

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 117/118 (1941)
Heft: 24

Artikel: Die Bauausführung der Flusstrecke beim Autotunnel unter der Maas in Rotterdam
Autor: Schnitter, Erwin
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83465>

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: 16.05.2025

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

Die Bauausführung der Flussstrecke beim Autotunnel unter der Maas in Rotterdam

Von Dipl. Ing. ERWIN SCHNITTER, Zürich¹⁾

Der Autotunnel unter der Maas in Rotterdam²⁾ nimmt unter den bisher ausgeführten Unterwassertunneln in zweierlei Hinsicht eine ganz besondere Stellung ein: 1. Er benützt an Stelle des bisher stets angewandten Röhrenquerschnittes den rechteckigen Eisenbetonrahmen mit Zwischenwänden, der den benötigten Verkehrsraum in viel zweckmässiger Weise unterbringt (Abb. 2, S. 277). 2. Er ist nicht im Vortrieb hergestellt, sondern in fertigen Stücken verlegt und zeigt dabei gegenüber den wenigen bisherigen Ausführungen abgesenkter Unterwassertunnel³⁾ ausserordentlich viel grössere Abmessungen der Elemente.

Diese Besonderheiten führten zur Entwicklung einer Baumethode, die in allen ihren Teilen eine Fülle neuartiger Konstruktionsgedanken aufweist und infolge der ungewöhnlichen Abmessungen des Objektes dem Gestaltungsvermögen des Ingenieurs seltene Aufgaben stellte. Dieser Tunnelbau ist ein prägnantes Beispiel dafür, wie sehr sich im Ingenieurbau Entwurf und Ausführung gegenseitig bedingen.

Zwischen den dicht hinter den Uferlinien errichteten Lüftungsgebäuden war der 560 m lange Flusstunnel auszuführen durch Versenken von neun Tunnelstücken in die auszubaggernde Baugrube von 25 m Wassertiefe. Ein Tunnelstück mass 61,35 m in der Länge, rund 25 m in der Breite und 9,5 bis 8,4 m in der Höhe. Sein Gewicht betrug um 15 000 t, seine Wasserverdrängung 13 500 t, sodass es im Wasser noch 1500 t wog.

Der Bau von drei solchen Tunnelstücken wurde gleichzeitig an die Hand genommen in einem trocken gelegten Hafenbecken (Heysche Haven), das man gegen die Maas durch einen Eisenbeton-Schwimmkasten als Docktor abschloss. Hier wurden Sohle und Seitenwände des Stahlmantels errichtet, der, aus 6 mm-Platten bestehend, mittels elektrischer Schweissung zu einer wasserdichten Hülle zusammengefügt wurde. Die Schweissung der horizontalen Nähte erfolgte mittels Schweiss-Automaten, womit 13 m Naht pro Stunde und Schweisser geleistet wurden, im Tag zu zwei Schichten pro Automat 200 m. Von der Eisenbetonkonstruktion konnten die Sohle und die halbe Höhe der Wände errichtet und die seitliche schwere Rahmenbewehrung aus 36 mm $\varnothing$ eingelegt werden. Dann mussten diese Tröge durch hölzerne Endschotten abgeschlossen werden, da der für das Auschwimmen hier zur Verfügung stehende Tiefgang auf 4,5 m begrenzt war. Man setzte das Dock unter Wasser und schleppte ein Stück um das andere (Abb. 3) nach dem Waalhaven, wo für 9,5 m Tiefgang genügende Wassertiefe ausgebaggert war und

¹⁾ Vortrag, gehalten am 19. März 1941 vor der Sektion Zürich und am 4. April 1941 vor der Sektion Bern des Schweiz. Ing.- und Arch.-Vereins.

²⁾ Für die Lage und Anordnung der Flussstrecke sei verwiesen auf die Abb. 1 und 2 im Artikel des Verfassers: Die Gründung der Lüftungsgebäude des Maastunnels in Rotterdam, «SBZ» Bd. 113, S. 143* (25. März 1939).

³⁾ Vgl. z. B. «SBZ» Bd. 97, S. 304* (Detroit, U. S. A.)

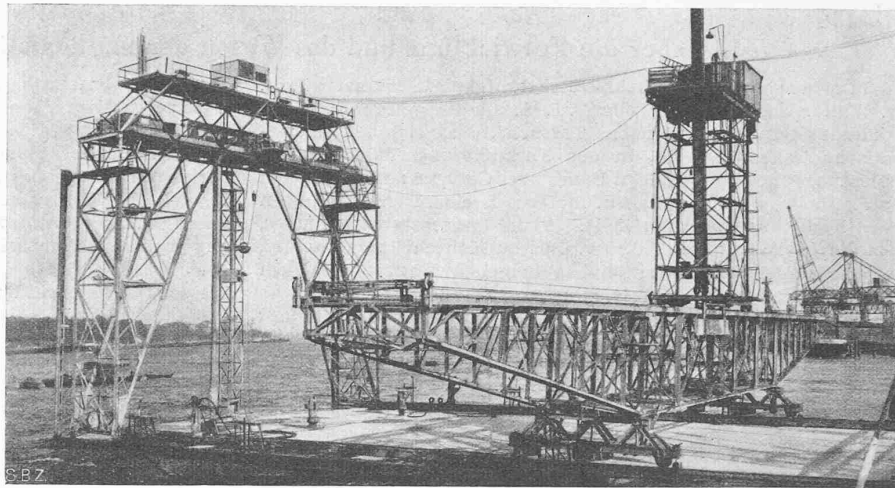


Abb. 7. Richtturm (links) und längsverfahrbare Spülapparat auf der Tunneldecke. In Flussmitte erreichte HHW knapp die untere Plattform des Richtturms sowie jene des Spülapparates

wo längs einer Dienstbrücke jederseits drei Tunnelstücke für den weiteren Aufbau in schwimmendem Zustand liegen konnten.

Hier wurden die Rahmenquerschnitte vollendet (Abb. 4), der Stahlmantel der Decke verschweisst (Abb. 5) und durch seine Betonhaut geschützt. Die Tunnelstücke schloss man nun durch schwere Eisenbeton-Endschotten an den Stirnseiten wasserdicht ab. Da ein fertiges Tunnelstück einen Gewichtsüberschuss aufwies, musste während der Herstellung ein wasserdichtes hölzernes Freibord aufgesetzt werden, dank welchem es mit unter dem Wasserspiegel liegender Decke schwamm. Um die gute Wasserdichtheit eines fertigen Stückes zu überprüfen, brachte man sein Inneres unter Vakuum. Durch eine Schleuse und eine provisorische Einsteigöffnung war das Innere zugänglich gemacht und es konnte nun kontrolliert werden, ob Wasser angesaugt wurde, nachdem auch die Decke unter eine Schicht Wasser gesetzt worden war.

Damit lag ein Tunnelstück bereit für den Einbau. War seine Zeit gekommen, so wurde es für das Versenken aufgepumpt.

Zunächst waren zehn zylindrische Schwimmkörper vorhanden von 5 m $\varnothing$ und 11 m Länge und einem Auftrieb von 150 t (Abb. 6). Durch Füllen mit Wasser wurden sie neben dem Tunnelstück versenkt und an kräftigen Verankerungen in diesem verhängt. Nachdem man mittels Druckluft das Wasser aus den Schwimmkörpern geblasen hatte, hielt der gleichmässig verteilte Auftrieb dieser Zylinder das Tunnelstück so weit aus dem Wasser, dass man das hölzerne Freibord entfernen konnte.

Auf jedem Ende der Tunneldecke wurde nun ein Richtturm aufgestellt (Abb. 7). Dies war eine kräftige Eisenkonstruktion von 21 m Höhe. Auf einer unteren Plattform lagen je drei schwere Verholwinden von 15 t Zugkraft; auf der oberen Plattform befanden sich die Messeinrichtungen und Steuergeräte für das genaue Versetzen. Von hier aus führten Oeldruckleitungen nach acht Pendelsäulen mit Presszylinderköpfen für die Höheneinstellung und nach vier schweren hydraulischen Pressen an den Seitenwänden für die Regelung der Querlage. Zwischen den

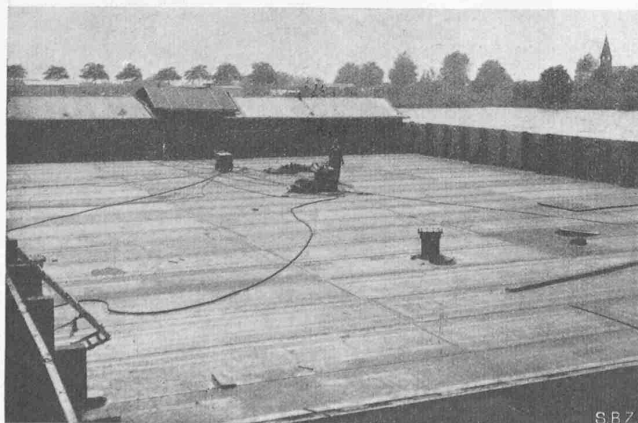


Abb. 5. Die Schweissautomaten für den Stahlmantel der Tunneldecke arbeiten in verrollbarer Hütte

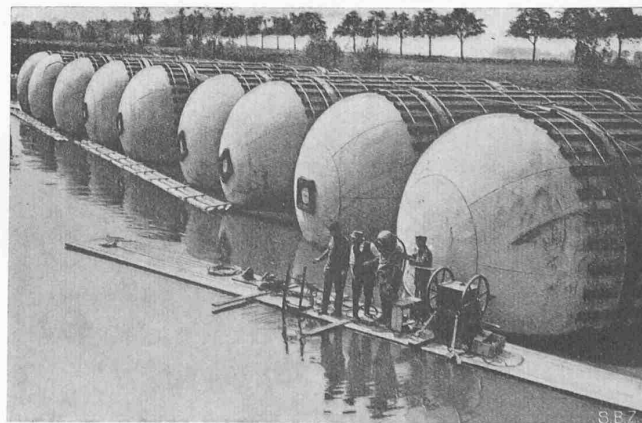


Abb. 6. Zylindrische Schwimmkörper von 150 t Auftrieb, die nachher seitlich am Tunnelstück befestigt werden

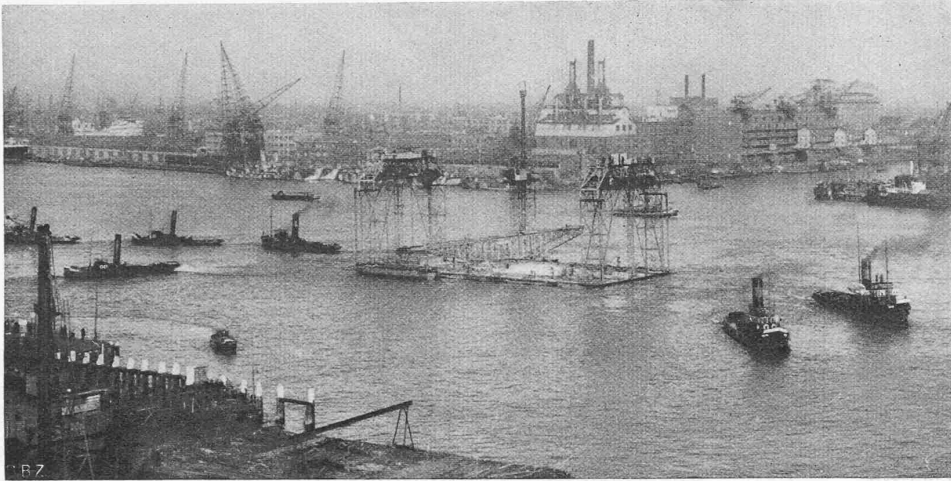


Abb. 8. Ein fertiges Tunnelstück, mit Richttürmen und Spülapparat ausgestattet, wird nach der Einbaustelle geschleppt

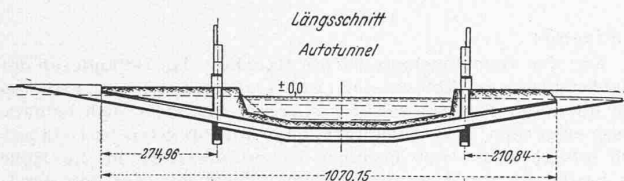


Abb. 1. Ueberhöhter Längsschnitt des Maastunnels in Rotterdam

Richttürmen wurden Schienen mit Zahnstange angeordnet und hierauf der *Spülapparat* abgesetzt (Abb. 7). Dieser bestand aus einer 50 m langen Brücke, die auf jenen Schienen lief und ihrerseits die Fahrbahn lieferte für einen Turm. Dieser trug die Spüleinrichtung zum Unterfüllen des Tunnelstückes mit tragfähigem Sand und das Fahrwerk, das mittels Drahtseilübertragung das unter Wasser fahrende Gerät jeden gewünschten Punkt der Tunnelfläche erreichen liess.

Das so hergerichtete Tunnelstück wurde mittels Schleppdampfern nach der 5 km entfernten *Einbaustelle* geschleppt (Abb. 8). Dies geschah meist noch im Dunkeln vor Tag. Hier war durch einen schweren Eimerkettenbagger die Baugrube von 60 m Sohlenbreite mit Böschungen von 1:3 ausgehoben worden. Daneben nahm der Aufbau der Lüftungsgebäude seinen Gang (Abb. 9), hinter denen die Rampentunnels in offener Baugrube mittels Grundwasserabsenkung in regelmässigem Baufortgang ausgeführt wurden.

Ueber der Einbaustelle wurden die Drahtseile der Verholwinden ausgebracht und über schwere Scheiben gelegt, die mittels 50 mm starker Ankerketten in gerammten Patentankern hingen. Mit Hilfe dieser sechs elektrischen Winden wurde dann das Stück möglichst genau über seine Stelle gebracht. Hierbei wurde die Spannung in den schweren Drahtseilen mittels Spannungsmessern stets genau im Auge behalten. Diese Spannung änderte mit dem Stromwechsel. Im entlasteten Kabel wurde stets eine Spannung von 5 bis 8 t gelassen, um das Stück allseitig steif zu halten. (Forts. folgt)

Die Raterteilung des Unternehmers

Die Firma H., Heizungsanlagen, hatte im Jahre 1936 die Erstellung einer Pumpen-Warmwasser-Heizanlage in der Liegenschaft Stadthalle Zürich übernommen. Die aus Blech bestehenden Luftkanäle im Freien und unter Dach waren dabei wetterbeständig zu isolieren. Die Isolation wurde von der Firma H. dem Isolierwerk K. übertragen. Für die fachgemässe Ausführung und für die Verwendung erstklassigen Materials bestand eine vertragliche Garantie von fünf Jahren. Die von K. übernommenen Arbeiten beliefen sich laut Angebot auf 1050 Fr. In der Folge machte dann die Klägerin H. geltend, die von K. übernommenen Arbeiten seien mangelhaft ausgeführt, es fehle an genügender Isolierfähigkeit, Wetterbeständigkeit und Wasserdichtigkeit, weshalb das Material starke Feuchtigkeitserscheinungen auf-

weise. Mit Klage forderte sie daher von K. Neuerstellung der gesamten Isolation, event. Rückzahlung des Werklohnes von 1050 Fr. und Schadenersatz, wogegen der Beklagte K. das Vorliegen irgendwelcher Verantwortlichkeit grundsätzlich bestritten hat.

Mit Urteil vom 17. Oktober 1940 hat das Handelsgericht Zürich die Klage in reduziertem Umfange geschützt und Rückzahlung des Werklohnes wie Schadenersatz in der Höhe von 460 Fr. der Klägerin zugesprochen, im übrigen abgewiesen. Unter den verschiedenen geltend gemachten Mängeln wurde der Beklagte dabei nur für die Durchfeuchtung infolge Undichtigkeiten bei der Dachdurchbrechung haftbar erklärt, was die Preisminderung von 210 Fr. plus 250 Fr. Schadenersatz zur Folge hatte. Das *Bundesgericht* hat die von der Klägerin gegen dieses

Urteil eingereichte Berufung am 25. März 1941 abgewiesen. Soweit in der Beratung die Frage der Verantwortlichkeit zur Diskussion stand, hatte das Handelsgericht in freier Würdigung und Wertung von Sachverständigengutachten einerseits und als Fachgericht, das selbst über sachkundige Richter verfügte andererseits, in unanfechtbarer Weise festgestellt, was als rechtserheblicher Mangel in Betracht falle. Die Ursache der Durchfeuchtung war in erster Linie Schwitzwasser, das sich besonders zur Sommerzeit auf der Oberfläche der Röhren bildete und den Isolierstoff durchfeuchtete, was auf Lufträume zwischen den Röhren und dem Isoliermaterial zurückzuführen war, die laut Expertenbefund dadurch hätten vermieden werden können, dass man das Material auf den Röhren statt nur aufgebunden, fest aufgeklebt hätte. Doch konnte der Beklagte K. hierfür nicht verantwortlich erklärt werden, weil er laut Offert-Schreiben nur eine «festgebundene», nicht aufgeklebte Isolierschicht herzustellen hatte, also die Ausführung vertragsgemäss war. Es lag somit kein Fehler im Sinne eines eigentlichen Sachmangels vor, sondern nur eine Fehlerhaftigkeit in der Konstruktion, in der zur Vertragsgrundlage gemachten Ausführungsart. Für solche Fehler, die nicht in der Ausführung liegen, sondern schon im Stadium der Offertstellung unterlaufen, haftet der Unternehmer auf Grund von Art. 364 OR, und er wird bei Ausserachtlassung der ihm obliegenden Sorgfaltspflicht schadenersatzpflichtig, sofern ihn ein Verschulden trifft. Das Verschulden muss vom Besteller bewiesen werden.

Mehr aber interessiert im vorliegenden Falle die weitere Frage, ob und inwieweit der Unternehmer dem Besteller hinsichtlich der Konstruktion und der Erfordernisse an die Wirksamkeit einer Anlage *Rat zu erteilen* hat. Das hängt zwar von den Umständen des einzelnen Falles ab, doch muss man grundsätzlich davon ausgehen, wie das Bundesgericht mit der Vorinstanz erklärt, dass

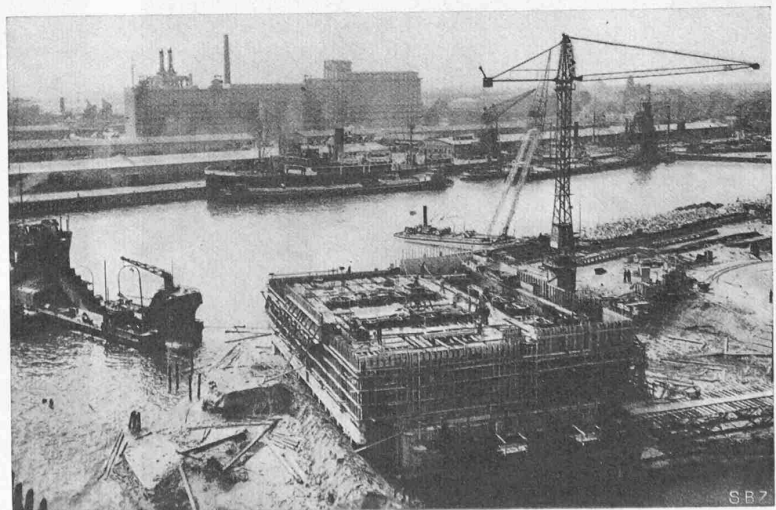


Abb. 9. Lüftungsgebäude. Der rechts anschliessende Rampentunnel ist fertig und zugefüllt. Links baggert ein Eimerbagger für 25 m Wassertiefe die Tunnelrinne frei

Ueber die Entwicklung und das Wesen der mathematischen Forschung

In seiner letzten, gedruckten Rektoratsrede¹⁾ erinnerte Prof. Dr. Walter Saxer, Rektor der E.T.H., an die gelegentlich der Landesausstellung empfundene Tatsache, dass sich die mathematische Tätigkeit, oder, in der Formulierung Valéry's, «die Errichtung eines notwendigen Baues oder Gefüges auf dem Boden der Freiheit», nicht ausstellen, ihr Wesen einem empfänglichen Laien höchstens andeuten lässt. In der berechtigten Meinung, dass die in Babel 2000 Jahre v. Chr. zu Keilschrift gebrachten Rechenexempel nach ihrer jetzt gelungenen Entzifferung dem Nicht-Mathematiker wohl leichter verständlich seien als die mathematischen Schriften der Gegenwart, trug der Redner dieser in gewissem Mass auch für eine Rektoratsrede bestehenden Schwierigkeit Rechnung, indem er in einem historischen Ueberblick über die Entwicklung seiner Wissenschaft besonders bei den Anfängen verweilte und zwar des mächtigen Ausbruchs mathematischer [und musikalischer] Schöpferkraft zur Zeit des Barock und des genialen Dixhuitième gedachte, jedoch auf eine genauere Kennzeichnung der mathematischen Leistungen des 19. Jahrhunderts verzichtete. Und doch wäre z. B. mit der Entdeckung der nicht-euklidischen Geometrie, die an dessen Schwelle auch in der Mathematik eine Epoche schärfster und fruchtbarster Grundlagenkritik eröffnete, vielleicht der Hauptwert der mathematischen Betätigung zu illustrieren: die Erhaltung eines freien, kritischen und furchtlosen Geistes, dieses seit seiner ersten Entzündung in Hellas schon oft erloschen geglaubten, nur hier und dort noch mottenden, aufflackernden, sich ausbreitenden, wieder verschütteten, immerfort gefährdeten ewigen Lichtes, das zu behüten noch vor kurzem als ein oberstes Anliegen jedes zivilisierten Staates gegolten hat.

Saxer hebt, so mit trefflich sitzenden Worten auf S. 20 seiner Schrift, auch einen zweiten Aspekt der Mathematik gebührend hervor. Ohne dieses «Spielzeug, das uns die Natur zu Trost und Belustigung in unserm Dunkel zugeworfen hat», um an eine französische Inschrift im Pavillon «Lernen und Wissen» der Landesausstellung zu erinnern, wären deren linksufrige Hallen leer gestanden. In der herrlichen Abhandlung «Reform der Intelligenz» (Buch des Betrachters) weist Ortega y Gasset darauf hin, dass umwälzende Entdeckungen kaum je einem auf die nächstliegenden, dringlichsten Tageszwecke ausgerichteten Wissenschaftsbetrieb zu verdanken sind, aus dem dann gleichsam

¹⁾ Heft 20 der Kultur- und Staatswissenschaftlichen Schriften der E.T.H. 22 Seiten. Zürich 1941, Polygraphischer Verlag AG. Preis, Fr. 1,20.

als ein wohlriechender, wenn auch entbehrlicher Weihrauch eine Theorie entstieg, sondern dass umgekehrt zweckvolle Praktiken als Nebenprodukte des Erkenntnisdrangs sich ergaben: aus der Betrachtung der Sterne — die Mechanik der Maschinen; aus der experimentierenden Neugier eines Buchbindergehilfen (Faraday) — die Elektrotechnik; aus gewissen Zeichen eines unlesbaren Buchs (von Maxwell) — die drahtlose Telegraphie. «Die angewandte Wissenschaft, die Technik», schreibt Ortega, «ist ein unbeabsichtigtes Ergebnis, ein zufälliger Niederschlag, der bei der reinsten und uneigennützigsten wissenschaftlichen Arbeit zustande kommt. So scheint es fast, als habe eine ironische, in der Geschichte wirkende Kraft sich darin gefallen, gerade die nützlichsten Erkenntnisse aus den absonderlichsten und weltfernten entstehen zu lassen».

Ortega's Ausführungen sind wie gemünzt auf die Mathematik, auf dieses schier unübersehbare Feld von Bemühungen um neue Einsichten, von denen nur ein kleiner Bruchteil möglicherweise einen «Nutzen» abwirft, vielleicht bald, vielleicht, wie die Lehre von den Kegelschnitten, erst nach 2000 Jahren; dieser Bruchteil allerdings einen so ungemeinen Nutzen, dass vor jedes höhere technische Studium eine Unterweisung in mathematischen Fächern gesetzt ist, und dass die Industrie eines Landes, das diese mathematische Grundlegung vernachlässigte, dem sicheren Verfall entgegenginge.

Man halte diese Abschweifung von dem Inhalt dieser ungewöhnlich anregenden Rede dem grossen Thema zugute, rührt dieses doch nicht blos an die Pfeiler der schaffenden und zerstörenden Technik, sondern, kraft einer geheimnisvollen Entsprechung von Logik und Natur, an die Grundfesten der Welt.

An die Betonung eines dritten, erzieherischen Einflusses der mathematischen Beschäftigung, der Gewöhnung an Klarheit, geistige Zucht und Beharrlichkeit, knüpfte der Rektor die Anforderung, diese Eigenschaften auch im öffentlichen Leben zu betätigen. Er schloss mit einer zeitgemässen Mahnung zu unabdingter Standhaftigkeit und Treue, indem er auf seine schalkhafte Weise an den Satz erinnerte, «wonach Konstanten durch Differentiation ausgelöscht werden». Das war wohl als eine ernste Warnung des Redners nicht nur an sein engeres Publikum, sondern an unser ganzes Volk vor jener inneren Aufweichung gemeint, der kleine und grosse Völker dann verfallen, wenn sie sich ihr Recht auf Urteil, Eigenart und Selbstbestimmung Stück für Stück entwinden lassen.

K. H. Grossmann

Zur Bauausführung des Autotunnels unter der Maas in Rotterdam (siehe nächste Seite)

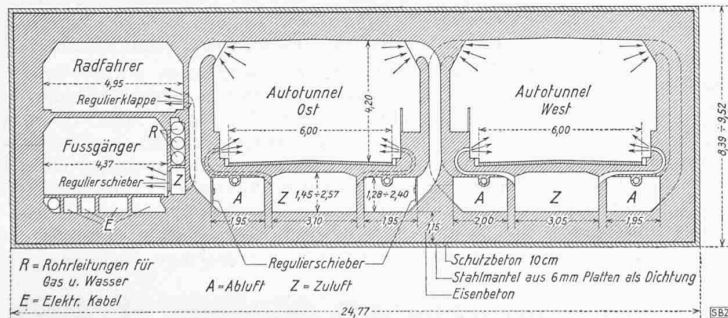


Abb. 2. Querschnitt der Flusstrecke, Masstab 1:250

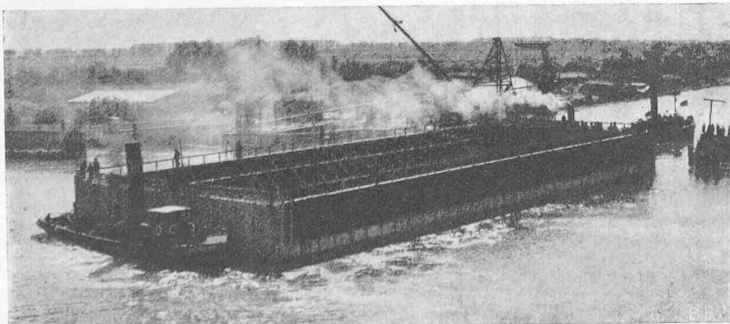


Abb. 3. Abschleppen eines mit Haube versehenen Teilstücks aus dem Trockendock nach dem Waalhaven

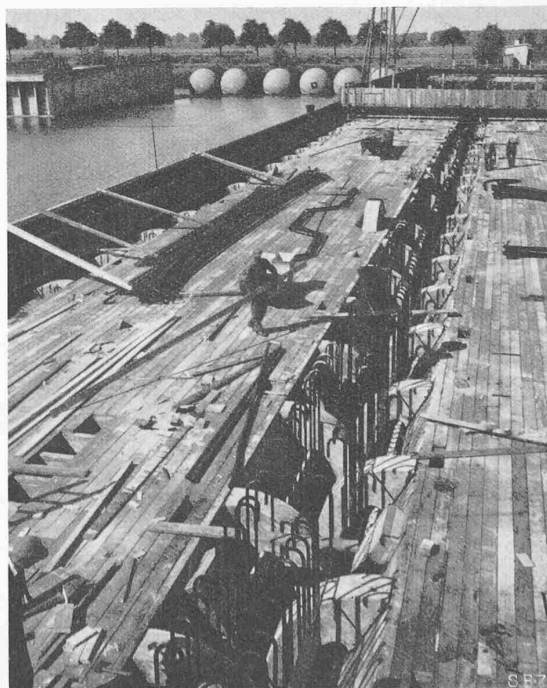


Abb. 4. Schalung der Tunneldecke. In der Zwischenwand Eternit-Schalungen der Abluftkanäle und Stahlrohre für Pendelsäulen