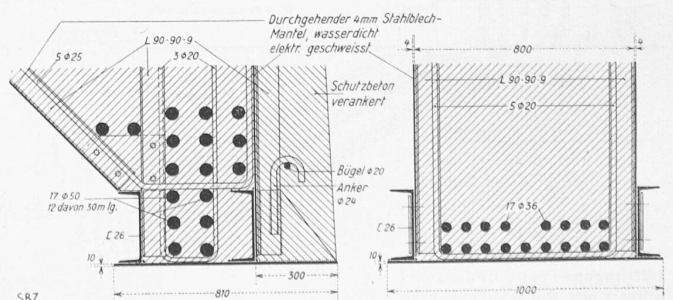


Abb. 7. Ausbildung der Caissonschnitten, 1 : 25

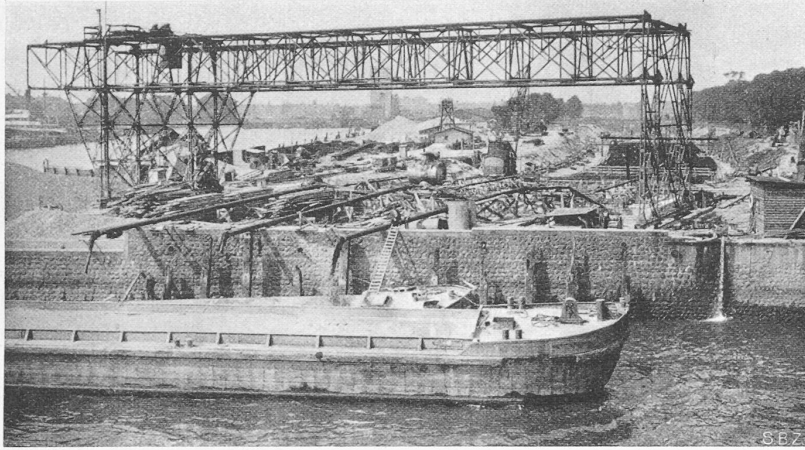


Abb. 13. Caissonabsenkung am rechten Ufer; dahinter Rampentunnel im Bau

in dem auf Kote — 21,85, also 26 m unter Gelände, der Caisson festgesetzt wurde.

Während am rechten Maasufer (Abb. 14) durch die im Gange befindliche Grundwasserabsenkung für den Rampentunnel die Verhältnisse gestört waren (die Absenkungskurve verlief zwischen den Koten — 5 und — 8 quer durch den Caisson), lagen am linken Ufer natürliche Untergrundverhältnisse vor. Die hier erzielten mittleren Tagesleistungen betrugen bei 1,7 bis 1,9 atü Druck: in Feinsand 1,4 m Senkung bei 1000 bis 1100 m<sup>3</sup> Aushub; in festem Ton mit sandigen Zwischenlagen 0,55 m Senkung bei 400 m<sup>3</sup> Aushub; in Grobsand mit Feinkies 75 cm Senkung bei 620 m<sup>3</sup> Aushub. Dabei wurde mit Belegschaften von 12 Mann in drei Schichten zu 8 Stunden gearbeitet. Das Fördergut wurde durch eine 100 m lange Abfuhrleitung in am Ufer liegende Schuten gespült und zu Aufspülarbeiten weiter verwendet. Für die Schlussenkung wurde am linken Ufer ein Wasserballast von 1000 t eingebracht, sodass hier das bewegte Gewicht auf 20000 t anstieg.

Die Genauigkeit in der Höhenlage beider Caissons ist eine derartige, dass die grösste Abweichung gegenüber der theoretischen Höhe der Schneide innerhalb 2 cm verblieb. Dabei wurden den zu erwartenden Setzungen nach dem Einstellen der Druckluft Rechnung getragen; diese belief sich am rechten Ufer vier Monate nach Abstellen der Druckluft und nach Aufbringen von 1500 m<sup>3</sup> Beton i. M. auf 2,6 cm.

Für die Reibungskraft konnten bei der Schlussenkung folgende Werte ermittelt werden: pro m<sup>2</sup> Wandfläche wirkt eine senkrecht nach oben gerichtete Kraft hemmend auf die Senkung von:  $R = 2 \text{ t/m}^2$  am linken Ufer bei 8 m Ton und 14 m Sand, vollständig in Grundwasser liegend, und  $R = 3,2 \text{ t/m}^2$  am rechten Ufer bei 3 m trockenem Ton und 19 m Sand, Grundwasser i. M.

6,5 m unter O. K. Caisson. In beiden Fällen lag das Gelände 4 m höher als O. K. Caisson.

Der Absenkung folgte unmittelbar das Füllen der Arbeitskammer mit satt gegen die Decke gestampftem Beton in einer Höhe von 1,4 bis 1,8 m. Die 680 m<sup>3</sup> wurden am rechten Ufer bei 1,6 atü in 7 Arbeitstagen zu 3 × 8 Stunden eingebracht; am linken Ufer wurden 770 m<sup>3</sup> bei 2,1 atü um Neujahr 1939 in 9 Arbeitstagen von 3 × 5 1/2 Stunden verarbeitet. Der 4 mm-Blechmantel wurde unter den Schachtröhen durchgezogen und unter Druckluft elektrisch verschweisst, sodass die wasserdichte Haut an keiner Stelle durchbrochen bleibt. Das Schweissen unter 1,5 bzw. 2,1 atü ergab unter Anwendung entsprechender Spezialelektroden blasenfreie, luftdicht abschliessende Nähte.

Die Absenkarbeiten begannen zu Neujahr 1938 und wurden beendet kurz nach Neujahr 1939. Ihnen schloss sich die Inangriffnahme des inneren Ausbaues und des Aufbaues sowie der Anschluss der Rampen- und Rolltreppentunnels sofort an.

Ueber die für die Druckluftarbeiten verwendeten Geräte sei noch mitgeteilt: Eine verfahrbare Kranbrücke von 40 m Spannweite mit 8 m Kragarm überspannte den Caisson und erwies sich mit ihrem Laufkran als äusserst leistungsfähiges Gerät für Betonierung und Montagen (Abb. 15). Zwei grosse, kombinierte Schleusen mit elektrischem Aufzug stellten die Verbindung mit der Kammer her; trotz der grossen Kammer genügten diese, da die Belegschaft 12 Mann kaum überstieg. Für die Förderung der 35000 m<sup>3</sup> Boden waren sechs Pumpen über die Grundfläche verteilt, von denen normalerweise zwei in Betrieb standen. Die Einbringung des Betons konnte mittels der grossen Schleuse erfolgen, wurde aber in der Hauptsache durch eine kleine, besonders konstruierte Betonschleuse ausgeführt, die auf die Pumpenrohre aufgeschraubt wurde. Der Lieferung der Druckluft dienten vier Kompressoren von 12 m<sup>3</sup> angesaugter Luft pro Minute. Die Anwesenheit einer Krankenschleuse war durch Vorschrift bei Arbeit unter mehr als 1,5 atü Druck gefordert.

Der Bau des Maastunnels ist von der Stadt Rotterdam gemeinsam folgenden Firmen übertragen worden: N. V. Nederl. Aann. Mij., Den Haag, Van Hattum en Blankevoort, Beverwijk, Christiani & Nielsen, Den Haag, und Internat. Gewapendbeton-Bouw, Breda, die für die Durchführung dieses Auftrages die «N. V. Maastunnel» errichtet haben. Die Ausarbeitung des endgültigen Tunnelprojektes ist die gemeinsame Arbeit dieser Firmen und des unter der Leitung von Ir. J. P. van Bruggen stehenden Tunnelbaubureau der Stadt Rotterdam. Für die Durchführung der oben beschriebenen Druckluftarbeiten wurde die N. B. G. Wayss & Freytag A. G., Frankfurt a. M. herangezogen, die hierfür die besondere Planbearbeitung ausführte, sowie das Spezialgerät und Fachpersonal stellte.

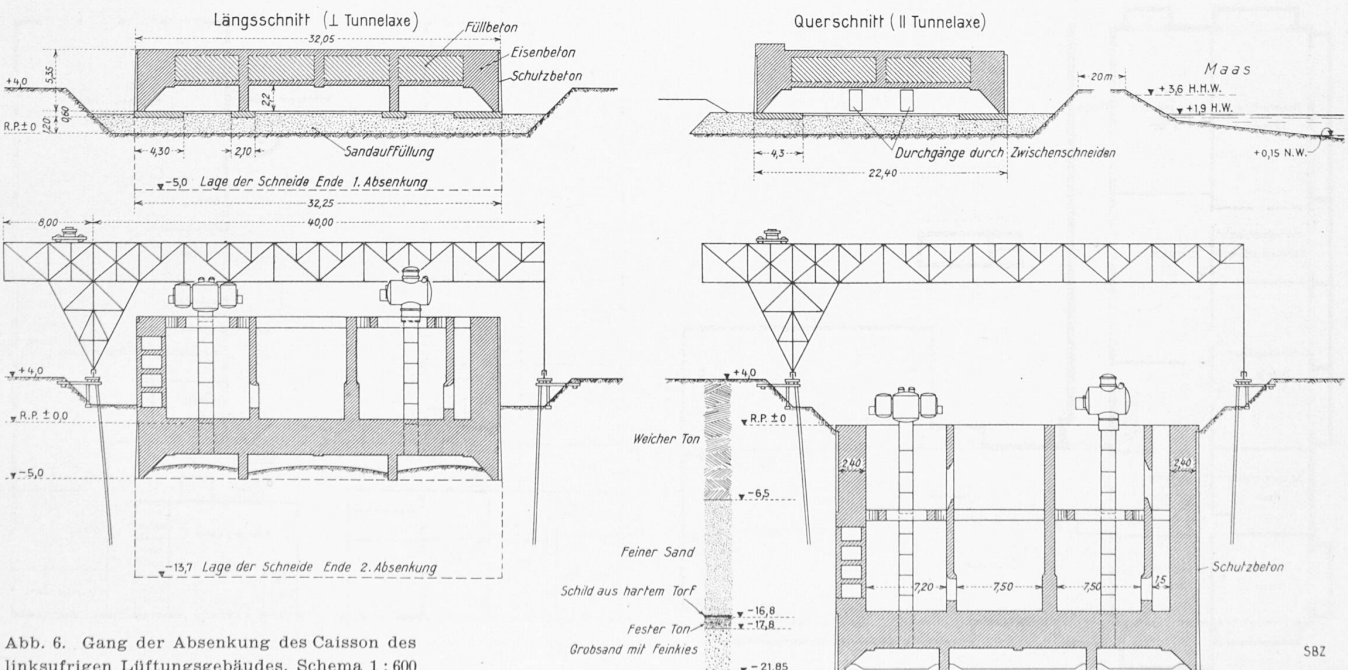


Abb. 6. Gang der Absenkung des Caisson des linksufrigen Lüftungsgebäudes, Schema 1 : 600