

# 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 25

PDF erstellt am: **20.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-83470>

## **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. — Zum Streit um die Stromversorgung der Rhätischen Bahn. — Mehrfamilienhäuser an der General-Wille-Strasse in Zürich-Enge. — Zum Submissionsproblem in der Schweiz. — Mitteilungen: Eidg. Techn. Hochschule. Brennstoffersparnis durch Neuerungen in Einspritz-

systemen. Luftschutzräume der SBB in Bern. Das Kraftwerk Ruppertswil an der Aare. Umbau des Bärengrabens in Bern. Eidg. Techn. Hochschule. — Nekrologe: Prof. Dr. Ernst Waser. — Wettbewerbe: Neue Bahnhofbrücke mit Ufergestaltung in Olten. — Mitteilungen der Vereine. — Schweiz. Verband für die Mat.-Prüf. der Technik. — Vortragskalender.

Band 117

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. 25

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

Von Dipl. Ing. ERWIN SCHNITZER, Zürich

(Fortsetzung von S. 279)

Das *Einmessen* in die Richtung erfolgte mit Hilfe eines besonders konstruierten Instrumentes. Dies bestand aus zwei um  $180^\circ$  gedrehten Fernrohren; in ihrer Mitte lag ein Pentaprisma, das durch ein Okular von der Seite her betrachtet wurde. Die untere Hälfte des Okulars zeigte das Bild des nach links gerichteten Fernrohres, die obere Hälfte dasjenige des nach rechts gerichteten. Koinzidenz der beiderseitigen Richtungsmarken zeigte, dass der Instrumentenmittelpunkt in ihrer Verbindungslinie lag. Ein tiefer liegendes zweites Okular zeigte das Bild eines durch Prisma senkrecht um  $90^\circ$  gedrehten Fernrohres, das durch ein Rohr einen auf der Tunneldecke liegenden und dort beleuchteten Messpunkt anzielte. Auf dem zweiten Richtturm befand sich ebenfalls ein solches optisches Lot, das den dortigen Messpunkt von der Tunneldecke nach einer Zielmarke auf der oberen Plattform heraufholte. Die Lage in der Längsrichtung wurde bestimmt durch Abmessen von dem Richtturm, der auf dem Ende des zuletzt abgesenkten Tunnelstückes verblieben war und dessen Lage genau festlegte. Nachdem ein Tunnelstück in dieser Weise genau in die Absenklage gebracht war, wurde es zunächst über Nacht so belassen.

Folgenden Tags wurde es in vier grosse Schwimmkräne gehängt (Abb. 10). Hierfür waren die Köpfe der Pendelsäulen hergerichtet. Zwei davon wurden durch einen Waagebalken verbunden (Abb. 11), sodass die Kräne mit einer Dreipunktauf-lagerung, also mit bestimmter Kraftverteilung trugen. Nach sorgfältigem Festlegen der Kräne und allseitigem Anspannen begann man mit der *Absenkung*. Alle Pontons waren mit Wassermessern versehen, die durch vertikale Rohre abgelesen werden konnten. Nun wurden in geeigneter Reihenfolge bestimmte Mengen Wasser in die Pontons eingelassen, sodass jeder der Kräne eine ihm zugewiesene Last zu tragen bekam, zusammen rund 180 t. Damit wurde nun langsam abgelassen, wobei man das Untertauchen des Stückes mit geneigter Oberfläche vornahm, um nicht einen zu plötzlichen Auftriebverlust eintreten zu lassen. Das Abfieren wurde sehr langsam vorgenommen, um

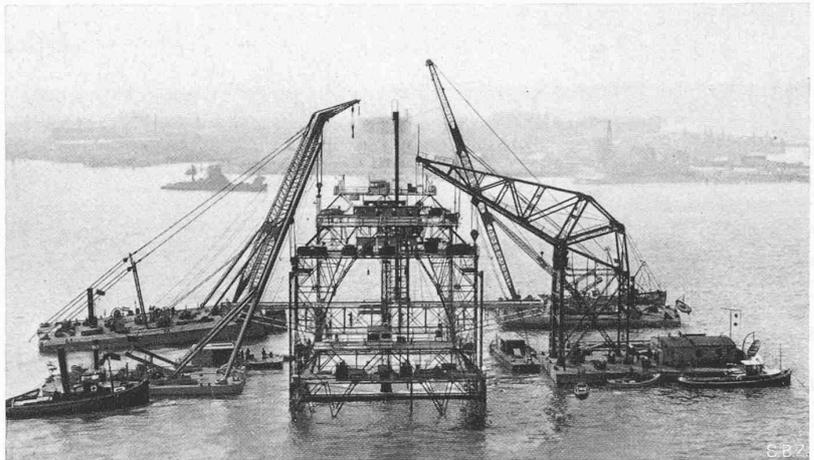


Abb. 10. An den vier Kränen mit total 180 t hängendes Tunnelstück  
Im Vordergrund Richtturm des vorangehenden Stückes, im Hintergrund Lüftungsgebäude

jede Entwicklung grösserer kinetischer Energie zu vermeiden. War eine Tiefe erreicht, wobei das Stück noch etwa 75 cm von der ausgebagerten Sohle entfernt war, wurde seine genaue Längs- und Querlage nochmals versichert und nun wurden die acht Pendelsäulen abgelassen, sodass ihre mit Antimonium-Blei-Kappen versehenen Füsse auf die als erste Unterstüzung zum voraus hier verlegten zwei *Lagerbalken* zu stehen kamen (Abb. 12). Diese Lagerbalken von 30 m Länge, 3,0 m Breite und 80 cm Stärke sind als sehr schwer bewehrte Konstruktionen von 180 t Stückgewicht an Land angefertigt worden (Abb. 13). Sie endigen beidseitig mit Lagerstühlen zum Anschlag der horizontalen Pressen (Abb. 14). Mittels Schwimmkran wurden sie vom Herstellungsplatz geholt und in 25 m Wassertiefe auf genaues Mass verlegt (Abb. 15 und 16). Je vier der in den Tunnelwänden angeordneten *Pendelsäulen* aus dickwandigen Stahlrohren ruhten nun auf einem dieser beiden Lagerbalken. Das obere Ende dieser Pendelsäulen wurde durch hydraulische Pressen gebildet, in die man nun vom Richtturm aus Oel presste (Abb. 17). Die Pressen standen miteinander in Verbindung in Gruppen von  $2 \times 2$  und  $1 \times 4$ , wiederum eine Dreipunkt-lagerung ergebend. Hiermit liess sich nun die Höhenlage genau einstellen. Dabei wurden zunächst durch Taucher die Schwimmkörper geöffnet, sodass sie sich ganz

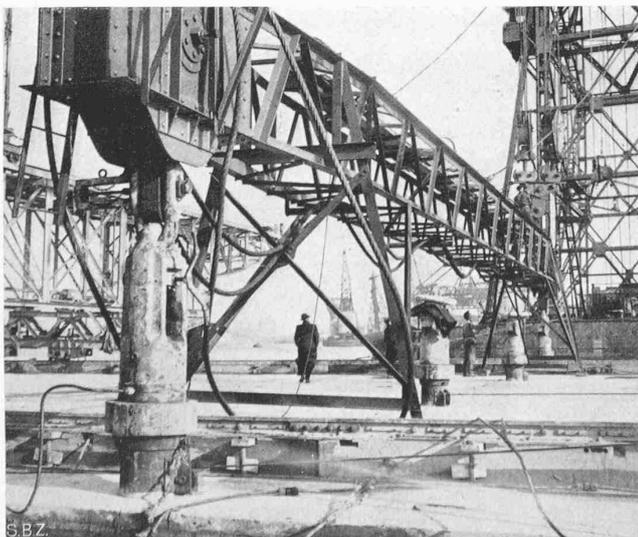


Abb. 11. Aufhängung mittels Waagebalken. Bei der Pendelsäulen- Presse im Vordergrund ist die Oelzuleitung erkennbar

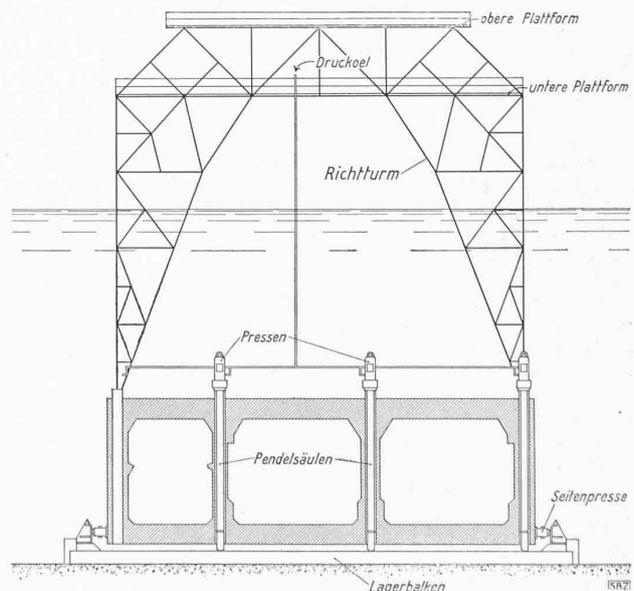


Abb. 12. Schema der Auflagerung und Ausrichtung eines Tunnelstückes (äusserste Pendelsäule links nicht gezeichnet)

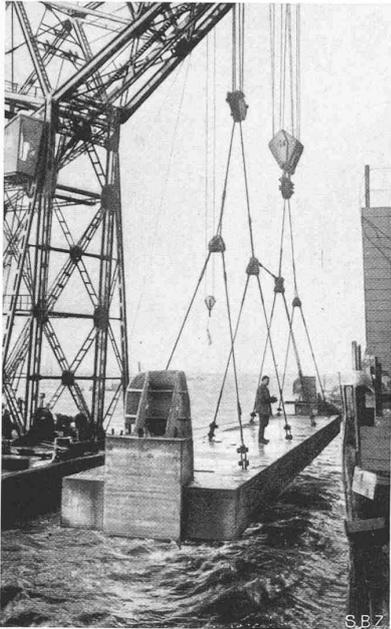


Abb. 13. Wegholen eines Lagerbalkens vom Herstellungsplatz mittels zwei Kränen



Abb. 15. Messgerät zur Kontrolle der genauen Lage der Lagerbalken. Das im Turm eingebaute Rohr dient dem Hochloten des elektrisch beleuchteten Axpunktes mittels optischem Lot

mit Wasser füllen konnten, das Tunnelstück sein volles Gewicht erhielt und die Lagerbalken gut in den Sand drückte.

Darauf wurden die am unteren Rand, gegenüber den Anschlüssen der Lagerbalken liegenden *horizontalen hydraulischen Pressen* (Abb. 18) unter Druck gesetzt und damit die Querlage genauestens eingefahren. Waren alle Messkontrollen wiederholt und Höhe und Lage auf wenige mm genau befunden worden, so wurden durch Taucher alle zwölf Pressen festgelegt. Damit war das Tunnelstück an seinen Platz gekommen und zum Unterspülen bereit. Hierzu mussten erst die Pontons entfernt werden. Sie wurden durch Taucher abgelöst und mittels Druckluft ausgeblasen, worauf sie hochschwammen und abgeschleppt werden konnten.

Die *Unterspülung* hatte die Aufgabe, den unter dem Tunnelstück offenen Raum von 75 cm Höhe so dicht mit tragfähigem Sand einzuspülen, dass bei Ablassen des Gewichtes von den Pendelsäulen auf diese Sandunterlage die Setzung sich in zum voraus bestimmter Grenze halten sollte und dem Stück eine bestimmte Höhenlage zuwies. Das Prinzip der dazu verwandten Anordnung sah ein Einspülen von Sand und gleichzeitiges Wegsaugen von Wasser beiderseits der Oeffnung des Einspülrohres vor (Abb. 19). Durch den grossen Druck des Spülers wurde ein festes Anlagern des scharfkörnigen, groben Sandes bewirkt. Durch das intensive Wegsaugen von Wasser wurden erodierende Strömungen unter dem Tunnelstück unterbunden. Die Gesamtanordnung für die Unterspülung bestand in folgendem (Abb. 20 und 21): Aus einer Sandschute wurde mittels eines normalen Saugbaggers der aufgespülte Sand in eine auf Pontons liegende Rohrleitung gepresst. Neben dem Sauger lag ein Ponton, der eine Kompressorenanlage enthielt, die Druckluft durch eine zweite Rohrleitung lieferte. Beide Leitungen führten nach dem Turm des Spülgerätes.

Im Turm war ein Rohrsystem vertikal beweglich angeordnet, das unten mit rechtwinkliger



Abb. 14. Lagerstuhl am Ende des Lagerbalkens, zum Anschlag der Seitenpressen

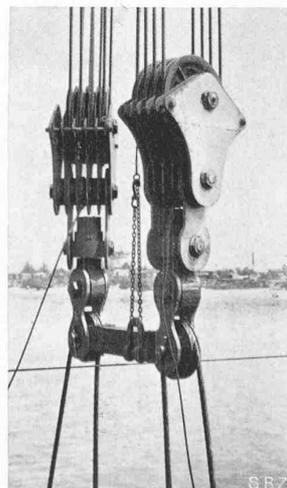


Abb. 16. Detail der 180 t-Aufhängung



Abb. 18. Seitenpresse mit Griffen zum Verschrauben

Abbiegung unter das Tunnelstück geführt werden konnte. Durch das mittlere Rohr wurde der Sand eingespült. Zu beiden Seiten lagen die Förderrohre zweier Mammutpumpen, an welche die Druckluftleitung angeschlossen und womit das Wasser abgesaugt und bis über den Wasserspiegel hochgeführt wurde. In einer Rohrstellung spülte man ein, bis das hochströmende Wasser durch Trübung anzeigte, dass die Anschüttung sich dem Rohrende näherte. Alsdann zog man das Rohr etwas zurück. Zuerst die eine, dann die andere Seite des Tunnelstückes wurde in dieser Weise unterspült, und der Erfolg war immer derartig, dass die Setzungen die eingerechneten 15 mm nie beträchtlich überstiegen. — Diese Unterspülung war eine Voraussetzung für den Tunnelbau. Ihre Durchführbarkeit war während der Auftragsverhandlungen durch Versuch demonstriert worden. Die Bauausführung stellte einen vollen Erfolg für die Ueberlegung und die Konstruktion dieser Methode dar, die ermöglichte, einen Raum von 25 m Breite in beträchtlicher Wassertiefe vollständig satt auszufüllen.

Nach beendetem Unterspülen wurden alle Pressen unter Oeldruck gebracht, ihre Verriegelungen gelöst und nun das Tunnelstück auf seine Unterlage gesetzt. In dieser Weise wurde ein Stück nach dem andern mit 1,05 m Zwischenraum in den Untergrund verlegt. Die erreichte Genauigkeit der gegenseitigen Lage blieb innerhalb 10 mm.

Es sei noch bemerkt, dass man vor der Versenkung des ersten Tunnelstückes im Waalhaven in geringerer Tiefe den gesamten geschilderten Absenkvorgang probeweise vornahm, worauf das Tunnelstück, ebenfalls unter Verwendung der Kräne, wieder gehoben wurde. Dabei liess sich die in Rechnung zu nehmende Setzung bestimmen.

(Schluss folgt)

### Zum Streit um die Stromversorgung der Rhätischen Bahn

Der RhB, die bisher den elektrischen Strom von der A.-G. Bündner Kraftwerke Klosters und von den Rhätischen Werken für Elektrizität A.-G. Thusis (im folgenden «Werke» genannt), bezieht, bietet sich die Möglichkeit, ihren Energiebedarf zu einem wesentlich niedrigeren Preis als bisher zu decken, zu einem Preis übrigens, der durchaus jenen Preisen entspricht, den andere Bahnunternehmungen in der Schweiz in ähnlichen Verhältnissen zahlen. Bis zu 10 Mio kWh jährlich, mindestens aber die Hälfte ihres Bedarfes (16 Mio kWh im Jahre 1938) offeriert der RhB das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich bei Bereitstellung einer Leistung von 4500 kW zu einem Preis von 5 Rp. kWh bahnfertiger Energie ab Sils oder Solis. Den Rest, mindestens 6 Mio/kWh, würde das umzubauende Kraftwerk Cebbia der Ferrovia Elettrica Bellinzona-Mesocco unter Vermittlung der SBB liefern; die Cebbia-Energie könnte in Castione in die Fahrleitung der SBB

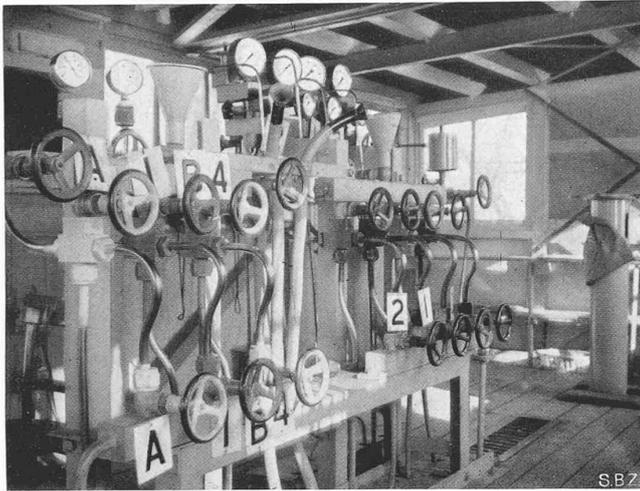


Abb. 17. Anordnung zur Regulierung der Oeldrücke auf der oberen Plattform eines Richtturmes. Links drei Leitungen für Pendelsäulen, Arbeitsdruck 230 at. Rechts vier Leitungen für Seitenpressen, 25 at. Ganz rechts Lot-Säule für das Prismeninstrument

abgegeben und im gleichen Betrag von der RhB in Landquart bezogen werden. Nach den neuesten Berechnungen des Techn. Dienstes des Eidg. Amtes für Verkehr würde sich der Energiepreis in Landquart auf 5 Rp./kWh stellen. Dies würde für die RhB, die bisher einen Preis von 7,3 Rp./kWh, folglich jährlich für die Energie 1168000 Fr. bezahlte, eine Ersparnis von nicht weniger als 368000 Fr. oder 31,5% bedeuten. Die Werke, die bisher, durch zwanzig Jahre hindurch, der RhB die Energie zu einem sehr hohen Preis lieferten, bestanden bei Ablauf der Verträge auf ihrer Erneuerung auf der bisherigen Basis, wollten von einer Preisreduktion, die die RhB verlangte, nichts wissen und riefen die Intervention der Behörden an. Nach vielfachen Verhandlungen gingen sie bis auf einen Preis von 5,88 Rp./kWh herab, weigern sich aber, der RhB weiter entgegenzukommen. Sie begründen dies hauptsächlich durch ihre Selbstkosten, die infolge der Ungunst der örtlichen Verhältnisse bei den BK wie bei den RhW wesentlich höher liegen als bei andern schweizerischen Kraftwerken. Ein Expertenbericht erklärt, dass bei Nichterneuerung der Verträge der Ausfall der Energieabgabe an die RhB die finanzielle Lage der Werke so schwer erschüttern würde, dass die BK auf die Verzinsung ihres Aktienkapitals verzichten und die RhW ihren Rücklagendienst wesentlich einschränken müssten, woraus auch dem Kanton Graubünden als Aktionär der BK wie als Steuerempfänger erheblicher Schaden entstünde. Zur Erzielung einer Einigung zwischen den Werken und der RhB hat das Eidg. Amt für Verkehr eine Vermittlungsaktion eingeleitet und die SBB haben sich in entgegenkommender Weise bereit erklärt, von den BK pro Jahr 15 Mio kWh mehr zu beziehen. Die den Werken daraus erwachsenden Einnahmen von 464000 Fr. wären als Ausgleich des durch die Senkung zugunsten

der RhB bedingten Einnahmefalles zu betrachten. Trotzdem ist eine Einigung bisher nicht zustande gekommen.

Ein Gutachten von Prof. M. Saitzew (Zürich), dem wir obige Darstellung entnehmen, begründet mit überzeugenden Argumenten die Vorteile der vorbereiteten Neuordnung und entkräftet die Befürchtungen, die nicht nur von finanziellen, sondern auch von volkswirtschaftlichen und kantonspolitischen Gesichtspunkten aus dagegen geltend gemacht werden. Seine gründlichen Untersuchungen bieten auch dem Techniker manches Interessante, das wir raumeshalber hier nicht einmal streifen können. Einige Schlussfolgerungen seien aber doch noch im Wortlaut wiedergegeben, weil ihnen grundsätzliches Gewicht zukommt, indem sie zeigen, wie ausserteknische «Hinter-Gründe» unsachlicher Argumente bei näherer Prüfung in sich zusammenfallen.

«Auch beim Fortfall der Belieferung durch die BK und die RhW würde die RhB nach wie vor durch «Bündner Strom» angetrieben werden. Auch wirtschaftlich gesehen unterscheidet sich das Albulawerk oder das Heidseewerk der Stadt Zürich kaum von den BK oder den RhW: sie zahlen wie diese die Bündner kantonalen und kommunalen Steuern, sie sind gleich gute Arbeitgeber im Bündner Land. Und wenn auch die Reingewinne nicht in Graubünden verbleiben, so liegen die Dinge bei den BK und den RhW nicht viel anders, sind doch die Hauptaktionäre der BK zu mehr als 90% ebenfalls nicht Bündner; bei den RhW gestalten sich diese Verhältnisse annähernd ebenso, mit dem Unterschied, dass sie seit 1933 überhaupt keine Dividende zahlen. Insoweit würden die Interessen der Bündner Volkswirtschaft durch den Uebergang der RhB zu den neuen Energielieferanten nicht verletzt werden». — «Die Ueberlegung wäre noch zu prüfen, ob man durch die Nichterneuerung der bisherigen Verträge der RhB mit den Werken nicht unliebsame Rückwirkungen auf die ganze bündnerische Wasserwirtschaftspolitik zu gewärtigen hätte, in dem Sinne, dass die grossen schweizerischen Stromproduzenten NOK, Motor-Columbus und ATEL, die hinter den Werken stehen, sich durch die Lösung der bisherigen Verträge vor den Kopf gestossen fühlen und ihr Interesse anderen, mit den auf Bündner Boden projektierten in Konkurrenz stehenden Kraftwerken zuwenden könnten (Urserenwerk contra Hinterrhein-

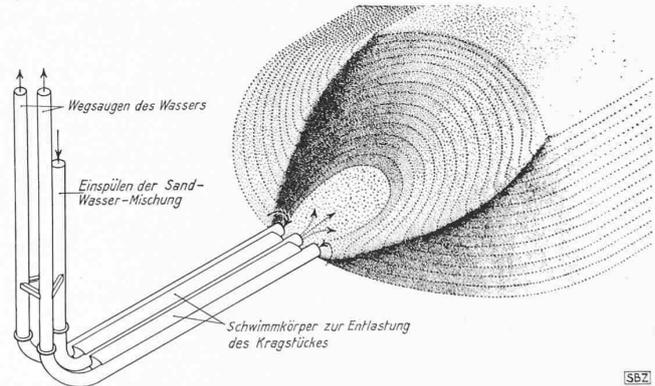


Abb. 19. Schema der Unterspülung der Tunnelabschnitte

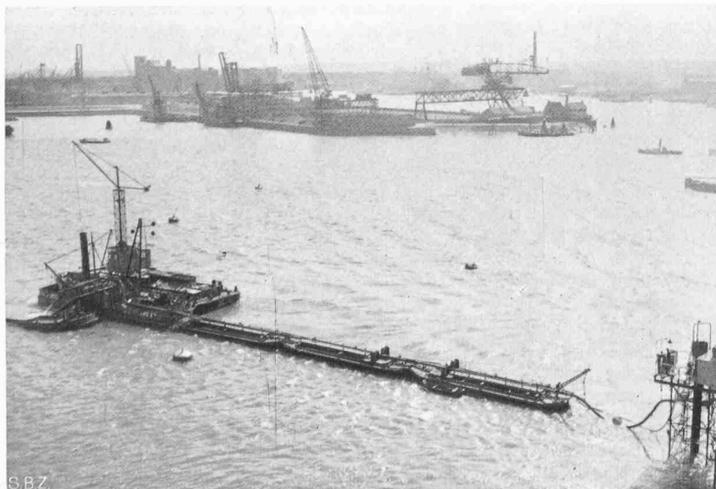


Abb. 20. Sandschute, Saugbagger und Rohrleitung zum Spülturm Bauausführung der Fluss-Strecke beim Autotunnel unter der Maas in Rotterdam



Abb. 21. Links neben den Richttürmen der Spülturm Bauausführung der Fluss-Strecke beim Autotunnel unter der Maas in Rotterdam