Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 99/100 (1932)
Heft: 10

Artikel: Die Schiebetore der Nordschleuse Bremerhaven
Autor: Karner, L.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-45550

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.08.2025

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

INHALT: Die Schiebetore der Nordschleuse Bremerhaven. — Das Bürgerhaus in der Schweiz; XXIV. Band: Der Kanton Neuenburg. — Die schweizerischen Eisenbahnen im Jahre 1931. = Die „Lorrainelinie" zur nördlichen Einführung der S. B. B. in den Bahnhof Bern. — Mitteilungen: 100 Jahre Wärmemechanik. Strassenbahnwagen mit Druckknopf-Steuerung. IV. Internationaler Kongress Beratender Ingenieure in Zürich. Resonanzausschläge bei Drehschwingungen von Kurbelwellen. Propellerprofile mit verminderter Kavitation. Umbau der eisernen S. B. B.-Brücke über die Reuss bei Mellingen. Zürcher Lichtwoche. Der netzlose Freiballon „Zürich". Das Pestalozzihaus Zürich. Kraftwerk Klingnau. Deutscher Tonerde-Schmelzzement. Die letzten hölzernen Eisenbahnbrücken der englischen Great Western Railway. Der Rheinschiffahrtsverband Konstanz. — Literatur. — Mitteilungen der Verbände.

Band 100 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. 10

Die Schiebetore der Nordschleuse Bremerhaven.

Von Prof. Dr. L. KARNER, E. T. H., Zürich.

Am 10. August vorigen Jahres ist die Nord-Schleusenanlage im Bremerhaven mit der ersten Durchschleusung der „Bremen" in Betrieb genommen worden. Die umfangreichen Neuanlagen des Ausbaues der Nordschleusenanlage im Bremerhaven sind zwar bereits vor dem Kriege geplant gewesen, ihre Ausführung in der jetzigen Form ist jedoch für die deutsche Schiffahrt dadurch bedingt worden, dass die Abmessungen der vorhandenen Anlagen für die grossen Passagierdampfer des Norddeutschen Lloyd nicht mehr ausreichten. Ausserdem spielten Fragen der Betriebsicherheit eine Rolle, da die bisherigen Hafen- und Dockanlagen im Bremerhaven nur durch eine einzige Schleuse, die „Grosse Kaiserschleuse", zugänglich waren und durch die Nordschleusenanlage eine zweite Ein- und Ausfahrtmöglichkeit gegeben ist. Zur Uebersicht sei verwiesen auf Abb. 1, die die wichtigsten Teile der Nordschleusenanlage auf einer Fliegeraufnahme, nahe vor der Fertigstellung der ganzen Anlage, zeigt. Wir sehen im Vordergrund (I) den neuen Aussenvorhafen von 350 m Länge mit einer Mündungsbreite von 120 m und einer Breite von 80 m an der Schleuse. II ist die Schleusenkammer; diese ist 372 m lang, hat eine Kammerbreite von 60 m, eine Durchfahrtbreite von 45 m und bei mittlerem Hochwasser eine Tiefe von 14,5 m. Unser Bild zeigt die Torkammern für die beiden Abschlüsse der Schleusenkammer, rechts, über der einen Torkammer, ist gerade ein Tor in Montage. An die Schleusenkammer schliesst sich ein Wendebecken III an, das 400 m lang, im Mittel 240 m breit und bei mittlerem Hafenwasser 13 m tief ist. Hierauf folgt (IV) die Zufahrt zum Verbindungskanal (Verbindung der neuen Schleusenanlage mit den bereits bestehenden Hafeneinrichtungen). Bemerkenswert ist auf unserem Bild noch die Drehbrücke V, die zwischen den beiden Endauflagern 112 m lang ist und bei einem Hauptträgerabstand von 16,2 m zwei Eisenbahngeleise, eine zweispurige Strassenfahrbahn und einen Fussweg von 3 m Breite überführt.[1]) Die neue Schleusenkammer ist für Dampfer bis rund 100 000 B.-R.-T. bemessen, das ist rund das Doppelte der „Bremen" (51 656 B.-R.-T.).

Wir beschäftigen uns im folgenden nur mehr mit den *Schiebetoren* für den Abschluss der Schleusenkammer. Die Hauptabmessungen sind gegeben durch die Hauptmasse des Schleusenbauwerkes, durch die Wasserstände in der Weser und im Hafen, sowie durch betriebstechnische und statisch-konstruktive Forderungen. Die Länge der Tore beträgt zwischen den vertikalen Anschlagleisten 46,6 m (Durchfahrtsbreite 45 m), und für die ganze Konstruktion rund 47,2 m. Die Torhöhe beträgt insgesamt 19,5 m, unter Berücksichtigung der erforderlichen Einfahrttiefe in die Schleuse bei den verschiedenen Wasserständen und unter Berücksichtigung der Nivelette der Strassen, die über beide Tore hinweggehen.

Die Breite des Tores ist ausreichend gewählt. Die freie Nischenbreite und die Drempelbreite betragen 9,0 m, und da man ein Kehrspiel von 0,1 m angenommen hat (die Tore wirken nach beiden Seiten), ist die Torbreite zwischen den vertikalen und den horizontalen Anschlagleisten 8,9 m. Die Breite des Tores von Aussenhaut zu Aussenhaut gemessen ist rund 8,5 m. Auf der Torkammerseite sind die Anschlagsäulen der Torkammernischen auf 9,9 m vergrössert, und das Tor ist an diesen Enden entsprechend

[1]) Ausführliche Beschreibung der Gesamtanlage und Bauausführung in „Bautechnik" (1931), auch als Sonderdruck erschienen.

Abb. 1. Die Nordschleuse in Bremerhaven aus Süden; Tore noch im Bau.

9,8 m zwischen den vertikalen Anschlagleisten breit. Diese Anordnung ermöglicht für das Tor besseres Ausdrehen und Ausschwimmen. Durch die grosse Torbreite wird einerseits das Gewicht geringer, anderseits ergibt sich eine bessere Manövrierfähigkeit, weil die Querstabilität unter Einfluss von Strömungen, Aufstau und Windwirkung günstiger ist.

Die Grenzwasserstände ergeben für die Tore an der Binnenwand 3,0 m und an der Aussenwand 4,0 m maximalen Wasserüberdruck. Ausser für diese Wasserdrücke, die das Tor im geschlossenen Zustand aufzunehmen hat, ist es so angeordnet und eingeteilt (Lage der Schwimmkörper), dass es noch bei 50 kg/m² Winddruck genügend sicher allein schwimmen kann. Dadurch ergibt sich auch die Möglichkeit des Ausschwimmens der Tore und des Abschleppens ohne Verwendung von besondern Hilfskörpern oder Ballast.

Die bisherigen Erfahrungen technischer und wirtschaftlicher Natur mit Abschlusskörpern für Schleusen von so grosser Abmessung haben ganz entschieden die Ueberlegenheit des Schiebetores, mit Schwimmkörpern zur Entlastung, gezeigt. Am Kaiser-Wilhelm-Kanal hat man bei 45 m Durchfahrtsbreite, und in letzter Zeit auch bei Ijmuiden mit 50 m, sowie bei St. Nazaire mit ebenfalls 50 m Durchfahrtsbreite durchwegs Schiebetore gewählt. Die Schiebetore sind auch dann besonders berechtigt, wenn sie nach zwei Seiten kehren müssen, und sie ergeben bei der vorliegenden grossen Breite gute Möglichkeiten zur Ueberführung von Verkehrswegen. Im vorliegenden Falle führt über jedes Tor eine Fahrstrasse mit 5 m breiter Fahrbahn und mit beiderseitigen Fusswegen von je 1,75 m.

Auch die Frage, ob Riegeltor oder ob Ständertor ist für so grosse Bauausführungen restlos zu Gunsten des Riegeltores geklärt; dieses erweist sich auch dann zweckmässiger, wenn wegen schlechten Baugrundes eine Entlastung des Drempels erforderlich wird. Bei der Nordschleuse im Bremerhaven hat man aus diesem Grunde sehr zweckmässig den untersten Riegel nicht unmittelbar an den Drempel, sondern etwa um 1 m höher gelegt. Die Abdichtung am Drempel erfolgt somit nicht durch Leisten des untersten Riegels, sondern durch ein besonderes Federblech von 43,5 m Länge, das am untersten Riegel eingespannt eine sehr gute elastische Abdichtung ermöglicht.

Die Austeilung der Riegel kann man der schematischen Abb. 2 entnehmen, wo man auch die sonstige Raumausteilung der Torkonstruktion ersieht. Etwa in halber Torhöhe ist ein Schwimmkasten für Luftzellen und Ballast eingebaut, für dessen Anordnung die notwendige Gewichtsentlastung des Tores, ganz besonders aber die Stabilitätsverhältnisse des Tores im Betrieb als auch frei schwimmend massgebend sind. Von Interesse ist die Lagerung des Tores: es ruht im untern Teil auf einem Unterwagen und hängt oben in einem Oberwagen. Der Unterwagen besitzt vier Laufräder von 1,5 m Durchmesser mit beiderseitigen Spurkränzen. Besonders schwere Schienen aus Spezialstahl und auf Längsschwellen gelagert, übertragen die am Unterwagen bei der Bewegung auftretenden 220 t Last. (In der Ruhe beträgt die Belastung 290 t.) Alle der Abnützung unterworfenen Teile wie Lager usw. sind besonders kräftig bemessen, damit Reparaturen und Auswechslungen selten notwendig werden. Da die Laufräder mit doppeltem Spurkranz, der Unterwagen somit nicht quer verschieblich ist, muss das Tor auf dem Unterwagen quer beweglich gelagert sein, um das Kehren bei wechselnder Druckrichtung zu ermöglichen. Für jede Torseite (binnen und aussen) sind am Unterwagen starke, quer zum Tore wirkende Kehr-Rollen vorgesehen, auf die sich das Tor mit Hilfe geschliffener Druckplatten auflegt. Sind die Wasserstände ausgeglichen, führt eine Federung das Tor in die Mittellage zurück.

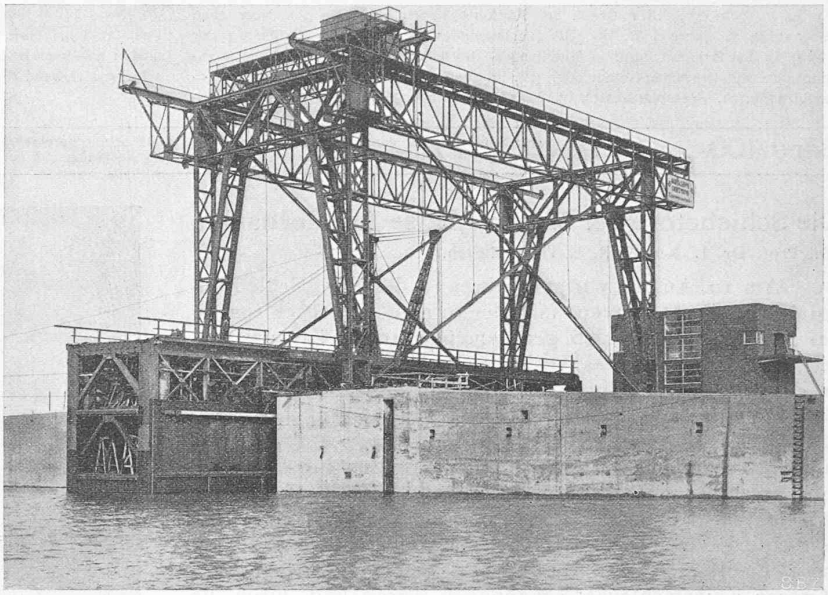

Abb. 5. Ausschwimmen des fertigen Tores, rechts hinten das Maschinenhaus.

Der Oberwagen erhält bei der Bewegung 160 t und in Ruhe 220 t Belastung. Er hat die Betriebsgewichte des Tores zu tragen und die Zahnstangenkräfte aufzunehmen. Ausserdem trägt der Oberwagen einen Teil der darüberliegenden Strassen; in diese Aufgabe teilt er sich jedoch mit noch einem, mit dem Oberwagen gekuppelten Beiwagen einfacherer Bauart. Auch am Oberwagen sind, um die Widerstände zu verringern, vier sehr grosse Laufräder von 1,2 m Durchmesser angeordnet. Das Tor hängt mittels kurzer Pendelstäbe am Oberwagen; die Länge der Pendel ist einstellbar; an ihren beiden Enden sind Kreuzgelenke vorgesehen, wodurch, übereinstimmend mit den Kehrrollen des Unterwagens, die seitliche Torbewegung für beide Beanspruchungsrichtungen einwandfrei möglich ist. Damit das Tor gegen den festgeführten Oberwagen (auch hier haben die Räder doppelten Spurkranz) jede Bewegung ausführen kann, ist auch noch der Zugstangenteil, der das Tor mit dem Oberwagen verbindet, beidseitig mit Kreuzgelenken ausgeführt.

Die etwas teurere Konstruktion mit einem Unter- und Oberwagen ist aus betriebstechnischen Gründen gewählt, um wenigstens einen Wagen mit geringern Unterhaltungskosten zu bekommen. Ein besonderer Vorteil ist bei dieser Anordnung aber auch darin zu erblicken, dass die Gesamtlagerung des Tores günstiger ist, und dass das Tor bei der Bewegung unter Wind und Strömungseinflüssen grössere Querstabilität besitzt.

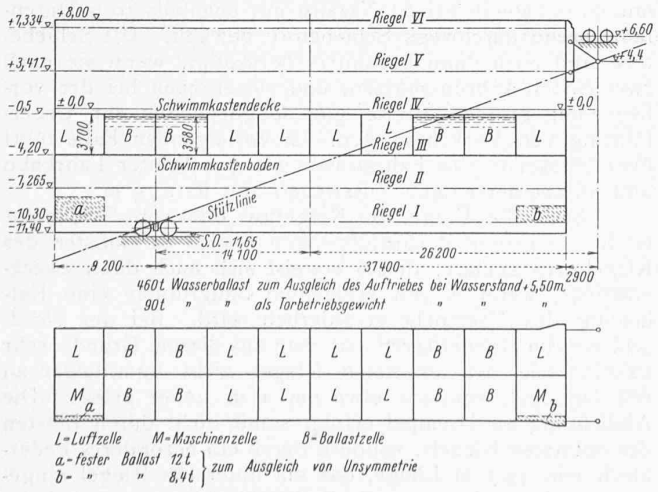

Abb. 2. Schema der Schwimm- und Ballastzellen und der Torlagerung.

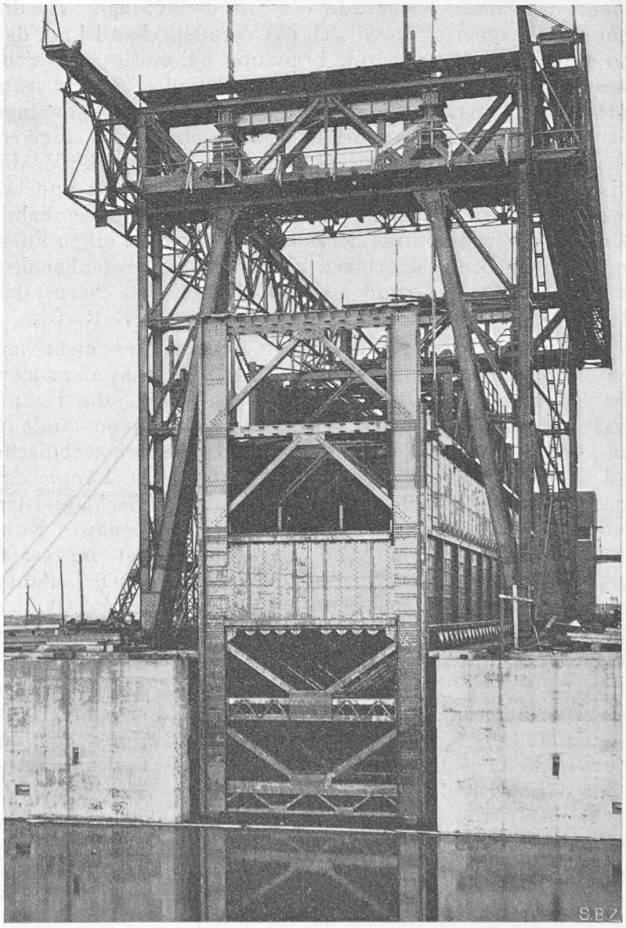

Abb. 4. Endquerverband des in Absenkung begriffenen Tores

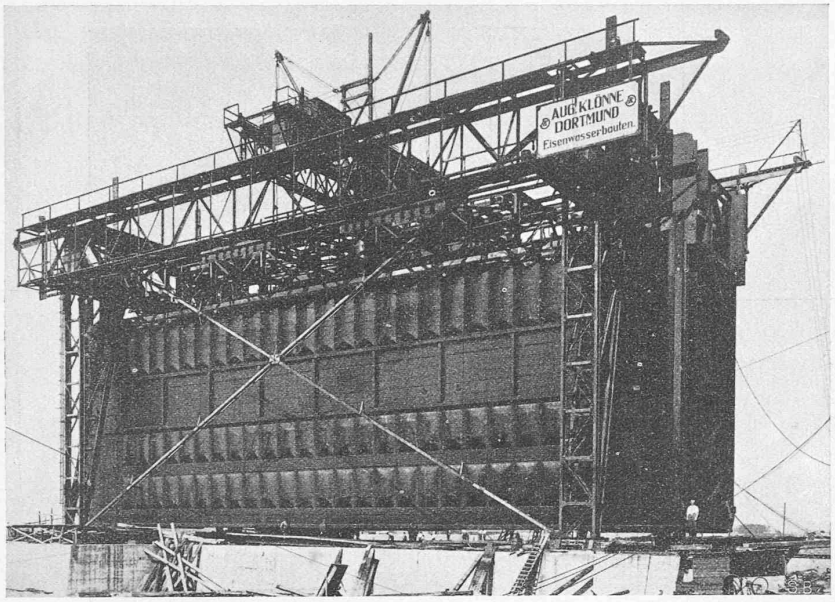

Abb. 3. Ueber der Torkammer fertig montiertes Tor, Ansicht der Binnenseite.

Der Antrieb jedes Tores erfolgt von einem Maschinenhaus aus (Abb. 5 rechts), in dem das Windwerk fest eingebaut ist. Für die Uebertragung der Bewegung auf das Tor ist eine neue Konstruktion gewählt worden, die sog. Gelenk-Zahnstange. Es ist eine endliche Kette aus langen einzelnen Gliedern angewendet, die durch entsprechende Führung der Verbindungspunkte nach beiden Seiten ein Ausknicken der Gelenkzahnstangen verhindert. Auf diese Weise kann nicht nur Zug, sondern auch Druck übertragen werden. Nach Durchlaufen der Antriebwinde, die natürlich entsprechend den längern Gliedern konstruiert ist, werden diese aufgestapelt. Die Gelenk-Zahnstange, ein Patent der M. A. N., ist erstmalig bei der Schleuse in Wesermünde verwendet worden. Auf weitere Einzelheiten des Antriebes und der Torausrüstungen, der Kufen, Scheuerleisten, seitlichen Führungsrollen usw. wollen wir nicht eingehen, sondern uns noch kurz mit der eigentlichen Stahlkonstruktion beschäftigen.

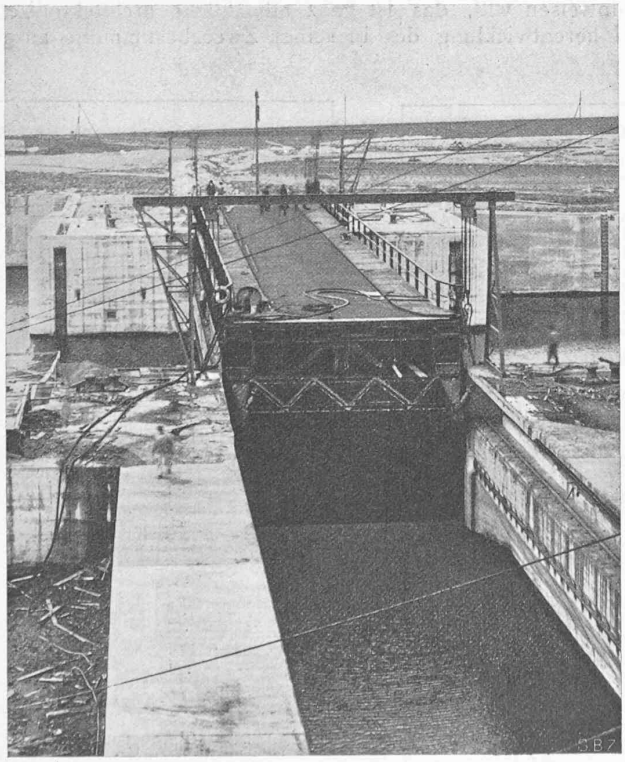

Abb. 6. Oberwagen-Nische und -Schienen, Zahnstangen- und seitliche Führung.

Als Baustoff wurde St 37 gewählt. Bei einem Schiebetor ist es erwünscht, dass die einzelnen Bauteile, besonders die Riegel, keine grossen Deformationen aufweisen, und dass anderseits auch eine gewisse Materialmenge, wenigstens in der Haut, als Schutz gegen Abrosten vorhanden ist. Die dadurch bedingte Vergrösserung des Torgewichtes (gegenüber einem Torgewicht bei Verwendung hochwertigen Baustahles) spielt für den Betrieb keine Rolle, da das Mehrgewicht durch die Schwimmkasten ohne weiteres ausgeglichen werden kann. Nur für das Federblech ist St 52 verwendet worden. Die zulässigen Spannungen sind bei den unter der Wasserlinie liegenden Teilen eher gering gewählt worden, wobei, wie schon erwähnt, für viele Bauteile für die Bemessung zulässige Deformationen, und nicht zulässige Spannungen massgebend waren. Grundsätzlich wurden keine Materialstärken unter 10 mm verwendet, und zu den rechnerisch ermittelten Stärken der Haut wurden noch je 2 mm Material als Abrostungszuschlag hinzugefügt. Aus unsern Abbildungen 3 und 4 sind die verschiedenen konstruktiven Einzelheiten zu ersehen. Die Riegel I, II, V und VI sind Fachwerke, während die Riegel III und IV als Boden und Decke des Schwimmkastens vollwandig sind. Die Fachwerk-Riegel sind so bemessen, dass sie mit den zuletzt erwähnten Riegeln des Schwimmkastens angenähert gleiche Durchbiegungen ergeben, um für die vertikalen Querverbände geringe Verformungen zu erhalten.

Ein Endquerverband ist aus Abb. 4 ersichtlich, die übrigen Querverbände sind schwächer, aber grundsätzlich ähnlich ausgeführt. Decke und Boden des Schwimmkastens bestehen aus ebenen Blechen (wegen der Trägerwirkung); ebenso sind die Seitenwände der Schwimmkasten ausgeführt. Mit Ausnahme der vertikalen Randbleche der Wände besteht die übrige Haut der Tore auf der Binnen- und auf der Aussenseite aus Buckelblechen (siehe Abb. 3). Auf der Binnenseite ist die Haut niedriger, als auf der Aussenseite.

Von besonderem Interesse ist schliesslich die Montage der Tore. Es war keine Möglichkeit gegeben, sie in der Schleusenkammer oder sonst irgendwie zu bauen und nachher einzuschwimmen, die Tore mussten daher auf einer Arbeitsbühne über der Torkammer vollständig montiert und dann abgesenkt werden. Zu diesem Zweck wurde ein besonderes Absenkgerüst über der Torkammer, beziehungsweise über der Arbeitsbühne errichtet, das aus zwei kräftigen Portalen bestand, die untereinander durch Träger verbunden waren (siehe Abb. 5); man erhielt auf diese Weise gleichzeitig eine ausserordentlich praktische Montage-Kranbahn. Unsere Abbildungen zeigen diese Montage-Einrichtungen genügend deutlich. Nach nahezu restloser Fertigstellung jeden Tores, auch mit allen Ausrüstungen, erfolgte das Absenken bis zu ihrem Selbstschwimmen. In Abb. 4 ist die Aufhängung des ganzen Tores an vier kräftigen, genieteten Stahlbändern ersichtlich; das für das Absenken zu bewältigende Torgewicht betrug fast 1000 t, der zurückzulegende Weg war 18 m. Zum Absenken wurden hydraulische Pressen verwendet, und das Absenken selbst geschah stufenweise mit Hilfe von Schienenstapeln, die abwechselnd entfernt und aufgebaut wurden. Die Abb. 5 zeigt das Tor nach dem Absenken in der Torkammer schwimmend, während des Ausfahrens, und in Abb. 6 ist das Tor in der Durchfahrtsöffnung der Schleuse schwimmend gezeigt. Man erkennt die Nischen für den Oberwagen und für den Beiwagen, sowie die Zahnstangenführung, die Oberbahnschiene und die seitliche Torführung.